بسم الله الرحمن الرحيم

المرجع في الهندسة الإكلينيكية

الجزء الثاني

تحرير

جوزيف ف. دايرو

ترجمة

الدكتور المهندس	الدكتور المهندس	الدكتور المهندس
ممدوح منيف منيف	**محمد سمير طليمات**	**أمير سعيد التيناوي**

قسم العلوم الطبية التطبيقية – كلية المجتمع بالرياض

النشر العلمي والمطابع - جامعة الملك سعود

ص.ب ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ - المملكة العربية السعودية

ⓒ جامعة الملك سعود، ١٤٣٢هـ (٢٠١١م)

هذه ترجمة عربية مصرح بها من قِبل مركز الترجمة بالجامعة لكتاب:

Clinical Engineering Handbook
Edited by: Joseph F. Dyro

© Academic Press in Biomedical Engineering

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

المرجع في الهندسة الإكلينيكية. / جوزيف ف دايرو ؛ ممدوح منيف منيف؛ محمد سمير طليمات ؛ أمير سعيد التيناوي.
الرياض، ١٤٣٢هـ
٥٢٧ ص ٢١×٢٨سم ٤ مج.
ردمك: ١-٨٩٨-٥٥-٩٩٦٠-٩٧٨ (مجموعة)
١-٩٠٠-٥٥-٩٩٦٠-٩٧٨ (ج٢)
١- التقنية الطبية ٢- الأجهزة الطبية أ. منيف، ممدوح منيف (مترجم) ب. طليمات، محمد سمير (مترجم) ج. التيناوي، أمير سعيد (مترجم) د. العنوان
ديوي ٢٨, ٦١٠ ١٤٣٢/٨٨١٢

رقم الإيداع: ١٤٣٢/٨٨١٢
ردمك: ١-٨٩٨-٥٥-٩٩٦٠-٩٧٨ (مجموعة)
١-٩٠٠-٥٥-٩٩٦٠-٩٧٨ (ج٢)

حكمت هذا الكتاب لجنة متخصصة، شكلها المجلس العلمي بالجامعة، وقد وافق المجلس على نشره في اجتماعه السادس عشر للعام الدراسي ١٤٣١/١٤٣٢هـ المعقود في تاريخ ١٤٣١/٥/٢٧هـ الموافق ١/ ٥/ ٢٠١١م.

النشر العلمي والمطابع ١٤٣٢هـ (٢٠١١م)

محتويات الجزء الثاني

الباب الرابع: الإدارة

٤٧- الهندسة الصناعية/الإدارية في الرعاية الصحية ٦٤٩

٤٨- الإدارة المالية لخدمات الهندسة الإكلينيكية ٦٧٩

٤٩- الإنتاجية وفعالية التكلفة ٧٢١

٥٠- مؤشرات برنامج الهندسة الإكلينيكية ٧٣١

٥١- إدارة شؤون الموظفين ٧٤٥

٥٢- تحديد المهارات ٧٦٣

٥٣- أساليب الإدارة وتنمية الموارد البشرية ٧٦٧

٥٤- الجودة ٧٩٥

الباب الخامس: السلامة

٥٥- المهندس الإكلينيكي وسلامة المريض ٨١٩

٥٦- إدارة المخاطر ٨٤١

٥٧- نموذج الممارسات المثلى لسلامة المريض ٨٦٩

٥٨- برامج سلامة المستشفى ٨٧٧

٥٩- منهجية الأنظمة لسلامة الجهاز الطبي ٨٨٧

٦٠- التفاعلات بين الأجهزة الطبية ٨٩٧

٦١- أجهزة الحقن ذات الاستعمال لمرة واحدة ٩٠٥

٦٢- التداخل الكهرومغناطيسي مع الأجهزة الطبية: دراسات مخبريه و معايير التوافق الكهرومغناطيسي ٩١٣.

٦٣- التداخل الكهرومغناطيسي في المستشفى ٩٤١

٦٤- التحقيق في الحوادث ٩٦١
٦٥- الجدال الكبير حول السلامة الكهربائية- بمنظور رجعي ١٠٠١

الباب السادس: التعليم و التدريب

٦٦- البرامج الأكاديمية في أمريكا الشمالية ١٠١٣
٦٧- تعليم الهندسة الإكلينيكية في ألمانيا ١٠٢٩
٦٨- التدريب الداخلي في الهندسة الإكلينيكية ١٠٣٧
٦٩- برنامج تكنولوجيا الهندسة الطبية الحيوية ١٠٤٥
٧٠- ورشات العمل المتقدمة في الهندسة الإكلينيكية ١٠٥٥
٧١- ورشة عمل متقدمة في إدارة التكنولوجيا الصحية ١٠٧١
٧٢- التعليم عن بعد ١٠٩١
٧٣- الكتولوجيات المُحدثة : الإنترنت ومؤتمرات الفيديو التفاعلية ١١٠١
٧٤- التعليم على رأس العمل ١١١٣
٧٥- مدارس الخدمة التقنية ١١٢١
٧٦- الهندسة الإكلينيكية والتمريض ١١٣٥
٧٧- برامج إعادة التدريب ١١٦١
٧٨- الطريقة التقنية- الحيوية- النفسية- الاجتماعية- الطبية للرعاية الصحية ١١٧٧

الباب الرابع

الإدارة
Management

Alfred M. Dolan
Samuel Lunenfeld Associate Professor in Clinical Engineering, Associate Director, Institute of Biomaterials and Biomedical Engineering, University of Toronto
Toronto, Ontario, Canada

يحتاج المجال الذي يُشار إليه الآن باسم "الهندسة الإكلينيكية" إلى النظر فيه في سياق تطور الهندسة الطبية الحيوية وبدوره تطور الهندسة.

أدى التعريف التالي للهندسة ولعدد من السنوات مضت إلى توضيح أن المهنة قد أدركت منذ وقت طويل مسؤوليتها في تطبيق التقنيات العلمية، والنظريات، والتكنولوجيا من أجل حل الاحتياجات المجتمعية.

"تم تعريف الهندسة في الماضي على أنها مرفق لتوجيه مصادر الطاقة في الطبيعة لاستخدام وراحة الإنسان" (Dolan et al, 1973).

يعرض ذلك التعريف مسائل يجب أن يعالجها جميع المهندسين وعلى وجه الخصوص مهنيي الهندسة الإكلينيكية. إن تلك القضايا هي بالطبع الحاجة إلى الحفاظ على مستوى مناسب من المعرفة العلمية والمهارات التكنولوجية، والالتزام بتحديد وتلبية الحاجات الحقيقية للمجتمع في مجال الرعاية الصحية. وتتم معالجة هذه القضايا بالإضافة إلى مناقشة الجوانب المختلفة لممارسة الهندسة الإكلينيكية في فصول هذا الكتاب.

يمكن أن ترجع بدايات الهندسة الطبية الحيوية إلى العصور القديمة من خلال العمل لأشخاص مثل Alcmaeon وPlato (أفلاطون) وGalen (جالينوس) تفحصوا، وراقبوا، ونظموا العالم الذي درسوه حولهم بما في ذلك جسم الإنسان. إن عمل Galen حول ديناميك الدم استمر لأكثر من ١٢٠٠ سنة إلى زمن الميمونيين. طبَّق ليوناردو دافنشي (Leonardo da Vinci)، الذي كان يمكن القول أنه أعظم مهندس في التاريخ، المبادئ الفيزيائية والتحليل التجريبي لدراسة الفيزيولوجيا (علم وظائف الأعضاء) والطب أيضاً. ووسَّع هيلمهولتز Helmholtz

اهتماماته الأولية الخاصة في الفيزياء والرياضيات ليباشر مهنة في الطب في عام ١٨٣٨م. وقد قام بمساهمات هائلة لفهم الفيزيولوجيا واخترع منظار العين الذي احتاجه لفحص فيزيولوجيا وسيكولوجيا (علم النفس) السمع.

فهم الباحثون والعلماء والمهندسون مثل Helmholtz أن القوانين نفسها تنطبق على دراسات الفيزياء أو الهندسة أو البيولوجيا والتي تمثل وحدة العلوم وجوهر الهندسة الطبية الحيوية. يمثل ذلك الفهم تحدياً كبيراً وإمكانية بالنسبة للجانب التطبيقي في الهندسة الطبية الحيوية، التي اتُفق على تسميتها بالهندسة الإكلينيكية، حيث تأتي جميع جوانب العلوم والهندسة والتكنولوجيا لتشارك مباشرة في مجال الرعاية الصحية.

لقد تطورت الهندسة الإكلينيكية في مرافق الرعاية الصحية في جميع أنحاء العالم على مدى العقود الأربعة الأخيرة من القرن العشرين. وكان هناك اعتراف دائم على نطاق واسع بالانفجار التكنولوجي الذي أثر على المجتمع بصورة عامة وخدمات الرعاية الصحية على وجه الخصوص، وعُقدت سلسلة من ورشات العمل في عام ١٩٧٢م وفرت منبراً لمناقشة الحاجة إلى طريقة هندسية للقيام ببعض السيطرة على هذه التكنولوجيا (Hopps, 1972; Craig, 1972). ويفيد ذلك العمل وعمل لاحق في توضيح أنه كان هناك اعتراف بالمشاكل التي كانت موجودة في الرعاية الصحية في تلك الفترة الزمنية بل وإلى أبعد من ذلك أنه كان هناك اعتراف بمقدرة الهندسة الطبية الحيوية على حلها. من ناحية ثانية لم يكن المهندسون هم الوحيدون الذين أدركوا إلى أي مدى يمكن أن يصل إليه دور حل تلك المشاكل. جاء ذلك الفهم الأوسع من ذوي الرؤى أمثال Robert Rushmer وهو عالم أبحاث أوعية قلبية و Cesar Caceres طبيب القلب السريري، الذين استطاع إدراكهم لمجال اشتراك الهندسة في الرعاية الصحية أن يعرِّف في الجوهر دور الهندسة الإكلينيكية.

ربما عرض Cesar Caceres الوصف ذو النظرة الأكثر نفاذاً للهندسة الإكلينيكية:

"المهندس هو من يكون مُدرَّباً من أجل مرفق خدمات صحية ويعمل فيه، حيث يكون هو أو هي مسؤول عن التطبيق المباشر والفوري للخبرة الهندسية على الرعاية الصحية والطبية (Caceres, 1980)".

في حين يقيّد هذا التعريف بشكل غير ضروري ممارسة الهندسة الإكلينيكية على تلك الكائنة ضمن مناطق المستشفى، فإنه لا يزال يحدد بدقة دور الهندسة الإكلينيكية ويفترض الخبرة الهندسية المناسبة والفائدة المباشرة معاً لرعاية المرضى أو الرعاية الصحية. وبعد حوالي ثلاثة عقود تؤكد الكلية الأمريكية للهندسة الإكلينيكية على الإدارة ورعاية المرضى معاً من خلال تعريف المهندس الإكلينيكي بأنه "المهني الذي يدعم ويطور رعاية المرضى من خلال تطبيق المهارات الهندسية والإدارية على تكنولوجيا الرعاية الصحية (ACCE, 2001)".

تستمر الرعاية الصحية والعلوم والتكنولوجيا الداعمتين للرعاية الصحية في التطور. وسيقوم هذا الاتجاه المتسارع في التطورات العلمية في مجال الرعاية الصحية بدوره بدفع التطور في مجال الهندسة الإكلينيكية. وتمشياً مع

فهمنا للهندسة الإكلينيكية كداعم ومُطوِّر لرعاية المرضى من خلال تطبيق إدارة الهندسة والتكنولوجيا، فمن المهم أن ندرك أن مجال الهندسة الإكلينيكية يحتاج إلى الاستمرار في التطوير عندما تتقدم الرعاية الصحية. ويتضمن هذا تحسينات في عملية التطوير (مثل التصوير الوظيفي الفيزيولوجي أو الأنظمة المتكاملة للمعلومات) وفي المجال (كما في الرعاية الصحية أو الرعاية الإكلينيكية الموزّعة). وسوف تكون هناك حاجة للتطوير الفعال في مجال الهندسة الإكلينيكية إذا استمر المجال بالازدهار، وإذا اتجه هذا المجال إلى النهاية التي يسعى إليها هذا الكتاب المرجعي لتشجيع المهنة.

يعالج هذا القسم قضايا الإدارة من وجهة نظر المهندسين الذين طبقوا مبادئ الإدارة في حياتهم المهنية في بيئة الرعاية الصحية. يعالج Seaman في فصله (الهندسة الصناعية/ الإدارية في الرعاية الصحية) قضية مقنعة من خلال دراسات حالة للاستفادة من المهارات الخاصة والبصيرة للمهندسين الإكلينيكيين لتحسين الاستفادة من تكنولوجيا الرعاية الصحية وزيادة الاستثمار فيها إلى أقصى حد. أثبت Seaman، الذي يعمل مع رئيس تحرير هذا الكتاب المرجعي في مستشفى رعاية من المستوى الثالث، أن التقنيات الصناعية/تقنيات الإدارة الموثوقة التي تم تطبيقها في البيئة الإكلينيكية أدت إلى استخدام أفضل للجهاز الطبي. يقدم Wang في فصله (الإدارة المالية لخدمات الهندسة الإكلينيكية) وصفاً شاملاً للمفاهيم المالية التي يجب أن تتضمنها الهندسة الإكلينيكية لتتعامل بشكل فعال مع الموارد المتاحة. وهو يعطي أمثلة محددة لأفضل مبادئ الإدارة المالية، ويقدم نماذج لوضع المبادئ موضع التنفيذ. يبين Fennigkoh في فصله (الإنتاجية وفعالية التكلفة)، من خلال توفير الأدوات التي يستطيع المهندس الإكلينيكي بواسطتها قياس نتاج قسم الهندسة الإكلينيكية، كيفية زيادة الهندسة الإكلينيكية للموارد البشرية المتاحة إلى أقصى حد لتقديم إدارة تكنولوجيا مثلى للأجهزة الطبية. ومن أجل تحسين أداء القسم، يجب على المرء فهم أهدافه، وتقدير موارده، وقياس إنجازاته. يوصي Autio في فصله (مؤشرات برنامج الهندسة الإكلينيكية) بطرق يمكن للمهندس الإكلينيكي من خلالها استخدام مؤشرات الأداء لتعزيز العمليات الإدارية العامة.

يتم التأكيد على الجانب الإنساني لدور المهندس الإكلينيكي في الإدارة ضمن فصل (إدارة شؤون الموظفين) لـ Wear، و(تحديد المهارات) لـ Cram، و(أساليب الإدارة وتنمية الموارد البشرية) لـ Epstein وHarding. يجب أن يكون هذا المورد الثمين للفرد موضع تقدير ورعاية وتطوير وتوجيه وتشجيع لكي يعمل على أعلى المستويات. يعطي Wear لمحة عامة عن مسؤوليات مدير الهندسة الإكلينيكية في التوظيف والحفاظ على الموظفين. ويشدد Cram على أن تحديد مهارات كل موظف هو من أساسيات الأداء الفعال للعمل. يؤكد Epstein وHarding أنه لا توجد صيغة واحدة بسيطة لإدارة وتطوير الموارد البشرية لأنها تتبع تطور تقنيات الإدارة على مر الزمان والمكان. يكمل Judd الصورة مع فصل ثاقب البصيرة عن (الجودة). وهو يستمد من خبرته الواسعة والشاملة لوضع أساليب ممارسة

لتحقيق أفضل النتائج. وهو يبين كيفية تقييم المستويات الحالية للأداء، ويوصي بتقنيات وأدوات لتحقيق مستويات أعلى من الجودة.

المراجع

References

ACCE. Enhancing Patient Safety: The Role of Clinical Engineering, American College of Clinical Engineering, White Paper, 2001.

Caceres CA (ed). Management and Clinical Engineering. Artech House Books, 1980.

Craig JL (ed). First International Biomedical Engineering Workshop Series. I. Biomedical Equipment Maintenance service programs. The American Institute of Biological Sciences, Bio Instrumentation Advisory Council, 1972.

Dolan AM, Wolf HK, Rautaharju PM: Medical, Engineering—Past Accomplishments and Future Challenges, Journal APENS 1973.

Hopps JA, (ed). First International Biomedical Engineering Workshop Series. I: Biomedical Equipment Maintenance service programs. The American Institute of Biological Sciences, Bio Instrumentation Advisory Council, 1972.

٤٧

الهندسة الصناعية/الإدارية في الرعاية الصحية

Industrial/Management Engineering in Health Care

George Seaman
President, Seaman Associates
Northport, NY

إذا كان يتحرك، فهو ميكانيكي؛

إذا كان لا يتحرك، فهو مدني؛

إذا كان يشم، فهو كيميائي؛

إذا كان غير مرئي، فهو كهربائي؛

وإذا كنت لا تستطيع حتى تخيله، فهو صناعي!

صفحة IE في جامعة Nebraska (نبراسكا).

نُسبت إلى البروفسور Schmuel S. Oren، جامعة كاليفورنيا في Berkeley.

ربما تكون الهندسة الصناعية/الإدارية الأوسع من بين جميع التخصصات الهندسية. يوحِّد المهندسون الصناعيون/الإداريون (I/MEs) موارد المعلومات والموارد البشرية والمادية والمالية والتكنولوجية لإنتاج السلع والخدمات على النحو الأمثل.

تتضمن مجالات التخصص الرئيسية المُطبَّقة في قطاع الرعاية الصحية ما يلي:

- الاقتصاديات الهندسية وتحليل القرارات.
- هندسة العوامل البشرية.
- أنظمة تقديم الخدمات/العمليات.
- علم بحوث العمليات/ التحقيق الأمثل للموارد/ القرار.
- إدارة اللوجستيات والمعلومات والمواد.

- التحليل الإحصائي/إدارة الجودة.
- الأنظمة العشوائية/المحاكاة/النمذجة.

إن المهندسين الصناعيين/الإداريين هم عادة حلّالو مشاكل موجهين بالناس وتتناول مهامهم صنع القرار الإداري. وهم يميلون إلى أن يكونوا متنوعين، وغالباً ما يتطلبون التفاعل مع إداريي وأخصائيي الرعاية الصحية مثل أولئك الذين لديهم خبرة خاصة في مجال التكنولوجيات الطبية الحيوية مع التوجيه الأساسي لتقديم الرعاية المثلى للمرضى.

وفقاً لتعريف الـ ACCE (الكلية الأمريكية للهندسة الإكلينيكية) (Bauld, 1991) فإن المهندس الإكلينيكي (CE) هو المهني الذي يدعم ويطوِّر رعاية المرضى من خلال تطبيق المهارات الهندسية والإدارية على تكنولوجيا الرعاية الصحية. وعندما أصبحت الرعاية الصحية معتمدة بشكل متزايد على تكنولوجيا أكثر تطوراً وعلى التجهيزات الطبية الحيوية المعقدة المرافقة، فقد ارتقى دور المهندس الإكلينيكي إلى مستوى مسؤول التكنولوجيا في دعم منظمات الرعاية الصحية من خلال التخطيط للتكنولوجيا، وتنفيذها وضمان استخدامها الآمن والفعال خلال العمر الافتراضي للتكنولوجيا.

تكمل مجموعتا المهارات بعضها بعضاً في مجالات المعرفة الهندسية العامة، وكلتاهما تتطلبان مجموعة فريدة من المهارات والمعرفة الإدارية خاصة بمجالات تخصصهما. ويمكن أن ينشأ نموذج تعاوني منحاز نحو هدف محدد يمكن أن ينتج عنه تنفيذاً مُنجزاً بشكل جيد ومخططاً له بشكل معقول للتغيير التكنولوجي. يسهِّل هذا الفصل فهم ما يقوم به الـ I/MEs، من خلال إظهار إستراتيجيات حل المشكلة والطريقة التي يمكن للـ I/MEs أن يعملوا بها بشكل فعال مع المهندس الإكلينيكي في العمل عند الحدود القديمة والجديدة للتكنولوجيا في منظمات الرعاية الصحية.

تعريف المهندس الصناعي/الإداري

Definition of an Industrial/Management Engineer

"إن الكفاءة هي فعل الأشياء بشكل صحيح؛ أما الفعالية فهي القيام بالأشياء الصحيحة". Peter F. Drucker.

"Efficiency is doing things right; effectiveness is doing the right things."–Peter F. Drucker

يصمم المهندسون الصناعيون/الإداريون المزيج الأمثل للموارد البشرية والطبيعية من أجل صنع أنظمة تعطي أفضل أداء. إن دمج الناس والمواد ورأس المال والتجهيزات والطاقة في أنظمة الإنتاج هو الاهتمام الرئيسي لـ I/ME. قد يكون I/ME مشاركاً في جدولة موارد الكوادر والأنظمة، أو تصميم أنظمة تقديم الرعاية الصحية، أو بناء أنظمة المعلومات لدعم التطور التنظيمي وصناعة القرار.

لقد وصف المكتب الأمريكي لإحصائيات العمل الوظيفة النموذجية لـ I/ME على النحو التالي: يحدد المهندسون الصناعيون الطرق الأكثر فعالية لمنظمة ما لاستخدام العوامل الأساسية للناس المنتجين والآلات والمواد

والمعلومات والطاقة لصنع أو لمعالجة منتج ما. إنهم الجسر الذي يربط بين الإدارة والعمليات، كما أنهم أكثر اهتماماً بزيادة الإنتاجية من خلال إدارة الناس، وأساليب تنظيم الأعمال التجارية، والتكنولوجيا من المهندسين في التخصصات الأخرى، الذين يعملون عادة أكثر بالمنتجات أو العمليات.

دور I/ME في صنع القرار The I/ME's Role in Decision Making

"إن الغرض من نموذج ما هو ليس مطابقة البيانات، بل جعل المسائل أكثر دقة" Samuel Karlin, 11th R A Fisher Memorial Lecture, Royal Society 20, April 1983.

إن علم القرار هو جزء أساسي من تدريب الـ I/ME في تنمية مهارات النمذجة. إن النموذج هو استخلاص لعملية بالعالم الحقيقي، مثل نظام التوريد بالنقل، أو خدمة الزبائن، أو سلوك أسواق الرعاية الصحية. يمكن أن يساعد التحليل الصحيح لخرج نموذج على تحسين أداء المنظمة أو الخدمة أو البرنامج. ومن أجل أن تكون مثل هذه النماذج مفيدة، يجب أن يتم توصيل نتائجها بوضوح إلى الشركة. كما أن القدرة على طرح الأسئلة المناسبة والفطنة الجيدة في مهارات الاستماع والاتصال ضرورية بهدف التعرف على المشكلة والاستفادة من المعلومات التي تولدها النماذج.

لاحظ مكتب إحصائيات العمل أنه لحل مشاكل الإنتاج والمشاكل ذات الصلة والتنظيمية بأكبر قدر من الفعالية، فإن المهندسين الصناعيين يدرسون بعناية المنتج (أو العملية) ومتطلباته، وتصميم اللوجستيات وأنظمة المعلومات، ويستخدمون طرق التحليل الرياضي (مثل بحوث العمليات) لتحقيق تلك المتطلبات. كما يطورون أنظمة الضبط الإدارية للمساعدة في التخطيط المالي وتحليل التكاليف، وتصميم التخطيط للإنتاج (أو العملية) وأنظمة التحكم لتنسيق الأنشطة وضبط جودة المنتج (أو الخدمة)، وتصميم أو تحسين أنظمة للتوزيع المادي للمواد والخدمات. يقوم المهندسون الصناعيون بإجراء مسوحات لإيجاد مواقع المرافق مع أفضل مزيج للموارد، والنقل، وسهولة الوصول، والتكاليف. كما أنهم يطورون الأجور والمرتبات، وأنظمة الإدارة وبرامج تقييم العمل. ينتقل العديد من المهندسين الصناعيين إلى المناصب الإدارية، لأن العمل يرتبط ارتباطاً وثيقاً بفن العلوم الإدارية.

صنع القرار في الرعاية الصحية Decision Making in Health Care

"إن النجاح نسبي: إنه ما نستطيع أن نصنع من الفوضى التي قد تسبينا بها من الأشياء". T. S. Eliot

تعد صناعة الرعاية الصحية أكبر صناعة منفردة في الولايات المتحدة، وتضم أكثر من ٧٠٠٠٠٠ طبيباً و٥٠٠٠ مستشفاً. تجاوز مجموع النفقات ١.٣ تريليون دولار أمريكي، ووفقاً لبعض الخبراء، فإنه من المتوقع أن يتضاعف هذا الرقم بحلول عام ٢٠٠٧م (HCFA, 1997). لقد أدت هذه الزيادة في تكاليف تقديم خدمات الرعاية

الصحية بالحكومة الاتحادية، وأرباب العمل، وجماعات المستهلكين إلى الضغط على صناعة الرعاية الصحية للبحث عن طرق أكثر فعالية من حيث التكلفة من أجل خدمة العدد المتنامي لمستهلكي الرعاية الصحية، على سبيل المثال، الأشخاص الذين وُلدوا في فترة ازدهار الولادات (١٩٤٥م- ١٩٦٤م). تقع منظمات الرعاية الصحية، مع ما يصاحب ذلك من ارتفاع في التكاليف، تحت الضغط للاستجابة إلى القوانين الناظمة الزائدة على سبيل المثال، قانون مسؤولية وقابلية نقل التأمين الصحي (HIPAA)، (انظر الفصل ١٠٤)، وإلى التعقيد والإرهاق المتزايدين لإنشاءات الرعاية التي تتم إداراتها، على سبيل المثال، التراخيص الأولية والتجميع للخدمات في استجابة لتحقيق هيكلية تعويضات لـ HMO مثلى، ولتتعامل مع تقادم التكنولوجيا والبنية التحتية.

يلوح العالم الجديد للتكنولوجيا في الأفق، حيث تنمو هذه التكنولوجيا بمعدل هندسي وواعدة بخطوات طبية رائعة في مجال علم الوراثة والبيولوجيا الجزيئية، وعلم الصيدلة، والطب والجراحة، وأدوات التشخيص، والمراقبة الفيزيولوجية، والروبوتات (الناس الآليين). تَعِدُ هذه التكنولوجيات والمعلوماتية التي تتقاطع عرضياً معها جميعاً بفائدة وقيمة بالغتي الأهمية. وتضع هذه التطورات الجديدة في أغلب الأحيان المدير التنفيذي (CEO) في مأزق استثماري بين إدارة التكاليف وشراء شيء من شأنه تحسين الجودة وخفض (أو احتواء) التكاليف المستقبلية (تحسين القيمة). إذا كان الاستثمار كبيراً، كما هو في جميع استثمارات الرعاية الصحية تقريباً، فقد تكون هناك عوائق تنظيمية فيدرالية وعلى مستوى الولاية ومحلية ربما تأخذ وقتاً طويلاً بالنسبة للاستثمار لتفقد فائدتها كأجهزة "منافسة" أو، ما هو أسوأ، تقديم تكنولوجيا عفا عليها الزمن تقريباً. إن هذا الأمر هام جداً خصوصاً بالنسبة إلى مستشفى صغير قد لا يملك القدرة على تمويل مركز طبي كبير أو شبكة يمكنها أن تستوعب المخاطر؛ ولكنه يجب أن يستثمر من أجل البقاء.

هناك مناسبات للوقت الذي يجب أن يقوم فيه الـ CEO باستثمار لجذب طبيب بارز أو الاحتفاظ به، أو الاستجابة إلى ضغط الطبيب أو المجتمع المستهلك، أو، بشكل أكثر ضرورة، الاستجابة إلى حالة عاجلة أو طارئة لتجنب حدوث نتائج كارثية. يجب على المستشفيات، بغض النظر عن مأزق الاستثمار، الاستثمار في التكنولوجيا لتزدهر وتستمر في فعل "الشيء الصحيح". ولكن بقيام المستشفيات بفعل الشيء الصحيح، كيف يعرف المدير التنفيذي أن القرار بالاستثمار هو الطريق الصحيح؟ يستطيع التمويل أن يُنجز التوازن، حيث يستطيع الطبيب أو الممرضة إخباره أو إخبارها كم كان عظيماً أداؤه في مستشفى ما XYZ، أو مؤتمر ما، أو يمكن لعضو في مجلس الإدارة أن يعطي دفعة إلى الأمام. ولكن الـ CEO عرضة للمساءلة، ومن ثم، يجب أن يعتمد على عوامل أخرى تؤثر على قراره أو قرارها ومستقبل المنظمة.

التخطيط
Planning

"مهما كانت الإخفاقات التي عرفتها، ومهما كانت الأخطاء التي ارتكبتها، ومهما كانت الحماقات التي شهدتها في الحياة الخاصة والعامة فقد كانت نتيجة للعمل بدون تفكير". Bernard M. Baruch

الحصول على التكنولوجيا Technology Acquisition

"عندما تكون الأداة الوحيدة لديك هي مطرقة، فعندها تبدأ كل مشكلة تبدو وكأنها مسمار" Abraham Maslow.
"When the only tool you have is a hammer, then every problem begins to look like a nail."–Abraham Maslow

كيف يبدأ الحصول على التكنولوجيا؟ ينبغي أن يبدأ ذلك على مستوى التخطيط الإستراتيجي. (انظر الفصلين ٣٠ و٣٢). بما أن التكنولوجيا ديناميكية إلى أقصى حد، فإن التخطيط على المستوى الصغري (الميكروي) ينبغي أن يكون بالقرب من نقطة النهاية، وليس البداية! تفيد عملية وضع ميزانية رأس المال في كثير من الأحيان كبديل لعملية التخطيط الإستراتيجي. لكنها تتطلب أعضاء كادر متجانسين لتقديم تقدير لاحتياجاتهم ورغباتهم، وعادة في وقت قصير، وغالباً دون اتصال تصالبي معرفي مع خدمات أخرى. وهذا كارثي بمعنى أن استخدام ميزانية رأس المال كخطة إستراتيجية سوف ينتج عنه استغلال ما دون الأمثل للتكنولوجيا، مثل إنشاء كابوس الارتباطية التنفيذية (implementation connectivity)؛ أو عقود خدمة باهظة وتكاليف مخزون؛ أو شراء تكنولوجيا تصبح بالية بسرعة أوترك الـ I/ME والـ CE غير المترابطين ليتعاملوا مع مجموعة كبيرة من الأعمال المختلطة وغيرها من التحديات العملياتية للإدارة والتنفيذ غير الضرورية التي يمكن تفاديها بطريقة أخرى.

الاقتصاديات الهندسية وتحليل القرارات Engineering Economics and Decision Analysis

إن قصة جهازي التصوير المقطعي المحوسب (CT)، التي تمثل القوة الدافعة الرئيسية وراء العديد من القرارات والأسس الإدارية بالنسبة إلى مادة "المقدمة في الأعمال"، هي تحقيق الأرباح. وتوضع هذه القوة في مرافق الرعاية الصحية المساهمة غير الربحية على الهامش. يلعب الـ I/ME دوراً رئيسياً في أغلب الأحيان في توفير العمل التحليلي لدعم اتخاذ القرار من خلال مجموعة متنوعة من التقنيات. على سبيل المثال، خذ في الاعتبار أن شعبة الأشعة اشترت ماسح CT جديد (CT_A) بالإضافة إلى جهازها الحالي (CT_B) لتلبية الطلب المتزايد. تأخذ كل وحدة مدة مختلفة من الوقت لفحص المريض. وبما أن CT_A جديد، فإن متوسط المسح ١٦ دقيقة لكل مسح، بينما يكون متوسط المسح للماسح المُستخدم CT_B ٢٤ دقيقة لكل مسح. إن الوقت الإجمالي لمعالجة مريض يبلغ في المتوسط ١٢ دقيقة لكل مريض، صافي كل من زمن المعالجة للماسحين. حدد تحليل التكلفة السابق أنه كان يجب معالجة ٢٤ مريضاً يومياً بالنسبة إلى الشعبة لكي تعمل.

يجب أن ننظر إلى معدلات المعالجة لتحديد حل لذلك. إن معدل CT_A هو٢,١ مريض في كل ساعة (٦٠ دقيقة /ساعة/١٦+١٢ دقيقة لكل مريض) و١,٧ مريض/ساعة لـ CT_B. وإذا كانت المنشأة تعمل لمدة سبع ساعات، فإنه يمكن معالجة ما مجموعه ٢٦,٦ مريض/يوم، على افتراض أن العملية بحالة مستقرة، وهكذا تعمل الشعبة بسهولة. ومع ذلك، فإن التأخيرات مثل وصول المرضى متأخرين، واستراحات الكادر، والتغيب، والأعمال الورقية المهدورة، وتأخيرات الآلة تسهم جميعها في اتجاه تقويض تلك الحالة المثالية. إذا تم إدخال خمس دقائق مُضافة تبعاً لاختلافات التأخير أوX دقيقة تخسرها الوحدة في زمن التوقف في العملية فإن الحجم اليومي يمكن أن ينخفض إلى ٢٣ مريضاً يومياً، ومن ثم الحفاظ على خسارة دائمة. إن الواقع هو أنه توجد عمليات عشوائية في العمل تسبب تأخيرات متغيرة من حيث المدة وليست موزعة بالتساوي على أساس كل مريض. يمكن أن يؤدي هذا إلى انخفاض في الاستخدام يصل إلى ٢٠٪، أومن ١٨-٢٠ مريضاً يومياً في هذه الحالة.

يستطيع الـ I/ME إجراء تحليل زمني للدراسة من خلال تطبيق طريقة معينة وبناء مخطط جريان للعملية لتحديد طرق لتخفيض زمن معالجة المريض عن طريق إلغاء أو جمع خطوات، أو إزالة بعض الخطوات في "المسار الحرج" للعملية لتقليل زمن المعالجة المباشرة. يمكن أن تشمل الأدوات الأخرى محاكاة للعملية حيث يمكن بناء جريان ديناميكي لمتتالية من الأحداث تحاكي عملية العمل، وتغيير أحداث معينة أو عمليات فرعية لتحديد حساسية زمن الخدمة في حين أنها تتضمن تلك العمليات العشوائية مثل وصول المريض وزمن توقف الموارد.

يمكن القيام بهذا التحليل قبل شراء التجهيزات مع معايير زمنية، ولوجستيات، ومراقبة محددة مسبقاً في المكان، إذا تم إجراؤه في إطار عملية تخطيط معقولة. ملاحظة ذات أهمية: قرر المستشفى استخدام جميع عقود الخدمة الشاملة التي بلغت ٩٢٠٠٠ دولار أمريكي سنوياً. لو كان المستشفى قد استخدم قسم الهندسة الإكلينيكية الموجودة فيه، فإنه لم يكن ليوفر النقود فقط، بل لكان قد أضاف أيضاً قيمة إلى الاستخدام خلال وقت المهندس الإكلينيكي غير المخصص لـ CT.

إدارة المشروع

Project Management

"كل شيء على ما يرام في النهاية. إذا لم يكن على ما يرام، فإنها عندئذ ليست النهاية". مجهول

إدارة المشاريع الكبيرة والمعقدة Managing Large, Complex Projects

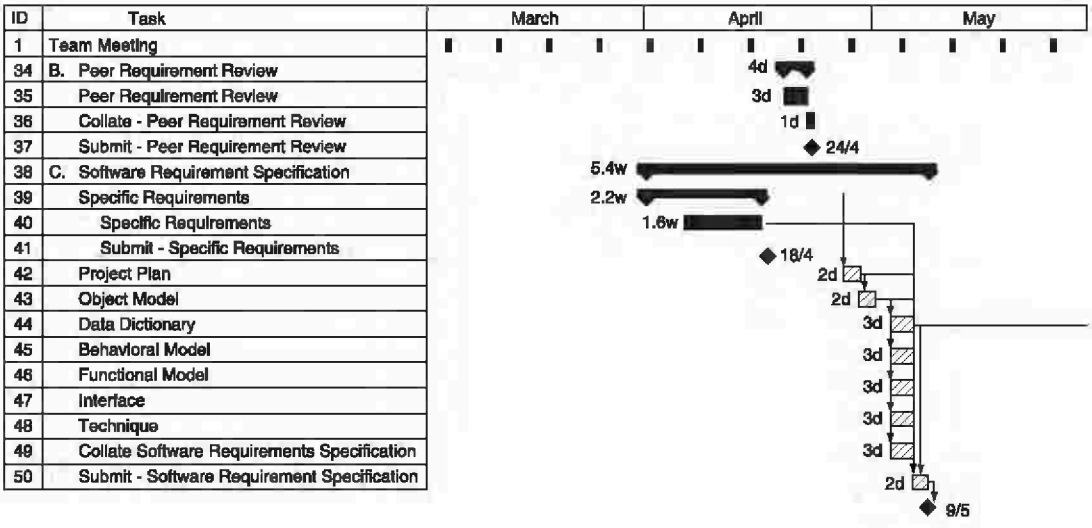
مخطط Gantt

إن مخطط Gantt هو مخطط شريطي أفقي بالإضافة إلى أداة تحكم في الإنتاج تم إيجاده عام ١٩١٧م على يد Henry L. Gantt، الذي كان مهندساً أمريكياً وعالماً اجتماعياً. يُستخدم مخطط Gantt كثيراً في إدارة المشاريع، ويوفر

رسماً بيانياً للجدول الزمني الذي يساعد على تخطيط وتنسيق ومتابعة مهام محددة في مشروع ما (الشكل رقم ٤٧,١). يمكن أن تكون مخططات Gantt أشكالاً بسيطة تم إنشاؤها على ورقة رسم بياني، أو أكثر تعقيداً، أشكالاً مؤتمتة تم إنشاؤها باستخدام برامج تطبيقات إدارة المشاريع مثل مشروع مايكروسوفت أو إكسل. (انظر على سبيل المثال، http://goanna.cs.rmit.edu.au/~geoff/280/cgi/sample/timing/section1.htm).

مخطط PERT

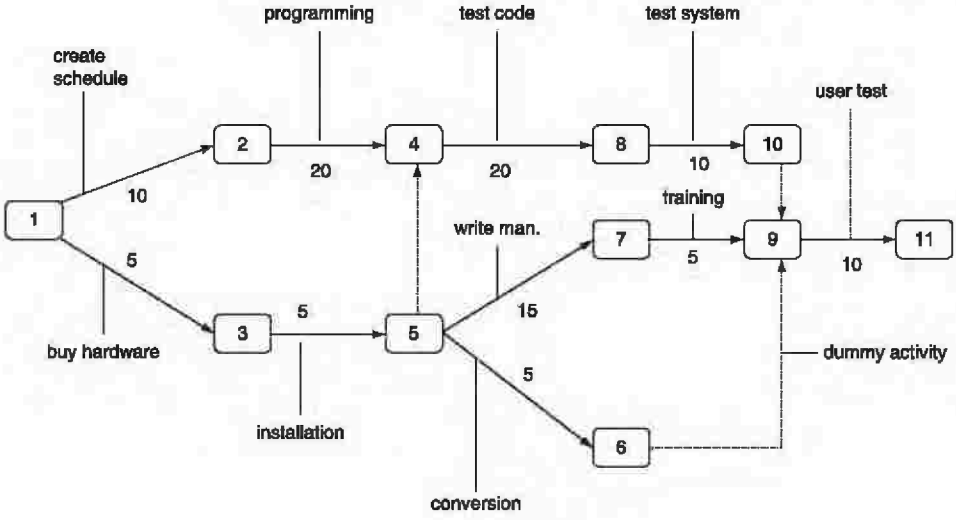
إن ما يقيّد مخطط Gantt هو أنه لا يظهر ترابط الأمور بعضها ببعض. تم وضع مخطط PERT (" تقنية مراجعة لتقييم برنامج") من قبل سلاح البحرية الأميركية في خمسينيات القرن العشرين لإدارة برنامج صواريخ غواصة Polaris للتغلب على ذاك القيد. وهذا غالباً ما يكون متحد مع طريقة المسار الحرج (CPM)، التي تم تطويرها في القطاع الخاص في الوقت نفسه تقريباً. تحدد طريقة المسار الحرج تسلسل المسار الذي يكون أكثر حرجاً لانجاز المشروع.



الشكل رقم (٤٧,١).مثال لمخطط Gantt.

يعرض مخطط PERT توضيحاً بيانياً للمشروع كمخطط شبكي يتألف من عقد مُرقّمة (إما دوائر أو مستطيلات) تمثل أحداث أو معالم بارزة في المشروع، ومترابطة من خلال أسهم مميزة تمثل مهاماً في المشروع. يشير اتجاه الأسهم على الخطوط إلى تسلسل المهام. ففي مخطط PERT المُبين في الشكل رقم (٤٧,٢)، على سبيل المثال، يجب أن يتم إكمال المهام بين العقد ١ و٢ و٤ و٨ و١٠ على التسلسل. تسمى هذه بالمهام التابعة أو المتسلسلة. إن المهام بين العقدتين ١ و٢، وبين العقدتين ١ و٣ لا تعتمد على الانتهاء من واحدة للبدء بالأخرى، ويمكن القيام بها

في وقت واحد. هذه المهام يُطلق عليها اسم مهام "متوازية"، أو"متزامنة". يتم اعتبار المهام التي يجب استكمالها على التسلسل، ولكنها لا تحتاج إلى موارد أو وقت للانتهاء، بأنها تابعة للحدث. تُسمى المهام الممثلة بخطوط منقطة ذات أسهم "بالأنشطة الوهمية". يشير، على سبيل المثال، السهم المتقطع الذي يربط العقدتين ٦ و٩ إلى أنه يجب أن يتم تحويل ملفات قبل إمكانية حدوث اختبار المستخدم، إلاّ أن الموارد والوقت اللازم للتحضير من أجل اختبار المستخدم (على سبيل المثال، تدريب المستخدم وكتابة كتيب المستخدم) تكون على مسار آخر. تشير الأرقام على الجوانب المواجهة للأسهم إلى الوقت المخصص لهذه المهمة.



- تمثل المستطيلات المُرقّمة أحداث أو معالم.
- تمثل الأسهم الموجهة مهام تابعة يجب إنهاؤها بالتتالي.
- تشير اتجاهات الأسهم المتباعدة (على سبيل المثال ١–٢، و ١–٣) إلى المهام المتزامنة المُحتملة.
- تشير الخطوط المُنقّطة إلى مهام تابعة لا تحتاج إلى موارد.

الشكل رقم (٤٧,٢).مثال لمخطط PERT.

إن هذه التقنيات مفيدة في تنظيم وإدارة وتحديد المسؤولية، وتحديث الحالة في المشاريع الكبيرة والمعقدة. يضع المهندس الصناعي/الإداري (I/ME) على نحو نموذجي قائمة مهام من خلال العمل مع متخصصين مثل المهندسين المعماريين ومهندسين آخرين، ومُبرمجين وسوف يطوّر وينظّم قائمة أكثر تفصيلاً للأنشطة، وتسلسل الأحداث الضرورية، ويحدد أوجه الترابط بين الأنشطة والأحداث. يقع هذا التخصص المستقل لـ I/ME تحت إدارة المشاريع،

التي تشكل حقلاً كاملاً في حد ذاته. وهناك مديرو مشاريع مُجازون (PMs)، وأدوات خاصة مُستخدمة لوضع الجداول الزمنية، ومجتمعات دولية مكرَّسة لهذا المجال المهم. (وللحصول على مزيد من المعلومات حول إدارة المشاريع، انظر http://www.allpm.com/static.html).

مبدلات ضغط الدم التي يُعاد استخدامها مقابل التي تستخدم لمرة واحدة: دراسة حالة

Reusable vs. Disposable Blood Pressure Transducers: A Case Study

"إن جواباً تقريبياً للمسألة الصحيحة جديراً بمعاملة جيدة أكثر من جواب دقيق لمشكلة تقريبية". John Tukey

إن ما يلي هو مثال على كيف يمكن أن يتم توحيد مجالات التخصص لمهندس صناعي/إداري ومهندس إكلينيكي في تحليل استخدام التكاليف/المنافع للأجهزة الطبية البديلة في المستشفى: لقد كانت تكلفة المبدلات التي يُعاد استخدامها في زيادة طوال العام السابق. وبناء على طلب من ممثل المبيعات، أراد مدير المستشفى تقييم استخدام المبدلات التي تستخدم لمرة واحدة. استعرض المهندس الصناعي/ الإداري المشكلة مع المهندس الإكلينيكي وبدءاً ببناء طريقة لذلك. وبالنظر إلى الأرقام في تحليل "أفعل/اشتري"، فإن تكلفة المبدلات التي يُعاد استخدامها هي ٢٧٥ دولاراً أمريكياً في حين أن تكلفة التي تستخدم لمرة واحدة هي ٢,٣٨ دولاراً أمريكياً. وبلغ الجرد الإجمالي ١٤٩ مبدلاً، مع ١٢ في التخزين. أشار أخذ العينات العشوائي أن، في المتوسط، ٨٢٪ من المبدلات كانت قيد الاستخدام على أساس يومي. وكان متوسط معدل الإصلاح ٢٦ شهرياً بتكلفة قدرها ٦٣ دولاراً أمريكياً في قطع الغيار، والموظفين (تكلفة المهندس الإكلينيكي على أساس تحليل دراسة زمنية)، ونفقات التشغيل، ومعدل استبدال مقداره ٣٧ في الشهر.

إن هذه المشكلة، وبشكل سطحي، تبدو بسيطة. يصل تقدير تكلفة الاستبدال على أساس سنوي إلى ١٤١٧٥٦ دولار أمريكي/سنة: (٣٧ استبدال/الشهر × ٢٧٥ دولار أمريكي/المبدل × ١٢/الشهر/السنة)+(٢٦ إصلاح/الشهر × ٦٣ دولار أمريكي/إصلاح × ١٢ شهر). إن استخدام وحدات تُستخدم لمرة واحدة سيكلف ١١٤٦٨٦ دولار أمريكي/السنة: (١٦١ مبدل × ٨٢٪ استخدام × ٢,٣٨ دولار أمريكي/المبدل). لذلك يمكن أن يسفر استخدام وحدات تُستخدم لمرة واحدة عن وفورات قدرها ٢٧٠٠٠ دولار أمريكي/السنة. ومن الواضح أن الاختيار سيكون لاستخدام المبدلات التي تُستخدم لمرة واحدة.

كان لدى مدير الهندسة الإكلينيكية، من ناحية ثانية، الحدس والبصيرة للقيام بتطوير نظام شامل لإدارة التجهيزات الطبية (MEMS) (Dyro, 1984, 1993). قرر المهندس الصناعي/الإداري إمعان النظر في معدلات المتوسط الزمني بين الإخفاقات (MTBF) بمجموعة المستخدمين مع الأخذ في الاعتبار وفرة البيانات المتاحة من خلال النظام.

لقد كانت النتائج مذهلة. حدد المهندس الصناعي/الإداري اثنتين من الوحدات اللاتي كان لديهن المتوسط الزمني الأقصر بين الإخفاقات، ومن ثم معدل الاستبدال والإصلاح الأعلى. كانت الأسباب وحدة العناية المركّزة (ICU)، وغرفة العمليات (OR). وعند إجراء مقابلات مع الكوادر في هذه المواقع، انتهى المهندس الصناعي/الإداري إلى أن تلك الكوادر أساءت التعامل مع هذه المبدلات في أغلب الأحيان، وأحياناً تلقي بها على الطاولة فقط، وفي بعض الأحيان تسقطها على الأرض. أصبح الجواب واضحاً جداً: التدريب والتوعية وسهولة الوصول إلى التخزين ومراقبة الكادر الذي يتعامل مع المبدلات. ومن خلال تخفيض حدوث الأعطال بنسبة ٢٠٪، فقد تحولت التكلفة لصالح المبدلات التي يُعاد استخدامها. بطبيعة الحال، تم نقل هذه الطريقة إلى جميع المناطق، مما أدى إلى انخفاض حاد في عمليات الإصلاح وزيادة كبيرة في MTBF والوفورات المالية.

التحقيق الأمثل للموارد/بحوث العمليات
Resource Optimization/Operations Research

"لا يدرس اختصاصيو الرياضيات المواد، بل العلاقات بينها. ومن ثم، فهم أحرار في استبدال بعض المواد بأخرى، طالما أن العلاقات تبقى دون تغيير. إن المحتوى بالنسبة لهم غير مهم: إنهم مهتمون بالشكل فقط".
.Jules Henri Poincaré (1854–1912)

تأسست جذور ميدان بحوث العمليات (OR) في سنوات ما قبل الحرب العالمية الثانية تماماً. بدأت التجارب في عام ١٩٣٨م، باستكشاف الطرق التي يمكن بواسطتها استخدام المعلومات التي يقدمها الرادار لتوجيه الطائرات. وقام فريق متعدد التخصصات من العلماء الذين يعملون على هذا الرادار/مشروع طائرة مقاتلة بدراسة ظروف التشغيل الفعلية لهذه الأجهزة الجديدة وتصميم التجارب في ميدان العمليات، وعندئذ تمت ولادة المصطلح الجديد "بحوث العمليات". كان هدف الفريق استخلاص فهم للعمليات للنظام الكامل للتجهيزات، والأشخاص، والظروف البيئية (مثل الطقس والوقت المناسب باليوم)، ومن ثم لتحسينه. كانت طريقتهم فيما بعد موازية في الولايات المتحدة للفريق الأول الذي يعمل على التكتيكات المضادة للغواصات. طوّرت مجموعة الولايات المتحدة سلسلة من النماذج الرياضية، "نظرية البحث المُخوَّلة" "entitled search theory"، التي كانت تُستخدم لتطوير نماذج مثلى للبحث الهوائي. إن لدى كل فرع من فروع الجيش الأمريكي اليوم مجموعة بحوث عمليات خاصة به تضم كلاً من الموظفين العسكريين والمدنيين. انتقلت بحوث العمليات إلى المجال الصناعي في أوائل خمسينيات القرن العشرين وتوازت مع تطور الحواسيب باعتبارها أداة تخطيط الأعمال وإدارتها. ابتعد الجوهر، عندما تطور المجال، عن الفرق متعددة التخصصات إلى التركيز على تطوير نماذج رياضية يمكن استخدامها لوضع، وتحسين، وحتى التحقيق الأمثل لأنظمة في العالم الحقيقي. وتشمل هذه النماذج: النماذج الحتمية مثل البرمجة الرياضية، وتدفقات الشبكة أو

التوجيه، وكذلك النماذج الاحتمالية مثل الوقوف في الطابور والمحاكاة وهرميات القرار. وفيما يلي أمثلة بسيطة في البرمجة الخطية:

تخطيط الإنتاج
Production Planning

"كيف يمكن للرياضيات التي هي في النتيجة نتاج فكر بشري مستقل عن التجربة أن تتكيف على نحو باهر مع أشياء من الواقع؟" Albert Einstein (1879–1955)

المثال ١

تقوم الشعبة النسائية باختبارين تشخيصيين (X وY) باستخدام جهازين (A وB). تحتاج كل مريضة مطلوب منها إجراء اختبار التشخيص X إلى ٥٠ دقيقة زمن معالجة على الجهاز A و٣٠ دقيقة زمن معالجة على الجهاز B. وتتطلب كل مريضة تحتاج إلى إجراء اختبار التشخيص Y إلى زمن معالجة مقداره ٢٤ دقيقة على الجهاز A وزمن معالجة مقداره ٣٣ دقيقة على الجهاز B.

كان هناك، في بداية الأسبوع الحالي، ٣٠ مريضة للجهاز X و٩٠ مريضة للجهاز Y على الجدول الزمني. من المتوقع أن يكون زمن المعالجة المتاح على الجهاز A ٤٠ ساعة، وعلى الجهاز B ٣٥ ساعة (ساعة/اليوم إضافية للإعداد ومراقبة الجودة (QC)).

من المتوقع أن يبلغ متوسط الطلب لـ X في الأسبوع الحالي ٧٥ مريضة، ومن أجل Y فمن المتوقع أن يكون ٩٥ مريضة. إن سياسة الخدمة هي تحقيق أقصى قدر من المجموع الموحَّد للمرضى المُجدوَلين من X وY خلال الأسبوع. ويمكن أن يتم اختيار الطرق التالية:

- صياغة برنامج خطي لمشكلة تحديد كم مريضة من كل مجموعة من المرضى يجب معالجتها في الأسبوع الحالي.
- حل هذا البرنامج الخطي بيانياً.

X : هو عدد إجراءات الاختبار التشخيصي لمرضى X في الأسبوع الحالي.

Y : هو عدد إجراءات الاختبار التشخيصي لمرضى Y في الأسبوع الحالي.

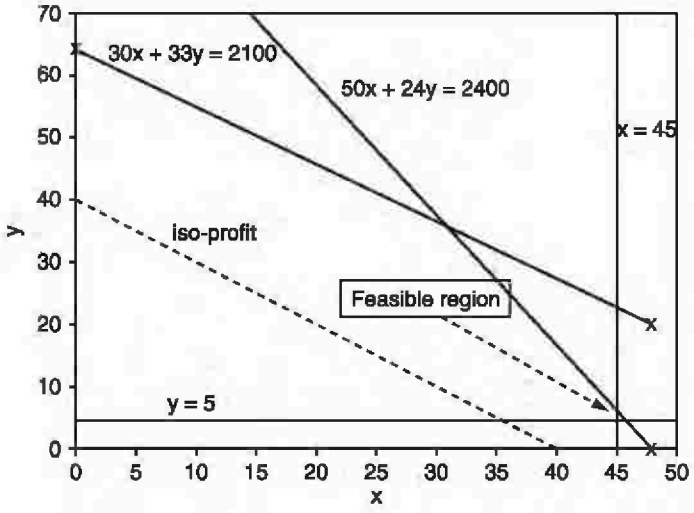
بعدئذ تكون القيود:

- 50x+24y <= 40(60) زمن الجهاز A .
- 30x+33y <= 35(60) زمن الجهاز B.
- x >= 75-30.

- أي، x >= 45 وهكذا فإن ناتج X أكبر أو يساوي الطلب (٧٥) ناقصاً الجدول الابتدائي (٣٥) والذي يضمن أننا نلبي الطلب.
- y >= 95-90.
- أي، y >= 5 وهكذا فإن ناتج y أكبر أو يساوي الطلب (٩٥) ناقصاً الجدول الابتدائي (٩٠) والذي يضمن أننا نلبي الطلب.

الهدف: زيادة قصوى لـ (x+y-50) = (y+90-95)+(x+30-75)، أي لزيادة عدد المرضى المُعالَجين إلى أقصى حد بحلول نهاية الأسبوع، ويبين الشكل رقم (٤٧,٣) أن الحد الأقصى للأحداث هو عند التقاطع لـ X=45 و50x+24y=2400.

وبالحل بنفس الوقت، بدلاً من قراءة القيم من الرسم البياني، يكون لدينا x=45 وy=6.25 مع قيمة التابع الهدف مساوية لـ ١,٢٥.



الشكل رقم (٤٧,٣).حل بياني لتحديد العدد الأعظمي للمرضى الذين تتم معالجتهم كل أسبوع.

المثال ٢

من الواضح أنه يوجد في العالم الحقيقي الكثير من المشكلات التي تتجاوز الحالات ثنائية الأبعاد. إن المتغيرات مع أكثر من ١٠ متغيرات ليست غير عادية. لنأخذ في الاعتبار المثال التالي:

يوفر قسم الهندسة الإكلينيكية أربع فئات من الخدمات و هي الداخلية، والعقد الخارجي، ومزيج من الاثنتين، وخدمة مُصنِّعي التجهيزات الأصلية (OEM). في الجزء الأخير من العملية، هناك تشخيص وإصلاح

وصيانة وقائية. إن الوقت اللازم لكل متغير من هذه العمليات مُبين في الجدول رقم (٤٧,١) (بالدقائق)، بالإضافة إلى مساهمة التكلفة الهامشية (MCC) لكل وحدة تم إصلاحها (أي الأرباح).

الجدول رقم (٤٧,١). أزمنة التشخيص والإصلاح والصيانة الوقائية وكذلك الأرباح (أي، مساهمة التكلفة الهامشية (MCC) لكل متغير من المتغيرات الأربعة).

	التشخيص (دقيقة)	الإصلاح (دقيقة)	الصيانة الوقائية (دقيقة)	MCC (دولار أمريكي)
المتغير ١	٢٠	٣٠	٢٠	١,٥٠
المتغير ٢	٤٠	٢٠	٣٠	٢,٥٠
المتغير ٣	٣٠	٣٠	٢٠	٣,٠٠
المتغير ٤	٧٠	٤٠	٥٠	٤,٥٠

مع الأخذ في الاعتبار الحالة الراهنة للقوى العاملة المهنية، تفيد تقديرات القسم بأنه يتوفر لديهم في كل سنة ١٠٠٠٠٠ دقيقة زمن تشخيص، و٥٠٠٠٠ دقيقة زمن إصلاح، و٦٠٠٠٠ دقيقة زمن معاينة. ما هي حصة كل متغير ينبغي للقسم خدمته في السنة، وماذا ستكون مساهمة التكلفة الهامشية المرتبطة بها؟

لنفترض الآن أن القسم حر في أن يقرر كم من الوقت يكرِّس لكل واحدة من هذه العمليات الثلاث (التشخيص، والإصلاح، والصيانة الوقائية) ضمن الوقت الكلي المسموح به والبالغ ٢١٠٠٠٠ دقيقة (=١٠٠٠٠٠+٥٠٠٠٠+٦٠٠٠٠) وما هي الكمية التي ينبغي للقسم أن يقوم بها من كل متغير في السنة، وما هو الربح المرتبط؟

حل تخطيط الإنتاج:

المتغيرات

ليكن: X_i عدد وحدات المتغير i (i=1,2,3,4) المعمولة سنوياً

T_{diag} عدد الدقائق المستخدمة في التشخيص سنوياً

T_{rep} عدد الدقائق المستخدمة في الإصلاح سنوياً

T_{chk} عدد الدقائق المستخدمة في المعاينة سنوياً

حيث $T_{diag}, T_{rep}, T_{pm} >= 0$ و $x_i >= 0$ i=1,2,3,4

المحددات

(أ) تعريف زمن العملية

$T_{diag} = 20x_1 + 40x_2 + 30x_3 + 70x_4$ (تشخيص)

$T_{rep} = 30x_1 + 20x_2 + 30x_3 + 40x_4$ (إصلاح)

$T_{pm} = 20x_1 + 30x_2 + 20x_3 + 50x_4$ (صيانة وقائية)

(ب) حدود زمن العملية

تتوقف حدود زمن العملية على الحالة التي يجري النظر فيها. ففي الحالة الأولى، حيث الحد الأقصى للزمن الذي يمكن أن يُستهلك على كل عملية محدَّد، يكون لدينا ببساطة:

$T_{diag} <= 100000$ (تشخيص)

$T_{rep} <= 50000$ (إصلاح)

$T_{pm} <= 60000$ (صيانة وقائية)

وفي الحالة الثانية، حيث القيد الوحيد مفروض على الزمن الإجمالي المُستهلك على جميع العمليات، يكون لدينا ببساطة:

$T_{diag} + T_{rep} + T_{pm} <= 210000$ (الزمن الإجمالي)

الهدف: زيادة مساهمة التكلفة الهامشية (MCC) إلى أقصى حد، ومن ثم فإن تابع الهدف هو:

زيادة $(1.50x_1 + 2.50x_2 + 3.00x_3 + 4.50x_4)$ إلى أقصى حد.

هناك مجموعة متنوعة من حزم البرمجيات وتقنيات النمذجة الرياضية التي يمكن استخدامها من أجل حل هذه المشاكل وغيرها. ولكن هذا هو الظاهر من أنواع تقنيات حل المشاكل التي يستخدمها المهندسون الصناعيون/الإداريون وعلماء بحوث العمليات. تُدعى إحدى النسخ المبنية على ويندوز® من هذه الحزم WinQSB®، وهناك العديد من الحزم الأخرى التي تستخدم منهجيات قواعد البيانات من أجل حل مشاكل بحوث العمليات المعقدة.

أشجار القرارات
Decision Trees

"إن الطرق التي نسلكها هي أكثر أهمية من الأهداف التي نعلنها. القرارات تحدد المصير".
Frederick Speakman.

يلعب الحظ (أو الاحتمال) دوراً هاماً في كثير من المشاكل. إن "تحليل القرار" هو الاسم العام الذي تم إعطاؤه لتقنيات تحليل المشاكل التي تحتوي على خطر/عدم يقين/احتمالات. إن أشجار القرارات هي واحدة من التقنيات الخاصة لتحليل القرار.

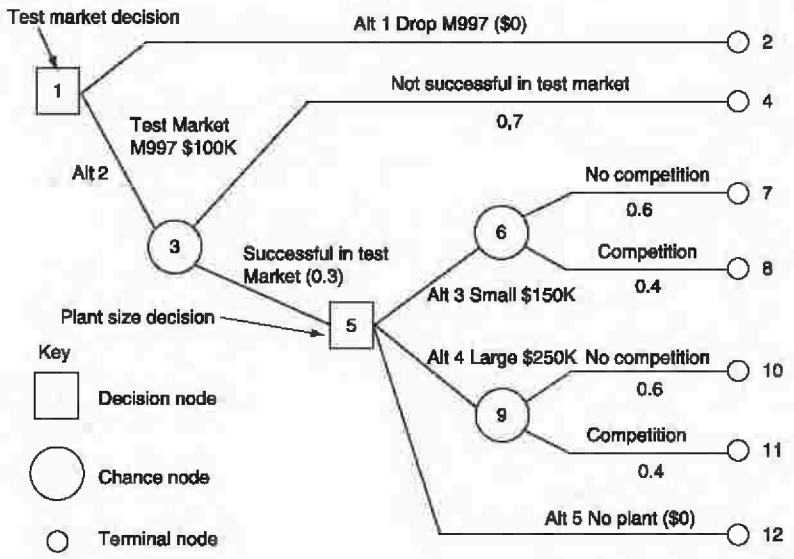
مثال ١

تواجه شركة ما قراراً يتعلق بجهاز طبي طرازه M997 تم تطويره من قبل إحدى مختبرات البحوث التابعة لها. يجب أن تقرر ما إذا كانت ترسل M997 إلى اختبار السوق أو تتخلى عنه تماماً. وتقدر الشركة أن اختبار التسويق سيكلف ١٠٠٠٠٠ دولار أمريكي. تشير التجارب السابقة إلى أن ٣٠٪ فقط من المنتجات تنجح في اختبار الأسواق.

إذا نجح M997 في مرحلة اختبار السوق فسوف تواجه الشركة عندئذ المزيد من القرارات المتصلة بحجم المصنع اللازم لإنتاج M997. إن مصنعاً صغيراً سوف يكلّف ١٥٠٠٠٠ دولار أمريكي لبناء وإنتاج ٢٠٠٠ وحدة في السنة، في حين أن مصنعاً كبيراً سيكلف ٢٥٠٠٠٠ لبناء وإنتاج ٤٠٠٠ وحدة سنوياً. لقد قدَّر قسم التسويق أن هناك مخاطرة نسبتها ٤٠٪ بأن يقوم منافس بالرد بمنتج مماثل، وأن السعر لكل وحدة مباعة سيكون على النحو التالي (على افتراض أنه يتم بيع كامل الإنتاج):

	مصنع كبير	مصنع صغير
إذا ردَّ المنافس بمنتج مماثل	٢٠ دولار أمريكي	٣٥ دولار أمريكي
إذا لم يردّ المنافس بمنتج مماثل	٥٠ دولار أمريكي	٦٥ دولار أمريكي

على افتراض أن عمر السوق لـ M997 مُتوقع أن يكون سبع سنوات وأن التكاليف السنوية لتشغيل المصنع هي ٥٠٠٠٠ دولار أمريكي (لكلا الحجمين من المصانع)، فهل ينبغي للشركة المباشرة باختبار تسويق M997؟ وللنظر في هذه المشكلة، انظر إلى شجرة القرار المُبينة في الشكل رقم (٤٧,٤).



الشكل رقم (٤٧,٤).شجرة القرار لتحديد ما إذا كان ينبغي للشركة أن تقوم باختبار السوق لجهاز طبي.

- تمثل عقد القرار نقاط يجب على الشركة القيام عندها باختيار خيار واحد من عدد من الخيارات الممكنة (على سبيل المثال، عند عقدة القرار الأولى، يجب أن تختار الشركة واحد من الخيارين: "التخلي عن M997" أو" اختبار السوق لـ M997").

- تمثل عقد الفرص نقاط تلعب عندها الفرصة، أو الاحتمال، دوراً سائداً وتعكس هذه النقاط الخيارات التي ليس للشركة سيطرة عليها (بشكل فعال).
- تمثل العقد الطرفية نهايات المسارات من اليسار إلى اليمين، خلال شجرة القرار.

خطوة الحل ١ : يحسب المرء الربح (بالدولار الأمريكي) المشمول في كل مسار خلال شجرة القرار وذلك من العقدة الابتدائية إلى العقدة الطرفية لفرع ما. ويعمل المرء أساساً في هذه الخطوة من الجانب الأيسر للمخطط إلى الجانب الأيمن.

- مسار إلى العقدة الطرفية ٢- نتخلى عن M997.

إجمالي الإيرادات = صفر.

إجمالي التكلفة = صفر.

إجمالي الربح = صفر.

إن الأموال التي قد تم أنفاقها على تطوير M997 هي " تكلفة مغمورة" (أي، هي تكلفة لا يمكن تغييرها، مهما يكن قرارنا المستقبلي) وليس لها أي دور في تحديد القرارات المستقبلية.

- مسار إلى العقدة الطرفية ٤- نختبر السوق للجهاز M997 (التكلفة ١٠٠٠٠٠ دولار أمريكي) ولكننا وجدنا أنه غير ناجح، ولذا تخلينا عنه.

إجمالي الإيرادات = صفر.

إجمالي التكلفة = ١٠٠.

إجمالي الربح = - ١٠٠ (جميع الأرقام الواردة بالألف دولار أمريكي) .

- مسار إلى العقدة الطرفية ٧- نختبر السوق للجهاز M997 (التكلفة ١٠٠ ألف دولار أمريكي)، ووجدنا أنه ناجح، وقمنا ببناء مصنع صغير (التكلفة ١٥٠ ألف دولار أمريكي)، ووجدنا أننا دون منافسة (الإيرادات لمدة سبع سنوات لـ ٢٠٠٠ وحدة سنوياً بـ ٦٥ دولارا لكل وحدة = ٩١٠٠٠٠ دولار أمريكي).
- وهذا يستمر من أجل كل مسار لعقدة طرفية.

خطوة الحل ٢ : تأمل عقدة الفرصة ٦ مع فروع العقد الطرفية ٧ و٨ المنبثقة عنها. يحدث فرع العقدة الطرفية ٧ مع احتمال ٠,٦ وربح إجمالي مقداره ٣١٠ آلاف دولار أمريكي، في حين أن فرع العقدة الطرفية ٨ يحدث مع احتمال ٠,٤ وربح إجمالي مقداره -١١٠ آلاف دولار أمريكي ومن ثم، فإن "القيمة النقدية المتوقعة" (EMV) من عقدة الفرصة هذه تُعطى من خلال :

٠,٦×(٣١٠)+٠,٤×(- ١١٠)=١٤٢ ألف دولار أمريكي.

ويمثل هذا الرقم بشكل أساسي الربح المُتوقع (أو متوسط الربح) من فرصة العقدة هذه (٦٠٪ من الوقت نحصل على ٣١٠ آلاف دولار أمريكي و٤٠٪ من الوقت نحصل على ١١٠ آلاف دولار أمريكي ومن ثم في المتوسط نحصل على ٠,٦×(٣١٠)+٠,٤×(- ١١٠)=١٤٢ ألف دولار أمريكي).

يتم تحديد القيمة النقدية المتوقعة لأي عقدة فرصة من خلال "المبلغ على جميع الفروع، (احتمال الفرع مضروباً بالقيمة النقدية (دولار أمريكي) للفرع)". وهكذا فإن القيمة النقدية المتوقعة لعقدة الفرصة ٩ مع فروع العقد الطرفية ١٠ و١١ المنبثقة عنها تُعطى من خلال:

٠,٦×(٧٠٠)+٠,٤×(- ١٤٠)=٣٦٤ ألف دولار أمريكي.

(العقدة ١٠) (العقدة ١١).

إن عقدة القرار المتعلقة بحجم بناء المصنع يمكن تطويرها الآن كما في الشكل رقم (٤٧,٥)، حيث تم استبدال عقد الفرص بالقيم النقدية المتوقعة المقابلة لها. تعرض عقدة قرار المصنع ثلاثة خيارات الآن:

الخيار ٣: بناء مصنع صغير بقيمة نقدية متوقعة = ١٤٢ ألف دولار أمريكي

الخيار ٤: بناء مصنع كبير بقيمة نقدية متوقعة = ٣٦٤ ألف دولار أمريكي

الخيار ٥: بناء أي محطة بقيمة نقدية متوقعة = - ١٠٠ ألف دولار أمريكي

من الواضح، من حيث القيمة بالدولار، أن الخيار رقم ٤ هو الخيار الأكثر جاذبية، ومن ثم نستطيع تجاهل الآخرَين، وإعطاء شجرة القرار المُنقَّحة المبينة في الشكل رقم (٤٧,٦).

تكرار العملية التي تم تنفيذها آنفاً:

تُعطى القيمة النقدية المتوقعة لعقدة الفرصة ٣ والتي تمثل ما إذا كان M997 ناجحاً في اختبار السوق أم لا من خلال:

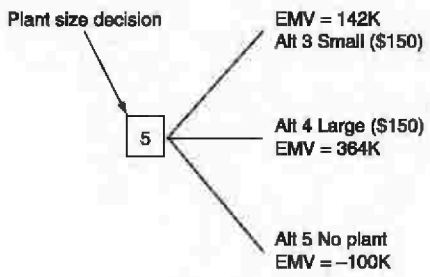
٠,٣×(٣٦٤)+٠,٧×(- ١٠٠)=٣٩,٢ (ألف دولار أمريكي) عقدة قرار المصنع ٤

ومن ثم يكون لدينا الخيارين التاليين عند عقدة القرار التي تمثل ما إذا كان القرار لاختبار السوق للجهاز M997 أم لا:

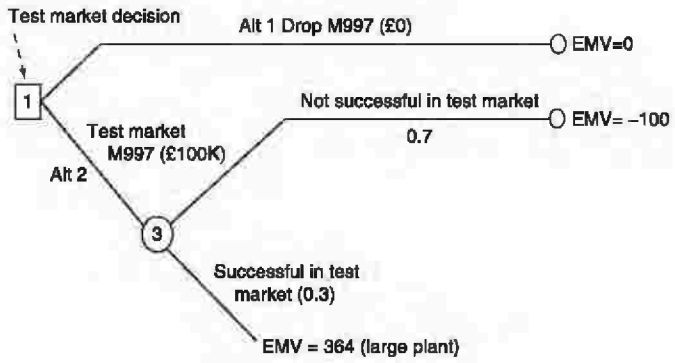
الخيار ١: التخلي عن M997، القيمة النقدية المتوقعة = صفر

الخيار ٢: اختبار السوق للجهاز M997، القيمة النقدية المتوقعة= ٣٩,٢ ألف دولار أمريكي

من الواضح، من حيث القيمة بالدولار، أن الخيار رقم ٢ هو الأفضل، لذلك ينبغي لنا اختبار السوق للجهاز M997 مع الأخذ في الاعتبار أن لهذا القرار قيمة نقدية متوقعة (EMV) تساوي ٣٩,٢ ألف دولار أمريكي. إذا كان M997 ناجح في اختبار السوق فإننا نتوقع عندئذ، في هذه المرحلة، بناء مصنع كبير (إشارة إلى الخيار الذي تم اختياره تبعاً لعقدة القرار المتعلقة بحجم بناء المصنع). ومع ذلك، ينبغي في مواقف الحياة الفعلية إجراء مراجعة أخرى بعد أن يكون اختبار التسويق قد اكتمل.



الشكل رقم (٤٧,٥).شجرة القرار لتحديد حجم بناء منشأة التصنيع.



الشكل رقم (٤٧,٦).شجرة قرار مُنقّحة لتحديد حجم المصنع.

مثال ٢

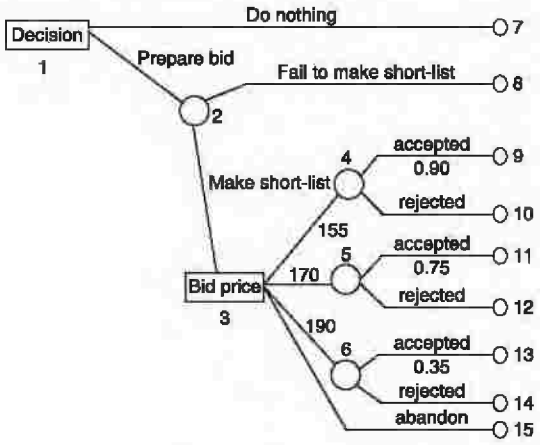
تحاول شركة أن تقرر تقديم أو عدم تقديم مناقصة للحصول على عقد معين. وتقدِّر الشركة أن مجرد محاولة إعداد عرض المناقصة سيكلف ١٠٠٠٠ دولار أمريكي. إذا قامت الشركة بتقديم المناقصة، فإنها تقدِّر وجود فرصة بنسبة ٥٠٪ بأن هذا الطلب سيتم وضعه على "القائمة القصيرة (short list)" للمنافسين، ولكن بخلاف ذلك سيتم رفض عرضها.

وما أن يتم وضع الشركة على "القائمة القصيرة" فإن الشركة سوف تضطر إلى تقديم المزيد من المعلومات المُفصلة (التي يترتب عليها تكاليف تقدر بمبلغ ٥٠٠٠ دولار أمريكي). بعد هذه المرحلة، سيتم قبول هذا العرض أو رفضه.

وتقدر الشركة أن تكاليف العمالة والمواد المرتبطة بالعقد هي ١٢٧٠٠٠ دولار أمريكي. وهي تأخذ في الاعتبار ثلاثة أسعار ممكنة للعروض: ١٥٥٠٠٠، و١٧٠٠٠٠، و١٩٠٠٠٠ دولار أمريكي. وهي تقدر أن احتمالات قبول هذه العروض (بمجرد أن يتم وضع الشركة على القائمة القصيرة) هي ٠,٩٠ و٠,٧٥ و٠,٣٥ على التوالي.

ما الذي ينبغي للشركة القيام به، وما هي القيمة النقدية المتوقعة لمسارك المُقترح للعمل؟

الحل: بالرجوع إلى شجرة القرار للمشكلة المبينة في الشكل رقم (٤٧,٧).



الشكل رقم (٤٧,٧).شجرة قرار لتحديد ما إذا كان ينبغي لشركة أم لا أن تقدم عرضاً لعقد معين.

يتم فيما يلي تنفيذ الخطوة ١ من إجرائية الحل لشجرة القرار، والتي تتضمن (من أجل هذا المثال)، احتساب إجمالي الأرباح لكل واحد من المسارات من العقدة الابتدائية إلى العقدة الطرفية (جميع الأرقام الواردة بالدولار الأمريكي).

الخطوة ١:

- المسار إلى العقدة الطرفية ٧- الشركة لن تفعل شيئاً.

  إجمالي الربح = صفر.
- المسار إلى العقدة الطرفية ٨- الشركة ستقوم بإعداد العرض ولكنها سوف تفشل في الوصول إلى القائمة القصيرة.

  إجمالي التكلفة = ١٠ إجمالي الربح= - ١٠.
- المسار إلى العقدة الطرفية ٩- الشركة ستقوم بإعداد العرض وسوف تصل إلى القائمة القصيرة، وسيتم قبول عرضها ذي السعر ١٥٥ ألف دولار أمريكي.

  إجمالي التكلفة = ١٠+٥+١٢٧ إجمالي الإيرادات= ١٥٥ إجمالي الربح= ١٣.
- المسار إلى العقدة الطرفية ١٠- الشركة ستقوم بإعداد العرض وسوف تصل إلى القائمة القصيرة ولكن عرضها ذي السعر ١٥٥ ألف دولار أمريكي لن يكون ناجحاً.

  إجمالي التكلفة = ١٠+٥ إجمالي الربح= - ١٥.

- المسار إلى العقدة الطرفية ١١- الشركة ستقوم بإعداد العرض وسوف تصل إلى القائمة القصيرة، وسيتم قبول عرضها ذي السعر ١٧٠ ألف دولار أمريكي.

  إجمالي التكلفة = ١٠+٥+١٢٧ إجمالي الإيرادات= ١٧٠ إجمالي الربح= ٢٨.
- المسار إلى العقدة الطرفية ١٢- الشركة ستقوم بإعداد العرض وسوف تصل إلى القائمة القصيرة ولكن عرضها ذي السعر ١٧٠ ألف دولار أمريكي لن يكون ناجحاً.

  إجمالي التكلفة = ١٠+٥ إجمالي الربح= - ١٥.
- المسار إلى العقدة الطرفية ١٣- الشركة ستقوم بإعداد العرض وسوف تصل إلى القائمة القصيرة، وسيتم قبول عرضها ذي السعر ١٩٠ ألف دولار أمريكي.

  إجمالي التكلفة = ١٠+٥+١٢٧ إجمالي الإيرادات= ١٩٠ إجمالي الربح= ٤٨.
- المسار إلى العقدة الطرفية ١٤- الشركة ستقوم بإعداد العرض وسوف تصل إلى القائمة القصيرة ولكن عرضها ذي السعر ١٩٠ ألف دولار أمريكي لن يكون ناجحاً.

  إجمالي التكلفة = ١٠+٥ إجمالي الربح= - ١٥.
- المسار إلى العقدة الطرفية ١٥- الشركة ستقوم بإعداد العرض وسوف تصل إلى القائمة القصيرة ومن ثم تقرر أن تتنازل عن المناقصة (خياراً ضمنياً متاحاً للشركة).

  إجمالي التكلفة = ١٠+٥ إجمالي الربح= - ١٥.

ومن ثم يصل المرء إلى الجدول رقم (٤٧,٢) الذي يبين لكل فرع الربح الإجمالي المشمول في ذلك الفرع من العقدة الابتدائية إلى العقدة الطرفية.

الجدول رقم (٤٧,٢). الربح الإجمالي لكل فرع من العقدة الابتدائية إلى العقدة الطرفية.

العقدة الطرفية	الربح الإجمالي (دولار أمريكي)
7	٠
٨	-١٠
٩	١٣
١٠	-١٥
١١	٢٨
١٢	-١٥
١٣	٤٨
١٤	-١٥
١٥	-١٥

يستطيع المرء الآن تنفيذ الخطوة الثانية من إجرائية الحل لشجرة القرار التي يعمل بموجبها المرء من الجانب الأيمن للمخطط عائداً إلى الجانب الأيسر.

الخطوة ٢:

خذ في الاعتبار عقدة الفرصة ٤، مع فروع العقد الطرفية ٩ و١٠ المنبثقة عنها. تُعطى القيمة النقدية المتوقعة لعقدة الفرصة هذه من خلال ٠,٩٠×(١٣)+٠,١٠×(- ١٥)=١٠,٢ ألف دولار أمريكي.

وبالمثل تُعطى القيمة النقدية المتوقعة لعقدة الفرصة ٥ من خلال ٠,٧٥×(٢٨)+٠,٢٥×(- ١٥)=١٧,٢٥ ألف دولار أمريكي.

القيمة النقدية المتوقعة (EMV) لعقدة الفرصة ٦ من خلال ٠,٣٥×(٤٨)+٠,٦٥×(- ١٥)=٧,٠٥ ألف دولار أمريكي.

ومن ثم يكون لدينا عند عقدة قرار سعر العرض أربعة خيارات:

١- عرض ١٥٥ ألف دولار أمريكي EMV=١٠,٢.

٢- عرض ١٧٠ ألف دولار أمريكي EMV=١٧,٢٥.

٣- عرض ١٩٠ ألف دولار أمريكي EMV=٧,٠٥.

٤- التنازل عن المناقصة EMV=- ١٥.

ومن ثم، فإن الخيار الأفضل هو العرض ١٧٠ ألف دولار أمريكي، مما يؤدي إلى EMV مساوية ١٧,٢٥.

ومن ثم، تُعطى EMV عند عقدة الفرصة ٢ من خلال: ٠,٥٠×(١٧,٢٥)+٠,٥٠×(- ١٠)=٣,٦٢٥.

ومن ثم يكون لدينا عند عقدة القرار الابتدائي الخيارين التاليين:

١. قم بإعداد العرض EMV=٣,٦٢٥.

٢. لا تفعل شيء EMV=صفر.

ومن ثم، فإن الخيار الأفضل هو إعداد العرض مما يؤدي إلى EMV مساوية ٣٦٢٥ دولار أمريكي. وفي حال تم وضع الشركة على القائمة القصيرة، فإنه ينبغي على الشركة عندئذ (كما نوقش آنفاً) أن تقدم العرض ذا السعر ١٧٠٠٠٠ دولار أمريكي.

نظرية الاصطفاف والمحاكاة

Queuing Theory and Simulation

"لا يدرس اختصاصيو الرياضيات المواد، بل العلاقات بينها. ومن ثم، فهم أحرار في استبدال بعض المواد بأخرى، طالما أن العلاقات تبقى دون تغيير. إن المحتوى بالنسبة لهم غير مهم: إنهم مهتمون بالشكل فقط". Jules Henri Poincaré (1854–1912).

مشكلة الخط الساخن The Hotline Problem

تُستخدم نظرية الاصطفاف في مجموعة متنوعة من الطرق لحل مشاكل زمن الانتظار. ويوجد عادة النموذج متعدد الخطوط/متعدد الخدمات المشابه لعدة خطوط من السيارات التي تصطف في رتل في محطة للغاز أو المعلومات الذاهبة إلى قائمة انتظار الطابعة. يمكن كذلك وصف أنواع أخرى، مثل خط وحيد/خدمات متعددة أو خطوط متعددة/ خدمات متعددة متسلسلة. وهناك عوامل أخرى تنضم إلى هذه المشاكل مثل أوقات خدمة ثابتة أو متغيرة، أو أوقات وصول ثابتة أو عشوائية. هناك عدد من اللوغاريتمات الرياضية الأساسية التي يمكن استخدامها لتحديد التوزيع الاحتمالي لزمن الانتظار (على سبيل المثال، ٥٪ الانتظار> ٢٠ دقيقة، و١٠٪ الانتظار <٢ دقيقة). تستخدم الطريقة المُستخدمة حالياً في حل هذه المشاكل وغيرها برمجيات لا تختلف عن أشكال الدوائر الإلكترونية التي تقوم بالمحاكاة أو أجهزة محاكاة الطيران. وفيما يلي مثال لإقامة مركز هاتف بخط ساخن لمؤسسة رعاية صحية. وهناك تطبيقات أخرى واضحة بالفطرة.

يخطط مستشفى لإقامة مركز سرطان بخط ساخن ويحتاج إلى معرفة مستوى التوظيف المطلوب لمعالجة المكالمات الهاتفية. يجري المهندس الصناعي/الإداري سلسلة من المكالمات التجريبية لتحديد الزمن الوسطي المُتوقع (والانحراف المعياري) الذي سوف يستغرقه لمعالجة كل مكالمة (مدة الخدمة). ويكشف البحث خلال جمع البيانات بالمراكز الأخرى المماثلة أن، في المتوسط، ٦٧٪ من المكالمات تأتي قبل الظهر و٢٣٪ بعد الظهر، وأن المكالمات تصل على نحو عشوائي.

تم خلال محاكاة هذه المشكلة محاكاة العملية بتغيير الحجم اليومي وعدد المُشغِّلين. كان زمن الخدمة ٣,٨ دقائق، وتم اعتباره أسي و قد تكون بعض المكالمات فيه طويلة جداً. إن نتائج المحاكاة معروضة في الجدول رقم (٤٧,٣).

يمثل الجدول رقم (٤٧,٣) العلاقات بين حجم المكالمات اليومي، وعدد الممرضات اللواتي يُجبن على الهاتف، وعدد الرنات قبل الرد على المكالمة، والإنتاجية. توجد داخل كل خلية، تحت عنوان "رفع السماعة Pickup"، النسبة المئوية للزمن حيث شخص ما سوف يلتقط المكالمة، عند مستوى وثوقية يساوي ٩٥٪، ضمن العدد المتطابق للمكالمات. يمكن للمرء، على سبيل المثال وعند مستوى ٨٠ مكالمة باليوم، أن يكون ٩٥٪ متأكداً أنه، مع اثنتين من الممرضات، سوف يتم التقاط المكالمة خلال ٥ رنات أو ٨٧٪ من الوقت، أوفي غضون ٧ رنات أو ٩١٪ من الوقت. ويكون مستوى الإنتاجية مع اثنتين من الممرضات ٣٦٪. يجب على المدير الآن اتخاذ قرار على أساس مستوى الخدمة والإنتاجية. وقد يقرر المدير التخلي عن الإنتاجية لخدمة أفضل، أو العكس بالعكس. يمكن أن تُطبق تقنيات المحاكاة هذه على نماذج الاصطفاف وهي ذات قيمة في تحديد مستويات الخدمة النوعية.

الجدول رقم (٤٧,٣). العلاقات ما بين حجم المكالمات اليومي، وعدد الممرضات اللواتي يُجبن على الهاتف، وعدد الرنات قبل الرد على المكالمة، والإنتاجية.

٩٥٪ وثوقية رفع السماعة ضمناً						
مكالمة/اليوم	الممرضات	٣	٥	٧	<=١٠	الإنتاجية
٦٠	١	٨٨	٩٣	٩٦	>٩٨	٥٤٪
٦٠	٢	٩٤	٩٧	٩٩	>٩٩	٢٧٪
٦٠	٣	٩٧	٩٨	٩٩	>٩٩	١٨٪
٨٠	١	٨٢	٨٦	٨٨	>٩٢	٧٢٪
٨٠	٢	٨٤	٨٧	٩١	>٩٥	٣٦٪
٨٠	٣	٨٩	٩٠	٩٣	>٩٩	٢٤٪
١٠٠	١	٧٥	٧٨	٨١	>٨٣	٩٠٪
١٠٠	٢	٧٧	٧٩	٨٤	>٨٧	٤٥٪
١٠٠	٣	٨٠	٨٤	٨٩	>٩٤	٣٠٪

تحليل التكاليف–الفوائد
Cost-Benefit Analysis

"يأتي صنع القرار المُطلع من تقليد طويل للتخمين ومن ثم إلقاء اللوم على الآخرين فيما يتعلق بالنتائج غير الكافية" Scott Adams

تنمو المسائل المتعلقة بالميزانية في زيادة التعقيد والضغوط على المنظمات الطبية لكي تبقى سليمة مالياً في مواجهة التنظيم المتزايد، ويقدم تحليل التكاليف والفوائد صُنَّاع قرار يُحتمل أن يكونوا مصدراً قوياً للمحامي أو المستشار القانوني. يدعم هذا القرار أداة توفّر صيغة لتعداد مجموعة من الفوائد والتكاليف المحيطة بالقرار، وتجميع التأثيرات طوال الوقت باستخدام نهج يُسمّى "الحسم"، والتوصل إلى "قيمة حالية" مُخصّصة بالدولار تكون في هذا المفهوم قابلة للمقارنة مع غيرها من الاستخدامات فيما يتعلق بالموارد المالية الشحيحة.

ومن أجل التوصل إلى استنتاج ما هو مطلوب من المشروع، فإنه يجب التعبير عن جميع جوانب المشروع، الإيجابية والسلبية من خلال وحدة مشتركة، وهذا يعني، أنه يجب أن يكون هناك "خط أدنى". إن الوحدة المشتركة الأكثر ملائمة هي المال، مما يعني أن جميع الفوائد والتكاليف لمشروع ما ينبغي أن تُقاس من حيث قيمتها النقدية المكافئة. يمكن أن يوفّر المشروع فوائد لم يتم التعبير عنها مباشرة بالدولارات، ولكن قد يكون هناك بعض المبالغ المالية التي سوف يعتبرها المستفيدين من الفوائد أنها جيدة فقط بنفس جودة فوائد المشروع. على سبيل المثال، قد ينتج عن المشروع إصابات عمل أقل أو وصول أفضل للمرضى. وبالمعنى الأكثر عمومية، فإن قيمة تلك الفائدة

بالنسبة إلى عامل يخاطر بالإصابة هو الحد الأدنى للمبلغ المالي الذي سوف يأخذه ذلك المستفيد بدلاً من الرعاية الطبية أو الذي سوف تخسره المنظمة في دعوى إهمال قضائية. يمكن أن تكون هذه القيمة إما أكثر أو أقل من القيمة السوقية للرعاية الطبية المُقدَّمة. من المفترض أن يكون لدى الفوائد الخفية الإضافية، مثل الحفاظ على جمالية المكان أو المواقع التاريخية، قيمة نقدية مكافئة محدودة بالنسبة إلى المنظمة.

إن طريقة بسيطة ومنهجية ومنظمة للتطبيق في دعم قرارات الأعمال التجارية ينبغي أن تتضمن الاعتبارات التالية:

- أي اقتراح بائع للاستعانة بمصادر خارجية هو الخيار الأفضل؟
- هل من الأفضل لنا بناء أو شراء التطبيق؟
- إذا كنا لا نستطيع الدفع لجميع المشاريع، أي واحد ينبغي أن نختار؟
- هل نحن أفضل حالاً بتنفيذ الخيار الوحيد، أو عدم القيام بشيء؟

مثال

يقرر مدير إدارة المواد ما إذا كان يجب تنفيذ نظام جديد مبني على أساس كمبيوتري لإدارة الاتصال ومعالجة المشتريات. ليس لدى القسم سوى بضعة أجهزة كمبيوتر وكادره جاهل بالحاسوب. لقد كان على دراية بأن قوى العمل المحوسب قادرة على معالجة المزيد من الطلبات وتقديم جودة أعلى من الوثوقية والخدمة إلى "الزبائن". كما ستكون أكثر استجابة لالتزاماتها والمتطلبات التنظيمية، ويمكن أن تعمل بشكل أكثر فعالية بضبط المخزون، والتخزين في المستودعات، واللوجستيات. إن التحليل المالي للتكلفة/الفائدة مُبين فيما يلي:

التكاليف

- أجهزة حاسوب جديدة:
- ١٠ كمبيوترات مُجهزة للشبكة مع البرامج الداعمة بقيمة ١٢٢٥ دولار أمريكي لكل كمبيوتر.
- مُخَدِّم ملفات واحد (fileserver) بقيمة ١٧٥٠ دولار أمريكي.
- ٣ طابعات بقيمة ٦٠٠ دولار أمريكي لكل طابعة.
- كابلات وتركيب بقيمة ٢٣٠٠ دولار أمريكي.
- برامج دعم بقيمة ٧٥٠٠ دولار أمريكي.
- تكاليف التدريب:
- مقدمة في الحاسب- ٨ أشخاص بقيمة ٢٠٠ دولار أمريكي لكل منهم.
- مهارات لوحة المفاتيح- ٨ أشخاص بقيمة ٢٠٠ دولار أمريكي لكل منهم.
- نظام دعم- ١٢ شخصاً بقيمة - ٣٥٠ دولار أمريكي لكل منهم.

- تكاليف أخرى:
- الوقت الضائع: ٤٠ يوم عمل مُنجز من قبل شخص واحد بقيمة ١٠٠ دولار أمريكي/اليوم.
- الطلبات المفقودة من خلال التشتت: التقدير: ١٠٠٠٠ دولار أمريكي.
- الطلبات المفقودة نتيجة لعدم الكفاءة خلال الأشهر الأولى: التقدير: ١٠٠٠٠ دولار أمريكي.
- إجمالي التكلفة: ٥٥٨٠٠ دولار أمريكي.

الفوائد

- ثلاثة أضعاف القدرة البريدية: التقدير: ٢٠٠٠٠ دولار أمريكي/السنة.
- القدرة على الاستمرار في عمليات الشراء عن بعد: التقدير: ١٠٠٠٠ دولار أمريكي/السنة.
- فعالية وتحسين الوثوقية للمتابعة: التقدير: ٢٥٠٠٠ دولار أمريكي/السنة.
- تحسين خدمة الزبائن والاحتفاظ بهم: التقدير: ١٥٠٠٠ دولار أمريكي/السنة.
- تحسين دقة معلومات الزبون: التقدير: ٥٠٠٠ دولار أمريكي/السنة.
- المزيد من القدرة على إدارة محاولات الشراء: ١٥٠٠٠ دولار أمريكي/السنة.

إجمالي الفوائد: ٩٠٠٠٠ دولار أمريكي/السنة.

التصفية: ٥٥٨٠٠/٩٠٠٠٠ دولار أمريكي = ٠,٦٢ من السنة = ٧ أشهر تقريباً.

وبشكل حتمي، فإن تقديرات الفوائد التي يقدمها النظام الجديد موضوعية تماماً. وعلى الرغم من هذا، فمن المرجح أن يقوم مدير إدارة المواد بإدخال النظام الجديد، مع الأخذ في الاعتبار التصفية القليلة.

إن تحليل التكاليف/الفوائد هو أداة سهلة نسبياً ومُستخدمة بقوة وعلى نطاق واسع من أجل تقرير القيام بتغيير أم لا. ولاستخدام الأداة، استخلص أولاً كم سيكلف إجراء التغيير. بعد ذلك احسب الفائدة التي سوف تجنيها منه. عندما يتم دفع التكاليف أو الفوائد أو تلقيها طوال الوقت، احسب الزمن الذي ستستغرقه لفوائد لتسديد التكاليف. يمكن تنفيذ تحليل التكاليف/الفوائد باستخدام فقط التكاليف المالية والفوائد المالية. ومع ذلك، يمكن للمرء أن يقرر إدراج البنود غير الملموسة ضمن التحليل. كما يجب على المرء أن يضع قيمة تقديرية لهذه البنود، حيث إن هذه العملية تجلب وبشكل محتوم عنصر الموضوعية إلى العملية.

تعليم المهندس الصناعي/الإداري
The I/ME Education

" يعتمد طلاب اليوم كثيراً على الحبر. إنهم لا يعرفون كيفية استخدام السكين لشحذ قلم الرصاص. القلم والحبر لن يحلا أبداً محل قلم الرصاص". National Association of Teachers, 1907

يقوم منهاج الهندسة الصناعية بإعداد مهندسين لتصميم وتحسين وتركيب وتشغيل الأنظمة المتكاملة من الناس والمواد والمرافق التي تحتاجها الصناعة والتجارة والمجتمع. يحل المهندسون الصناعيون المشاكل التي تنشأ في إدارة الأنظمة، وتطبيق مبادئ العلوم الهندسية، والمنتجات/الخدمات وتصميم العملية، وتحليل العمل، ومبادئ العوامل البشرية، وبحوث العمليات.

يجمع المنهاج النموذجي للهندسة الصناعية بين أربعة مجالات مهنية للممارسة: المُنتَج وتصميم عملية الإنتاج، وتحليل العمل، وعلوم القرار، والعلوم الهندسية والإدارية. ويتم فسح المجال للطلاب أيضاً للتعرض إلى المجالات الأكثر تخصصاً لأنظمة التصنيع المؤتمتة وأنظمة المعلومات وإدارة الجودة وبحوث العمليات وهندسة السلامة. يتم في السنتين الجامعيتين، الأولى والثانية، تدريس أسس العلوم الأساسية، والعلوم الهندسية، والرياضيات، والعلوم الإنسانية، والعلوم الاجتماعية لتوفير معلومات أساسية كافية للمقررات التي يتم تقديمها في السنوات التالية. يتم التركيز في السنتين الأخيرتين على تطوير الخبرة في مجال الإحصاء، وبحوث العمليات، وأنظمة المعلومات، وتحليل الأنظمة، والإدارة التنظيمية، والتصنيع، والطرق الهندسية الصناعية. تركّز المقررات على المبادئ والمفاهيم الأساسية التي تنتهي إلى تصميم نظام يتعامل مع حالات حقيقية هندسية وإدارية في مؤسسة صناعية أو تجارية أو خدمة عامة. يأخذ الطلاب مقررات إلزامية واختيارية تكون ذات صلة باختيارهم الرئيسي. وبعض من هذه المقررات مُدرَج فيما يلي:

- مقدمة إلى خدمة وأنظمة الاتصالات عن بعد.
- المحاكاة.
- تحليل القرارات.
- الفيزيولوجيا الحسية الهندسية (Engineering Aestho-physiology).
- الاقتصاد الهندسي وتحليل التكلفة.
- الإحصاء الهندسي ١.
- تصميم الأنظمة الهندسية.
- تصميم وتخطيط المرافق.
- نظرية تنظيم الإدارة.
- بحوث العمليات ١ (Operations Research 1).
- دراسات برامج بحوث العمليات.
- تطوير المنتج وإدارة المعلومات المنتج.

- إدارة الإنتاج ١.
- ضبط الجودة.
- تحليل النكوص (regression) والتصميمات التجريبية.
- تحليل البيانات الإحصائية.
- برمجة خلية العمل من أجل أتمتة المصانع.
- تصميم التفاعل بين الإنسان والحاسوب.

المنظمات المهنية
Professional Organizations

يساعد عدد من المنظمات المهنية المهندسين الصناعيين/الإداريين في الحفاظ على مهاراتهم المهنية ومواكبة أحدث تقنيات حل المشاكل التي تعلّمها وطبّقها أقرانهم في تخصص معين. إن إحدى الصفحات الرئيسية للدخول على شبكة الويب هي:

دليل TechExpo للمنظمات ذات التقنية العالية (TechExpo–Directory of Hi-Tech organizations) للهندسة وعلوم الحياة/العلوم الطبية: http://www.techexpo.com/tech_soc.html

و تشمل المجتمعات الأخرى المتخصصة بمجال الهندسة الصناعية/الإدارية ما يلي:

- جمعية الأنظمة الهندسية والإدارية • Society for Engineering & Management Systems
- جمعية الأنظمة الصحية • Society for Health Systems
- جمعية علوم العمل (بيئة العمل وقياس العمل) • Society for Work Science (Ergonomics & Work Measurement)
- شعبة الدفاع والطيران • Aerospace & Defense Division
- شعبة هندسة الطاقة والبيئة والمنشآت • Energy, Environment & Plant Engineering Division
- شعبة الاقتصاد الهندسي • Engineering Economy Division
- شعبة تخطيط وتصميم المرافق • Facilities Planning & Design Division
- شعبة الخدمات المالية • Financial Services Division
- شعبة النقل اللوجستي والتوزيع • Logistics Transportation & Distribution Division
- شعبة التصنيع • Manufacturing Division
- شعبة بحوث العمليات • Operations Research Division
- شعبة هندسة الوثوقية وضبط الجودة • Quality Control & Reliability Engineering Division

- شعبة المرافق • Utilities Division
- المجموعة المهتمة بالحاسوب وأنظمة المعلومات • Computer & Information Systems Interest Group
- المجموعة المهتمة بالاستشاريين • Consultants Interest Group
- المجموعة المهتمة بصناعة الإلكترونيات • Electronics Industry Interest Group
- المجموعة المهتمة بالتصاميم الهندسية • Engineering Design Interest Group
- المجموعة المهتمة بالحكومة • Government Interest Group
- المجموعة المهتمة بالصناعات العملية • Process Industries Interest Group
- المجموعة المهتمة بالإنتاج ومراقبة المخزون • Production & Inventory Control Interest Group
- المجموعة المهتمة بالبيع بالتجزئة • Retail Interest Group

الاستنتاج
Conclusion

"إن القدوم سوية هو بداية، والبقاء معاً هو تقدم، والعمل معاً هو نجاح". Henry Ford

لقد عرَّف هذا الفصل مهني الهندسة الإكلينيكية في مجال الهندسة الصناعية/الإدارية. يعطي التعاون مع مهني الهندسة الإدارية فوائد لتطوير طريقة شاملة للتخطيط وحل المشكلات واتخاذ القرارات. ويخشى كثير من المهنيين فقدان الملكية فيما يتعلق بمهمة معينة، وهم قلقين حول إقامة شراكات متعددة التخصصات يمكنها أن تؤدي إلى صراعات في القيادة، وإستراتيجية الطريقة، وتحديد الحل. بيد أن هذه الشراكات ضرورية لتحقق بفعالية بيئات تقشف في الميزانية معقدة تدريجياً، وتتم قيادتها بالتكنولوجيا. وتتحدى من ناحية ثانية المهني الهندسي لمعالجة هذه القضايا كجزء من فريق خبراء ذوي معرفة.

بعد التخرج من الجامعة وبعد أن تم التوظيف بصفة مهندس إكلينيكي في مستشفى، جلس المهندس الإكلينيكي في أحد الأيام بجوار كبير مسؤولي التشغيل (COO) في غداء عمل. يعرف المهندس الإكلينيكي أن كبير مسؤولي التشغيل بدأ بصفة ناقل منذ ٣٠ عاماً، وأنه ارتقى في صفوف المنظمة إلى منصبه الحالي. يعتقد كبير مسؤولي التشغيل أن الشخص يحتاج فقط إلى قدرة (فطرية) وخبرة من أجل النجاح في الأعمال التجارية. ما هي الحجج التي سوف يستخدمها المهندس الإكلينيكي لإقناع كبير مسؤولي التشغيل بأن تقنيات صنع القرار التي ينجزها المهندس الإكلينيكي والمهندس الصناعي/الإداري هي ذات قيمة كبيرة؟

ينبغي أن تتضمن النقاط المأخوذة في الاعتبار ما يلي:

- إن التحليل الهندسي ذو قيمة كبيرة بشكل واضح في الحالات التكتيكية التي تكون فيها البيانات محددة جيداً.
- إن الفائدة من اتخاذ قرار واضح هي أنه يتيح الافتراضات التي يتعين بحثها بشكل صريح.
- أن طريقة "تحليلية" قد تكون أفضل (في المتوسط) من أي شخص.
- أن تقنيات المهندس الإكلينيكي والمهندس الصناعي/الإداري تجمع بين القدرة والخبرة لكثير من الناس.
- يمكن إجراء تحليل الحساسية بطريقة منهجية.
- تمكّن تقنيات المهندس الإكلينيكي والمهندس الصناعي/الإداري التعامل مع المشاكل الكبيرة جداً بالنسبة لشخص للمعالجة بشكل فعال.
- إنشاء فكرة هياكل هندسية للنموذج حول ما هو مهم وما هو غير مهم في المشكلة.
- يعلّم التدريب في مجال الهندسة أي شخص معالجة المشاكل بطريقة منطقية.
- إن استخدام معيار تقنيات المهندس الإكلينيكي والمهندس الصناعي/الإداري يمنع الحاجة إلى "إعادة اختراع العجلة" في كل مرة يواجه فيها شخص مشكلة مناسبة.
- تمكّن تقنيات النمذجة من استخدام أجهزة الكمبيوتر مع (عادة) الحزم القياسية، ومن ثم استخدام جميع مزايا التحليل المحوسب (على سبيل المثال، السرعة، زمن الحل السريع (الانقضاء)، والخرج البياني).
- تُكمِل تقنيات المهندس الإكلينيكي والمهندس الصناعي/الإداري القدرة والخبرة، وليست بديلاً لها.
- تستخدم شركات أخرى تقنيات الهندسة: هل نريد أن نُترك متخلفين؟
- إن القدرة والخبرة حيويتان شرط استخدامهما من قبل المهندسين الإكلينيكيين والمهندسين الصناعيين/الإداريين بفعالية في معالجة المشاكل الكبيرة.
- إن تقنيات المهندس الإكلينيكي والمهندس الصناعي/الإداري غير متعلقة بالزمن التنفيذي الذي يمكن أن يُستهلَك على مهام أكثر إبداعاً.

المراجع

References

Bauld TJ. The Definition of a Clinical Engineer. J Clin Eng 16:403-404, 1991.
Dyro JF. Focus On: University Hospital & Health Sciences Center SUNY at Stony Brook Biomedical Engineering Department. J Clin Eng 18(2):165-174, 1993.
Dyro JF. Management Applications Utilizing Downloaded Mainframe Data. In Semmlow JL and Welkowitz W (eds). Frontiers of Engineering and Computing in Health Care. New York, IEEE, 141-145, 1984.
HCFA. The Health Care Financing Administration (CMS). National Health Expenditures (1997).

اعتراف

Acknowledgment

إن الأمثلة هي بموافقة من JE Beasley ، الذي حصل على شهادة البكالوريوس في الرياضيات من كلية إيمانويل في كامبريدج (١٩٧١م- ١٩٧٤م) (Emmanuel College, Cambridge) والماجستير (١٩٧٤م- ١٩٧٥م) والدكتوراه (١٩٧٥م- ١٩٧٨م) في علوم الإدارة من كلية امبريال في لندن (Imperial College, London) ، وحيث هو حالياً عضو في هيئة التدريس. إن الدكتور Beasley هو أيضاً أحد كبار المحاضرين في بحوث العمليات في كلية الإدارة.

٤٨

الإدارة المالية لخدمات الهندسة الإكلينيكية

Financial Management of Clinical Engineering Services

Binseng Wang
Senior Director, CE & QA, MEDIQ/PRN Life Support Services, Inc.
Pennsauken, NJ

تشكّل الإدارة المالية أحد العناصر الجوهرية والأساسية للإدارة الناجحة لخدمات الهندسية الإكلينيكية. ولسوء الحظ، فقد أغفل العديد من المديرين أهمية الإدارة المالية. وقد كانت مؤسسات الرعاية الصحية في الولايات المتحدة، على مدى العقد الماضي، تحت ضغوط متزايدة من أجل احتواء وخفض التكاليف في جميع المجالات، بما في ذلك خدمات الدعم للتجهيزات الطبية. لقد أدت هذه الضغوط إلى تقليص أو حتى زوال العديد من أقسام الهندسة الإكلينيكية داخل المؤسسات التي لم تكن قادرة على إثبات فعاليتها من حيث التكلفة أو المنافسة ضد منظمات الخدمة المستقلة أو أقسام الخدمة متعددة المصادر للشركات الصانعة الكبرى. إن مهارات الإدارة المالية المطلوبة، في الواقع، هي بسيطة إلى حد ما وكذلك في متناول الأشخاص ذوي الخلفية الفنية القوية والكفاءة الرياضية. ولتوضيح الطريقة يقوم قسم الهندسة الإكلينيكية داخل المؤسسة بإدارة شؤونه المالية، حيث يتم هنا تقديم مثال افتراضي لمستشفى مجتمع صغير. يبدأ هذا المثال من ميزانية سنوية تتضمن كافة المصاريف والنفقات العامة النموذجية وينتهي بتحليل المكونات الرئيسية لتكلفة الخدمة. وسيكون المدير، من خلال هذا التحليل، قادراً على تحديد أفضل الفرص لتحسين الفعالية من حيث التكلفة والقدرة التنافسية للقسم. من ناحية أخرى، إذا كانت خدمات الهندسة الإكلينيكية هي جزء من مؤسسة ربحية، فإن مهارات الإدارة المالية المطلوبة تكون معقدة أكثر بكثير ولكنها لا تزال في متناول أولئك الذين هم على استعداد لاستثمار بعض الوقت في التعلم. ويتم تقديم مثال ثانٍ، لعرض الطريقة التي يمكنها وضع الخطة المالية على مدى السنوات الخمس الأولى من بدء تشغيل شركة الخدمة. يدل هذا المثال على أدوات التخطيط الرئيسية (أي، الإيرادات المتوقعة، والتدفق النقدي، والميزانية العامة)، وكذلك تحليل لقابلية الاستمرار وأداء المؤسسة. وباستخدام هذه الأدوات، يمكن لإدارة الشركة تخطيط ومراقبة التقدم،

ويمكن طلب تمويل من شركات رأس المال الاستثمارية، ومؤسسات الإقراض لتحويل الأعمال التجارية من "أعمال منزلية garage operation" إلى شركة Fortune 500 (مع افتراض قليلٍ من الحظ!).

مقدمة

Introduction

"إن كل ما نقوم به تقريباً يتضمن تخصيصاً للموارد". "Just about everything that we do involves allocation of resources." Marvin Minsky، أستاذ ومدير مختبر الذكاء الاصطناعي، معهد Massachusetts للتكنولوجيا في جامعة Cambridge في Massachusetts (Minsky, 2001).

على الرغم من أن العبارة المذكورة أعلاه قد جاءت في سياق البحث عن عملية تفكير الإنسان، فإنها تنطبق على معظم المساعي البشرية، وبالتأكيد على أنشطة الهندسة الإكلينيكية (CE). إن الموارد المالية هي الأبرز من بين الموارد المختلفة التي يجب تخصيصها، ومن ثم إدارتها على نحو ملائم. ولسوء الحظ، غالباً ما تتم إساءة فهم الإدارة المالية، وكثيراً ما يتم تجاهلها من قبل ممارسي الهندسة الإكلينيكية وخاصة في الولايات المتحدة. استغلت شركات الخدمة متعددة المصادر هذا الضعف بنجاح في العقد الماضي، مما أدى إلى تقليص وزوال الكثير من أقسام الهندسة الإكلينيكية داخل المؤسسة. إن الحاجة، في البلدان النامية، إلى تبرير وجودها في الظروف المالية مفهومة عموماً بشكل أفضل من قبل المهندسين الإكلينيكيين، على الرغم من أن عدداً قليلاً منهم فقط قد نشر انجازاته (انظر، على سبيل المثال، Wang & Bellentani, 1986).

كان نمو الهندسة الإكلينيكية، خلال مراحله الأولى في الولايات المتحدة (أي، ستينيات وسبعينيات القرن العشرين)، مُحفّزاً في المقام الأول من خلال الخوف من المسؤولية القانونية والرغبة في تحسين جودة الرعاية الصحية، حيث كان القلق من المال قليلاً. لقد كانت جودة التجهيزات المُصنّعة في كثير من الأحيان سيئة، وهكذا كانت المستشفيات على استعداد للاستثمار في الهندسة الإكلينيكية لضمان الجودة وتقليل المخاطر. كانت أقسام الهندسة الإكلينيكية تُدار من قبل أشخاص كان لديهم خلفيات فنية قوية ولكن لم يكن لديهم سوى تدريب أو خبرة قليلة أو معدومة في إدارة الأعمال التجارية. تعلّم بعض المهندسين الإكلينيكيين كيفية إدارة الشؤون المالية لقسمهم أو شركتهم، ولكن معظمهم كان معارضاً لمواجهة هذا التحدي وجهاً لوجه. تغير هذا السيناريو كثيراً في الجزء الأخير من ثمانينيات القرن العشرين وعميقاً في تسعينيات القرن العشرين نظراً للحد من التكاليف على المستوى الوطني، وجهود التخفيض. كانت معظم منظمات الرعاية الصحية، باستثناء عدد قليل من المستشفيات المرموقة، تحت ضغط هائل لخفض التكاليف وتحسين جودتها. ووجب على أقسام الهندسة الإكلينيكية أن تثبت فعاليتها من حيث التكلفة من أجل البقاء في بيئتها الجديدة. تم في البداية استخدم القياس المعياري كوسيلة لمقارنة

الفعالية فيما بين المستشفيات ومقابل بعض شركات الاستعانة بمصادر خارجية. كانت تكلفة قسم الهندسة الإكلينيكية كنسبة مئوية من التكلفة الإجمالية للتجهيزات أحد المقاييس المعيارية المالية المشتركة. وكما ناقش Cohen et al. (1995)، يعتمد هذا البارامتر (المتغير) إلى حد كبير على أنواع التجهيزات المشمولة. على سبيل المثال، فإن النسبة المئوية للتكلفة أعلى بكثير بالنسبة لأقسام الهندسة الإكلينيكية التي لا تغطي تجهيزات التصوير مما هي عليه بالنسبة لتلك التي تقدم صيانة للأجهزة الكبيرة مثل أجهزة الأشعة السينية وماسحات التصوير المقطعي المُحوسب (CT). ولكي يكون هذا المقياس المعياري ذا مغزى، فإنه مُلزَم بمقارنة التكلفة الإجمالية لدعم التجهيزات مع إجمالي تكاليف مخزون التجهيزات (Cohen et al., 1995). ولسوء الحظ، ليس هناك طريقة بالنسبة إلى أقسام الهندسة الإكلينيكية لاستخدام هذا المقياس المعياري لقياس مدى فعالية تجهيزات التصوير لأن العديد من هذه الأقسام لا يغطي هذه التجهيزات.

بدأت شركات الخدمة متعددة المصادر، على مدى العقد الماضي، بالتأكيد على الأسعار الساعية وإجمالي تكاليف الصيانة عندما قدَّموا خدماتهم لمنظمات الرعاية الصحية. وعلى الرغم من أن هذه البارامترات هي أيضاً مقاييس معيارية غير تامة، فإنها أسهل للفهم بالنسبة إلى مديري المستشفيات بسبب تدريبهم MBA. ولذلك فإنه من الضروري لمديري الهندسة الإكلينيكية معرفة كيفية حساب أسعارهم الساعية أو مجموع تكاليف القسم لكي يبقوا قادرين على المنافسة (أو للحفاظ على وظائفهم!). تكمن إحدى فوائد تعلم كيفية حساب هذه القيم في فهم ما هي العوامل الأكثر أهمية لتكاليف القسم، ومن ثم كيف يمكن خفضها أو التخلص منها.

يتناول هذا الفصل مبادئ وممارسات الإدارة المالية من خلال تحليل مثالين افتراضيين، ولكنهما واقعيين. القضية الأولى هي لقسم هندسة إكلينيكية صغير داخل مؤسسة، مسؤول عن إدارة جميع التجهيزات الطبية، بما في ذلك التصوير والمختبرات الإكلينيكية، ولكن ليس عن المرافق. يقوم هذا الفريق داخل المؤسسة بالإصلاح والصيانة الوقائية للتجهيزات التي يكون لديهم من أجلها الكفاءة الفنية اللازمة، ويشرف على عقود الخدمة للتجهيزات التي يفتقر من أجلها إلى الخبرة. ويتم اكتساب فهم لطرق إدارة شؤونه المالية من خلال تحليل ميزانيته السنوية، والسبل التي يمكن بواسطتها للمؤسسة تمويل هذا القسم. وعلاوة على ذلك فقد تمت مناقشة ما إذا كان هذا القسم لديه أية فرصة لمقاومة الاعتداء من شركات الاستعانة بمصادر خارجية.

تحلل دراسة الحالة الثانية الشؤون المالية لشركة خدمة هندسة إكلينيكية صغيرة. إن هذه الشركة تجارية ربحية بدأت بهدف تقديم خدمات صيانة وخدمات استشارية إلى المستشفى المذكور أعلاه، وتنمو في وقت لاحق لتقدم نفس الخدمات لمنظمات رعاية صحية أخرى في المناطق المجاورة لها. والهدف هنا هو رؤية مقدار الربح الذي يجب أن تدره هذه الشركة من أجل البقاء لسنواتها الخمس الأولى.

نحن قادرون على فهم التحديات والفرص التي يملكها كل هيكل تنظيمي وذلك من خلال مقارنة دراستي الحالة هاتين. وعلاوة على ذلك، فإنه من المأمول أن تساعد هذه المقارنة أولئك الذين يريدون الارتقاء بالفريق الموجود داخل المؤسسة إلى مستوى المنظمات ذات الخدمات المشتركة، أو حتى إلى منظمات الخدمة المستقلة (ISO) الربحية.

تم تجاهل العديد من التفاصيل، وتم القيام ببعض التبسيط من أجل تخفيض درجة تعقيد العمليات الحسابية، على الرغم من أن القيم التي أُستخدمت في دراسات الحالة هذه واقعية. تم حساب جميع الرسومات التوضيحية باستخدام بيانات محوسبة. والقراء مدعوون إلى بناء نماذج بياناتهم الخاصة وتغيير القيم حتى تشبه حقائقها الأصلية. ويساعد هذا على تحسين فهم الأهمية النسبية لكل متغير، ومن ثم يساعد في إيجاد فرص لتحسين إدارة الشؤون المالية.

الإدارة المالية لأقسام الهندسة الإكلينيكية

Financial Management for CE Departments

"إذا كنت لا تبحث عن التكلفة، فإنه لن تتاح لك الفرصة لإثبات الجودة". Harley Warren، مدير الأصول والتجهيزات في مستشفى ميموريال المعمداني، بنساكولا، فلوريدا (Forrest, 1997).

إن إحدى الواجبات الأساسية لأي مدير دائرة أو قسم هو وضع ميزانية سنوية وبعد ذلك محاولة السيطرة على النفقات في حدود تلك الميزانية. نبدأ، في دراسة الحالة هذه، بدراسة ميزانية قسم هندسة إكلينيكية صغير مؤلف من الكادر التالي المتفرغ بدوام كامل:

- مهندس إكلينيكي واحد يستهلك جزء من وقته/وقتها (٦٠٪) في إدارة القسم في حين يظل مؤدياً خدمات صيانة عملية.
- ثلاثة فنيين طبيين حيويين (BMETs) مسؤوليتهم الرئيسية دعم التكنولوجيا من خلال وسائل مثل القيام بعمليات التفتيش، والإصلاحات، والصيانة الوقائية (PM) ومن خلال تقديم تدريب المستخدم
- مساعد إداري واحد يوفّر كل الدعم الإداري.

إن هذا الفريق هو المسؤول عن كل الدعم الفني في المستشفى (وتسمى "المستشفى العام")، وخدمة ما يمكن أن يكون، وإدارة ما تتم خدمته من قبل الآخرين (مثل مُصنّعي التجهيزات الأصلية (OEMs) ومنظمات الخدمة المستقلة (ISOs)). يشرف قسم الهندسة الإكلينيكية أيضاً على عقود الخدمة التي تم إبرامها لبعض التجهيزات (على سبيل المثال، التصوير، والمختبر الإكلينيكي). وعلى الرغم من أنه ليس ضرورياً حقاً، يتم الافتراض أن صاحب عملها هو مستشفى غير ربحي مجتمعي بقيمة مالية ١٠ ملايين دولار أمريكي تقريباً (فيما يخص تكاليف الاستبدال،

وليس تكلفة الشراء الأصلية) للتجهيزات الطبية (بما في ذلك التصوير، والمختبر الإكلينيكي، والطبية الحيوية)، ويبلغ عدد الوحدات الإجمالي ٢٥٠٠ جهاز طبي. وبما أن هذه القيم هي افتراضية تماماً، لم تُبذل أي محاولة لاستخدامها لأغراض المقارنة مع المستشفيات الفعلية.

ويُفترض أيضاً أن قسم الهندسة الإكلينيكية هذا قد كان في الوجود لبعض الوقت، ولذلك فإنه ليس من الضروري شراء جميع تجهيزات الاختبار والقياس. ومع ذلك، فإنه من الضروري الحصول على بعض المواد، إما لتحل محل تلك التي تم استنفاذها أو لاكتساب قدرات تقنية إضافية.

وضع الميزانية Budgeting

تمت مناقشة الميزانية لقسم الهندسة الإكلينيكية تبعاً للافتراضات المذكورة أعلاه. تنقسم ميزانية النفقات النموذجية إلى جزأين: أحدهما لاستثمار رأس المال، والآخر لنفقات التشغيل.

تم إدخال مفاهيم "التكاليف المباشرة direct costs" و"النفقات العامة overhead" للمساعدة في التحليل والمناقشة في المستقبل. إن التكاليف المباشرة هي تلك التي يمكن أن تُعزى إلى منتج معين أو خدمة معينة، مثل قطع غيار الإصلاح المُستخدمة لجهاز طبي محدد، وعقد الصيانة لنظام معين، وساعات الوقت التي يستهلكها فني التجهيزات الطبية الحيوية (BMET) في أداء وظائف صيانة وقائية معينة، وترميم الرسوم المدفوعة لمنظمة خدمة مستقلة (ISO) بالنسبة إلى جهاز معين. تشمل النفقات العامة، من ناحية أخرى، الأموال التي تُنفق على الأدوات واللوازم التي يتم استخدامها في الأجهزة الطبية المتعددة، ودورات تدريب الـ BMETs، ومعايرة أجهزة الاختبار، والوقت الذي يستهلكه المهندس الإكلينيكي والـ BMETs في اجتماعات قسم الهندسة الإكلينيكية. وكثيراً ما تُخلط التكاليف العامة مع التكاليف الثابتة، لأن هذه الأخيرة مشمولة في السابقة، ولكن التكاليف العامة تتضمن أيضاً التكاليف المتغيرة، مثل تلك التي تكون لزيوت تخفيف الاحتكاك والغازات الطبية المُستخدمة في خدمة التجهيزات، التي تزيد مع زيادة كمية التجهيزات التي تتم خدمتها. وبعبارة أخرى، فإن النفقات العامة هي مجموع التكاليف الثابتة وجزء من التكاليف المتغيرة التي لا يمكن نسبها بسهولة (أوليس من المجدي أن يكون) إلى الأجهزة الطبية الفردية. ويتم تبيان هذا التمييز على جانب من الأهمية في وقت لاحق في هذا الفصل، عندما تتم مناقشة خيارات التمويل.

يبين الجدول رقم (٤٨,١) الميزانية السنوية لقسم الهندسة الإكلينيكية للسنة المالية لعام ٢٠٠١م. ويتم شرح القيم في هذا الجدول أدناه بالتفصيل. ويكفي أن نشير إلى أن مجموع الميزانية هو ٤٥٤٥٣٠ دولاراً أمريكياً، منها ٢٨٥٣٠٠ دولار أمريكي يتوافق مع التكاليف المباشرة، والباقي ١٦٩٢٣٠ دولاراً أمريكياً من أجل النفقات العامة.

الجدول رقم (٤٨,١). نموذج ميزانية سنوية لقسم هندسة إكلينيكية.

الميزانية السنوية لقسم هندسة إكلينيكية في مستشفى عام للسنة المالية لعام ٢٠٠١م (جميع المبالغ بالدولار الأمريكي)			
	المجموع (دولار أمريكي)	النفقات المباشرة	النفقات العامة
١- استثمار رأس المال	٨٤٨٠	صفر	٨٤٨٠
١,١ التجهيزات	١٢٠٠		١٢٠٠
١,٢ أنظمة المعلومات	٢١٥٠		٢١٥٠
١,٣ الأدوات والآلات	٣٣٠		٣٣٠
١,٤ الأثاث	٦٠٠		٦٠٠
١,٥ الكتب والمنشورات	٣٤٠٠		٣٤٠٠
١,٦ استثمارات أخرى لرأس المال	٨٠٠		٨٠٠
٢- نفقات التشغيل	٤٤٦٠٥٠	٢٨٥٣٠٠	١٦٠٧٥٠
٢,١ الموظفين	١٦٩٣٠٠	١٢٠٣٠٠	٤٩٠٠٠
٢,٢ الفوائد	٧١١٠٠	صفر	٧١١٠٠
٢,٣ اللوازم	٢٤٥٠٠	٢٠٠٠٠	٤٥٠٠
٢,٣,١ قطع الغيار	٢٠٠٠٠	٢٠٠٠٠	
٢,٣,٢ لوازم الصيانة	٤٠٠٠		٤٠٠٠
٢,٣,٣ اللوازم المكتبية	٥٠٠		٥٠٠
٢,٤ خدمات الطرف الثالث	١٥٢٧٠٠	١٤٥٠٠٠	٧٧٠٠
٢,٤,١ عقود الصيانة	١٢٠٠٠٠	١٢٠٠٠٠	
٢,٤,٢ الوقت والمواد (OEMs وISOs)	٢٥٠٠٠	٢٥٠٠٠	
٢,٤,٣ التدريب	١٥٠٠		١٥٠٠
٢,٤,٤ الاستشارات	٣٠٠٠		٣٠٠٠
٢,٤,٥ معايرة أجهزة الاختبار	٢٠٠٠		٢٠٠٠
٢,٤,٦ طباعة نماذج	١٢٠٠		١٢٠٠
٢,٥ الشحن والسفر	٣٢٠٠	صفر	٣٢٠٠
٢,٥,١ الشحن	٧٠٠		٧٠٠
٢,٥,٢ السفر	٠		٠
٢,٥,٢,١ الطعام والسكن	١٥٠٠		١٥٠٠
٢,٥,٢,٢ التذاكر	١٠٠٠		١٠٠٠
٢,٦ نفقات التشغيل الأخرى	٢٥٢٥٠	صفر	٢٥٢٥٠
٢,٦,١ الاتصالات	١٢٠٠		١٢٠٠
٢,٦,٢ طاقة	٤٥٠		٤٥٠
٢,٦,٣ الغازات الطبية	٢٥٠		٢٥٠
٢,٦,٤ البريد	٢٠٠		٢٠٠
٢,٦,٥ الاتحادات المهنية	٦٠٠		٦٠٠
٢,٦,٦ الحيز المادي (إيجار)	٧٥٠٠		٧٥٠٠
٢,٦,٧ متنوعة	١٥٠٥٠		١٥٠٥٠
المجموع	**٤٥٤٥٣٠**	**٢٨٥٣٠٠**	**١٦٩٢٣٠**

استثمار رأس المال

كما ذُكر من قبل، يُفترض أن قسم الهندسة الإكلينيكية هذا قد كان في الوجود لبعض الوقت، ولذلك فإنه ليس من الضروري شراء مجموعة كاملة من التجهيزات الجديدة للاختبار والقياس. من ناحية أخرى، يفترض المرء أنه سيكون من الضروري الحصول على بعض المواد، إما لتحل محل تلك التي فشلت، أو لاكتساب قدرات تقنية إضافية.

يبين الجدول رقم (٤٨,٢) ميزانية الاستثمار لرأس المال، علماً بأن القائمة تضم العديد من الأجهزة الطبية التي هي بالفعل في قوائم الجرد (أي تلك مع كمية مساوية للصفر). سوف تُستخدم هذه البنود الموجودة وقيمها الخاصة بكل منها في وقت لاحق (في القسم ٣,١,٣) لحسابات قيم الاستهلاك. تشرح معظم البنود نفسها بنفسها وهي ذات تكلفة منخفضة. وهناك استثناء واحد وهو مدفوعات المجلات والدوريات. وذلك لأن بعض الاشتراكات مكلفة نوعاً ما (على سبيل المثال، تكاليف أجهزة الصحة لـ ECRI (معهد أبحاث رعاية الطوارئ) نحو ٢٠٠٠ دولار في السنة).

الجدول رقم (٤٨,٢). نموذج ميزانية سنوية لاستثمار رأس المال لقسم هندسة إكلينيكية.

تفاصيل استثمار رأس المال لقسم هندسة إكلينيكية في مستشفى عام			
	الكمية	التكلفة (دولار أمريكي)	الحجم (دولار أمريكي)
١- استثمار رأس المال			
١,١ التجهيزات			١٢٠٠
رواسم الإشارة	صفر	٢٠٠٠	صفر
المقاييس الرقمية متعددة الوظائف	صفر	١٥٠	صفر
جهاز تحليل السلامة الكهربائية	صفر	٣٥٠	صفر
محاكي المريض	صفر	١٢٠٠	١٢٠٠
نظام المعايرة الهوائي	صفر	٥٠٠٠	صفر
نظام الهاتف	صفر	٣٠٠	صفر
أجهزة الفاكس	صفر	٥٠٠	صفر
نظام الاتصال الداخلي	صفر	٦٠٠	صفر
١,٢ أنظمة المعلومات			٢١٥٠
أجهزة الكمبيوتر	صفر	٢٥٠٠	صفر
الطرفيات	١	٤٠٠	٤٠٠
الشبكة المحلية	١	٥٠٠	٥٠٠
البرمجيات	٥	٢٥٠	١٢٥٠

تابع الجدول رقم (٤٨,٢).

تفاصيل استثمار رأس المال لقسم هندسة إكلينيكية في مستشفى عام			
	الكمية	التكلفة (دولار أمريكي)	الحجم (دولار أمريكي)
١,٣ الأدوات والآلات			٣٣٠
ساعات التوقيت	صفر	٢٥	صفر
ميزان الحرارة	صفر	٣٥	صفر
الأدوات الميكانيكية	٣	٥٠	١٥٠
الأدوات الإلكترونية	٣	٦٠	١٨٠
١,٤ الأثاث			٦٠٠
طاولات المكاتب والكراسي الخاصة بها	صفر	٤٥٠	صفر
طاولات العمل والكراسي الخاصة بها	صفر	٩٠٠	صفر
الرِقَع والأشرطة المضادة للكهرباء الساكنة	صفر	١٢٠	صفر
الرفوف والخزائن	٢	٣٠٠	٦٠٠
١,٥ الكتب والمنشورات			٣٤٠٠
١,٥,١ الكتب وكتيبات الأجهزة	١	٤٠٠	٤٠٠
١,٥,٢ المجلات والدوريات	١	٣٠٠٠	٣٠٠٠
١,٦ استثمارات أخرى لرأس مال			٨٠٠
١,٦,١ متنوعة	١	٨٠٠	٨٠٠
المجموع			٨٤٨٠

نفقات التشغيل

يكون لدى قسم الهندسة الإكلينيكية نفقات تشغيل عادة أعلى بكثير من الاستثمار الرأسمالي، وذلك مثل المنظمات الأخرى في قطاع الخدمات. وهناك طرق كثيرة لتصنيف نفقات التشغيل، ولكل منها مزاياها وعيوبها. ومن أجل البساطة ولأسباب تعليمية، يُستخدم عدد قليل من التصنيفات ما أمكن، فقط بما يكفي لتصور المكونات الأكثر أهمية وتجنب فقدان نفقات هامة.

يبين الجدول رقم (٤٨,٣) مثال لميزانية تشغيل. ولم يتم هنا، مرة أخرى، تقديم القيم فقط ولكن أيضاً التقسيم بين التكاليف المباشرة والنفقات العامة. ويتم أدناه شرح كل بند من البنود الرئيسية.

الجدول رقم (٤٨,٣). نموذج ميزانية تشغيل سنوية لقسم هندسة إكلينيكية.

تفاصيل نفقات التشغيل لقسم هندسة إكلينيكية (جميع المبالغ بالدولار الأمريكي)			
	المجموع	النفقات المباشرة	النفقات العامة
٢- نفقات التشغيل			
٢,١ الموظفين	١٦٩٣٠٠	١٢٣٠٠	٤٩٠٠٠
٢,٢ الفوائد	٧١١٠٠	صفر	٧١١٠٠
٢,٣ اللوازم	٢٤٥٠٠		
٢,٣,١ قطع الغيار	٢٠٠٠٠	٢٠٠٠٠	
٢,٣,٢ لوازم الصيانة	٤٠٠٠		٤٠٠٠
٢,٣,٣ اللوازم المكتبية	٥٠٠		٥٠٠
٢,٤ خدمات الطرف الثالث	١٥٢٧٠٠		
٢,٤,١ عقود الصيانة	١٢٠٠٠٠	١٢٠٠٠٠	
٢,٤,٢ الوقت والمواد (ISOs وOEMs)	٢٥٠٠٠	٢٥٠٠٠	
٢,٤,٣ التدريب	١٥٠٠		١٥٠٠
٢,٤,٤ الاستشارات	٣٠٠٠		٣٠٠٠
٢,٤,٥ معايرة تجهيزات الاختبار	٢٠٠٠		٢٠٠٠
٢,٤,٦ طباعة نموذج	١٢٠٠		١٢٠٠
٢,٥ الشحن والسفر	٣٢٠٠		
٢,٥,١ الشحن	٧٠٠		٧٠٠
٢,٥,٢ السفر			
٢,٥,٢,١ الطعام والسكن	١٥٠٠		١٥٠٠
٢,٥,٢,٢ التذاكر	١٠٠٠		١٠٠٠
٢,٦ نفقات تشغيل أخرى	٢٥٢٥٠		
٢,٦,١ الاتصالات	١٢٠٠		١٢٠٠
٢,٦,٢ الطاقة	٤٥٠		٤٥٠
٢,٦,٣ الغازات الطبية	٢٥٠		٢٥٠
٢,٦,٤ البريد	٢٠٠		٢٠٠
٢,٦,٥ الاتحادات المهنية	٦٠٠		٦٠٠
٢,٦,٦ الحيز المادي (إيجار)	٧٥٠٠		٧٥٠٠
٢,٦,٧ متنوعة ٥٪	١٥٠٥٠		١٥٠٥٠
المجموع	**٤٤٦٠٥٠**	**٢٨٥٣٠٠**	**١٦٠٧٥٠**
النسبة المئوية	٪١٠٠	٪٦٤	٪٣٦

الموظفون والفوائد: وكما هو موضح فيما سبق، يتألف قسم الهندسة الإكلينيكية من الكادر التالي المتفرغ بدوام كامل:

- مهندس إكلينيكي واحد.
- ثلاثة فنيين طبيين حيويين (BMETs).
- مساعد إداري واحد.

يتم الافتراض، من أجل التبسيط، أن الـ BMETs الثلاثة يجنون نفس المرتب السنوي، مثلاً ٣١٠٠٠ دولار أمريكي. يتم وضع بدل لعمل إضافي نسبته ١٠٪ لموظفي الأجر بالساعة؛ أي، الجميع ما عدا المهندس الإكلينيكي. ويجب الأخذ في الاعتبار، بالإضافة إلى رواتبهم، تكاليف الفوائد التي أجازها القانون (على سبيل المثال، مساهمة البطالة الحكومية من قبل أرباب العمل)، والمقدمة طوعاً من قبل رب العمل (على سبيل المثال، تغطية جزئية للصحة، وطب الأسنان، وأقساط التأمين على الحياة). وعلاوة على ذلك، فمن المهم وضع بدل للعمل الإضافي وفي كثير من الأحيان، على رسوم المكالمات. ومن أجل التبسيط تم دمج بدل العمل الإضافي ورسوم المكالمات في قيمة واحدة. ويبين الجدول رقم (٤٨,٤) مثالاً لميزانية نفقات الموظفين. ولقد تم اختيار القيم في هذا الجدول على نحو اعتباطي وهي على الأرجح منخفضة بالنسبة للمناطق المدنية الكبرى، ولكنها معقولة للمدن الصغيرة. إن القراء مدعوون لإعادة حساب القيم باستخدام أرقام تكون أكثر واقعية تبعاً لحالاتهم الفردية.

الجدول رقم (٤٨,٤). نموذج ميزانية نفقات موظفين سنوية لقسم هندسة إكلينيكية.

تفاصيل نفقات الموظفين لقسم هندسة إكلينيكية في مستشفى عام (جميع المبالغ بالدولار الأمريكي)				
	الكمية	الراتب	الحجم	النفقات المباشرة	النفقات العامة
٢,١ الموظفين					
مهندس إكلينيكي	١	٤٥٠٠٠	٤٥٠٠٠	١٨٠٠٠	٢٧٠٠٠
فني طبي حيوي	٣	٣١٠٠٠	٩٣٠٠٠	٩٣٠٠٠	
مساعد إداري	١	٢٠٠٠٠	٢٠٠٠٠		٢٠٠٠٠
وقت إضافي ١٠٪			١١٣٠٠	٩٣٠٠	٢٠٠٠
المجموع			١٦٩٣٠٠	١٢٠٣٠٠	٤٩٠٠٠
٢,٢ الفوائد					
إجبارية		٤٧٤٠٠	٤٧٤٠٠		٤٧٤٠٠
اختيارية		٢٣٧٠٠	٢٣٧٠٠		٢٣٧٠٠
المجموع			٧١١٠٠		٧١١٠٠
المجاميع			٢٤٠٤٠٠	١٢٠٣٠٠	١٢٠١٠٠

اللوازم: وتضم هذه الفئة من الميزانية قطع الغيار، ولوازم الصيانة، واللوازم المكتبية. إن الفرق بين قطع الغيار ولوازم الصيانة هو اعتباطي إلى حد ما ولكنه ضروري للتمييز بين أجزاء على سبيل المثال، لوحات الدوائر المطبوعة (PCBs) والمجمعات الفرعية الهوائية، المُستخدمة في أجهزة طبية محددة وتلك التي يمكن أن تدعم العديد من الأجهزة الطبية (مثل علب زيت تخفيف الاحتكاك أو مجموعة من الصواميل والمسامير). ويتم في كثير من الأحيان شمل العديد من البنود التي يمكن إرجاعها إلى الأجهزة الفردية ببساطة في جملة لوازم الصيانة، وذلك ببساطة لأن تكاليفها المنخفضة لا تبرر العمل المرتبط بالمحاسبة التفصيلية. ويُدرَج في فئة اللوازم المكتبية مواد مثل الورق والمذكرات والأقلام والمشابك. ومرة أخرى، فإن القيم الواردة في الجدول رقم (٤٨,٣) هي على الأرجح على منخفضة، ولكنها تكفي لدراسة الحالة هذه.

خدمات الطرف الثالث: تشمل هذه الفئة جميع النفقات التي تُدفع إلى كيانات من خارج المستشفى لتوفير بنود مثل عقود الصيانة، وخدمات الصيانة، وتدريب BMETs، والخدمات الاستشارية، ومعايرة تجهيزات الاختبار، وطباعة نماذج تقرير الخدمة المُستخدمة في تسجيل الخدمات المُنجزة. وبطبيعة الحال، يمكن أن يكون هناك بنود نفقات أكثر أو أقل في الحالات الفردية. مرة أخرى، تم اختيار القيم في الجدول رقم (٤٨,٣) على نحو اعتباطي ولكنها تعكس الواقع لمستشفى محلي.

ونظراً لأنه يمكن إرجاع عقود الخدمة ونفقات الوقت والمواد إلى الأجهزة الطبية الفردية، فإنه قد تم تصنيفها على أنها نفقات مباشرة. وينبغي أن يتم توزيع البقية بشكل متساوبين جميع التجهيزات التي يغطيها قسم الهندسة الإكلينيكية، ومن ثم، يتم اعتبارها نفقات عامة.

الشحن والسفر: تشمل هذه الفئة بدلات (Allowance) الشحنة القادمة لمواد الصيانة (أي، قطع الغيار واللوازم) والشحنة الذاهبة من التجهيزات للخدمة في أي مكان آخر. كما تشمل هذه الفئة نفقات السفر المرتبطة بالتدريب. ويجري في هذه الحالة التخطيط لرحلتين. علماً أن تكلفة التدريب (التعليم) كانت مُدرَجة بالفعل في الفئة السابقة. إن القيم التي تم اختيارها لبنود هذه الفئة مُبينة في الجدول رقم(٤٨,٣).

نفقات التشغيل الأخرى: تتضمن هذه الفئة جميع النفقات الأخرى التي لم تُدرج في الفئات السابقة، والتي لم يكن هناك حاجة إلى وضع فئات محددة من أجلها. ويبين الجدول رقم (٤٨,٣) بعض الأمثلة الشائعة. وبما أن معظمها يشرح نفسه بنفسه، لم يتم القيام بأية محاولة لوصف كل واحد منها. ومع ذلك، فإن المرافق (مثلاً، الحيز المادي، والطاقة، والغازات)، التي قدمتها منظمة الرعاية الصحية مشمولة. وللقيام بأي حساب ومقارنة واقعية، فمن المهم حساب هذه التكاليف "الخفية". ويتم إدراج بدلات للفروق الصغيرة والهفوات على أنها "متنوعة"، ويتم الافتراض أنها تساوي ٥٪ من مجموع تكاليف التشغيل.

خيارات التمويل Financing Alternatives

هناك عدة طرق لتغطية الميزانية السنوية الإجمالية المساوية ٤٥٤٥٣٠ دولار أمريكي لقسم الهندسة الإكلينيكية. ويتم فيما يلي وصف ومناقشة كل من هذه الطرق بإيجاز.

مركز التكاليف

إن إحدى الطرق التقليدية والأكثر شيوعاً هي اعتبار القسم مركز التكاليف ضمن الميزانية الإدارية للمنظمة. وبعبارة أخرى، فإن قسم الهندسة الإكلينيكية هو جزء من النفقات العامة التي يجب أن يدعمها جميع الأقسام المُدِرَّة للدخل. وهناك أمثلة لأقسام إدارية أخرى هي التمويل، وتكنولوجيا المعلومات، والموارد البشرية. يناقش رئيس قسم الهندسة الإكلينيكية، وهو في هذه الحالة مهندس إكلينيكي، الميزانية السنوية للقسم مع مشرفه/مشرفها ثم يحاول "العيش" ضمن هذه الحدود. تتكون الميزانية من استثمارات رأس المال ونفقات التشغيل. (انظر القسم العلوي من الجدول رقم (٤٨,٥). يناقش القسم ٢,٣,١ الطريقة التي ينبغي للمهندس الإكلينيكي أن يحلل بها الميزانية من أجل أن تصبح أكثر فعالية من حيث التكلفة ومن أجل زيادة قيمة القسم لصاحب العمل.

تقاسم التكاليف

إنها طريقة أخرى لجعل كل قسم مستفيد (على سبيل المثال، وحدة العناية المركّزة (ICU)، والمركز الجراحي، وأمراض القلب) يدفع نسبة مئوية معينة من ميزانية قسم الهندسة الإكلينيكية. إن النسب المئوية التي ساهمت بها أقسام مختلفة هي مقرَّرة سلفاً، وعادة ما تكون متناسبة مع حجم الخدمات التي يتلقونها من قسم الهندسة الإكلينيكية.

تفضل الأقسام المستفيدة (على سبيل المثال، الطب النفسي) التي لديها عدد أقل من الأجهزة الطبية هذه الطريقة لأنها تدفع أقل مما لو كانت بطريقة مركز التكلفة، حيث جميع الأقسام المُدِرَّة للدخل تسهم بالتساوي، بغض النظر عن الاستخدام. ويتعين على الأقسام التي لديها تجهيزات أكثر (على سبيل المثال، التصوير، وأمراض القلب، والجراحة) المساهمة بشكل أكبر بسبب استفادتها المتكررة من الخدمات التي يقدمها قسم الهندسة الإكلينيكية.

وعلى الرغم من أن هذه الطريقة قد تكون "أكثر عدلا" من سابقتها، إلاّ أنه يجب على رئيس قسم الهندسة الإكلينيكية الحرص على عدم توجيه انتباهه تجاه أكثر المستفيدين ("اكبر الزبائن")، وتجاهل المستفيدين الأقل تواتراً. حيث إن القيام بذلك قد يخلق وضعاً سياسياً خطيراً.

الجدول رقم (٤٨,٥). أمثلة لثلاث طرق تمويل لقسم الهندسة الإكلينيكية: (١) كمركز تكلفة؛ (٢) من خلال التعويضات مقابل الخدمة؛ و(٣) كمركز أرباح.

طرق تمويل قسم هندسة إكلينيكية في مستشفى عام	
	القيمة (دولار أمريكي)
١- مركز تكلفة	
استثمار رأس المال	٨٤٨٠
نفقات التشغيل	٤٤٦٠٥٠
المجموع	**٤٥٤٥٣٠**
٢- التعويضات لكل خدمة	
تكاليف التمرير	
عقود الصيانة	١٢٠٠٠٠
خدمات الصيانة لكل طلب	٢٥٠٠٠
قطع الغيار	٢٠٠٠٠
نفقات التشغيل	
نفقات عدم التمرير	٢٨١٠٥٠
انخفاض قيمة استثمار رأس المال (١٠ في المائة/السنة)	٥٤٣٢
المجموع	٢٨٦٤٨٢
مجموع عدد ساعات العمل المُنتجَة (من الجدول ٦)	٤٦٧١,٦ ساعة
سعر ساعة العمل للتعويضات	**٦١**
٣- مركز أرباح	
تكاليف التمرير	
عقود الصيانة	١٢٠٠٠٠
خدمات الصيانة لكل طلب	٢٥٠٠٠
قطع الغيار	٢٠٠٠٠
نفقات التشغيل	
نفقات عدم التمرير	٢٨١٠٥٠
انخفاض قيمة استثمار رأس المال (١٠ في المائة/السنة)	٥٤٣٢
المجموع	٢٨٦٤٨٢
الربح	**٧١٦٢١**
هامش الربح المطلوب (كنسبة مئوية من التكلفة)	٪٢٥
المجموع	٣٥٨١٠٣
مجموع عدد ساعات العمل المُنتجَة	٤٦٧١,٦ ساعة
سعر ساعة العمل التي تُستوفى من الزبائن	٧٧
رسوم إدارية فوق تكاليف التمرير	**٢٤٧٥٠**
هامش إداري	٪١٥
إجمالي الأرباح (قبل الضرائب)	**٩٦٣٧١**

التعويض مقابل الخدمات

إن التعويض (أو "تحميل التكاليف") مقابل الخدمة المُقدمة هي طريقة أخرى للتمويل أيضاً. "يُحمِّل" قسم الهندسة الإكلينيكية كل قسم مستفيد شهرياً (أو على نحو ربع سنوي) مقابل المادة والعمل المُقدمين إلى القسم. يحسب قسم الهندسة الإكلينيكية عادة سعر العمل الساعي الذي سوف يحتاجه العمل من أجل تغطية جميع تكاليفه المباشرة ونفقاته العامة، وبعد ذلك يضرب عدد الساعات التي قُدمت إلى كل قسم بسعر العمل هذا. ويضيف قسم الهندسة الإكلينيكية على هذا السعر تكاليف "التمرير (pass-through)"، (أي، تلك التكاليف التي تُنفق على أجهزة طبية محددة أو قسم محدد).

يبين القسم الأوسط من الجدول رقم (٤٨,٥) قيم التعويضات من أجل دراسة الحالة الخاصة بنا. إن تكاليف "التمرير" في هذه الحالة هي عقود الصيانة، والوقت والمواد، وخدمات الطرف الثالث، وقطع الغيار. يُسمى الفرق بين الميزانية السنوية وتكاليف "التمرير" هذه بـ "نفقات عدم التمرير" التي يجب استردادها من خلال التعويضات. ويجب أن يُضاف إلى هذه النفقات استهلاك استثمار رأس المال (مُفترض بمعدل ١٠٪ سنوياً)، لبناء احتياط لاستبدال تجهيزات الاختبار والقياس في المستقبل. ولذلك، فإن المجموع الذي يجب أن يتم تعويضه هو٢٨٦٤٨٢ دولار أمريكي. وبغية استخلاص سعر العمل الساعي، يجب أن يتم أولاً تحديد مجموع عدد الساعات الإنتاجية التي يكون فيها قسم الهندسة الإكلينيكية قادراً على الإنتاج.

يبين الجدول رقم (٤٨,٦) الطريقة التي يتم فيها حساب مجموع عدد الساعات المُنتِجَة. أولاً، يجب أن يتم طرح أيام العطل والإجازات وأيام الإجازات المرضية وأيام الغياب الأخرى المدفوعة (على سبيل المثال، واجب هيئة المحلفين وإجازة الوفاة والتدريب) من مجموع عدد ساعات العمل المدفوعة. ومن ثم يسمى العدد المحسوب بـ "الساعات المتاحة للعمل". يجب على كل عامل أن يأخذ بعض الاستراحات من أجل الانتعاش (المرطبات، وجبات خفيفة، ..)، أو استخدام المرحاض، أو الذهاب إلى الأقسام المستفيدة، أو مساعدة مستخدِم أو زميل، ولذلك لا يمكن استخدام كل ساعة مُتاحة لخدمة التجهيزات. إن إنتاجية الـ BMETs هي عادة في حدود ٧٠٪- ٨٥٪ (Furst, 1997). ويتم في دراسة الحالة هذه افتراض إنتاجية قدرها ٧٥٪. وعلاوة على ذلك، يتم الافتراض أن المهندس الإكلينيكي يمكن أن يسهم فقط بنسبة ٤٠٪ من وقته أو وقتها الإجمالي للتدريب العملي؛ والباقي يتم إنفاقه على الاجتماعات والواجبات الإدارية. ولذلك فإن مجموع عدد الساعات المُنتِجَة في السنة لقسم الهندسة الإكلينيكية بأكمله هو٤٦٧١,٦ ساعة.

وبالعودة إلى القسم الأوسط من الجدول رقم (٤٨,٥)، فإن سعر العمل الساعي الذي يجب أن يستوفي مقابل التعويضات هو٦١ دولاراً أمريكياً وفقاً لهذه القيمة.

الجدول رقم (٤٨,٦). نموذج حساب مجموع عدد الساعات المُنتجَة في السنة لقسم هندسة إكلينيكية.

تحليل الإنتاجية لقسم هندسة إكلينيكية في مستشفى عام		
	القيم	الساعات
الساعات المدفوعة لكل عامل		
ساعة/الأسبوع	٤٠	
أسابيع/السنة	٥٢	
المجموع		٢٠٨٠
أيام العطلة مدفوعة الأجر		
أيام العطلة/السنة	١٢	
ساعات العطلة/السنة		٩٦
إجازة مدفوعة الأجر		
أيام الإجازات/السنة	١٥	
ساعات الإجازات/السنة		١٢٠
أيام الغياب/ الحِداد/المرض المدفوعة		
أيام الغياب/السنة	٤	
ساعات الغياب/السنة		٣٢
الساعات المتاحة للعمل		
= الساعات المدفوعة – ساعات العطلة – ساعات الإجازة – ساعات الغياب		١٨٣٢
الإنتاجية		
الإنتاجية النموذجية للفنيين الطبيين الحيويين	٧٥٪	
المجال	٧٠–٨٥٪	
الساعات المُنتجَة في السنة		
لكل فني طبي حيوي		١٣٧٤
كنسبة مئوية من الساعات المدفوعة	٦٦٪	
مجموع عدد الساعات الإنتاجية لقسم الهندسة الإكلينيكية		
عدد الفنيين الطبيين الحيويين	٣	
النسبة المئوية لزمن التدريب العملي للمهندس الإكلينيكي	٤٠٪	
مجموع عدد الساعات المُنتجَة /سنة		٤٦٧١,٦

إن طريقة التمويل هذه هي أكثر مشقة من تلك التي سبق عرضها، ولكن ميزتها هي تزويد الأقسام المستفيدة بمحاسبة دقيقة للخدمات المُقدمة. ويساعد هذا على خفض عدد طلبات الخدمة غير الضرورية، ولكن العمل المعقد في المحاسبة قد يقلل في نهاية المطاف من إنتاجية قسم الهندسة الإكلينيكية.

من الممكن نقل نموذج التعويضات إلى حد أبعد وكذلك حساب التكلفة الفعلية المرتبطة بكل نشاط. ويُعرف هذا النوع من المحاسبة باسم "التكاليف على أساس النشاط (activity-based costing)" (ABC) (Marchese, 2001). على سبيل المثال، لدينا في دراسة الحالة، أنه يمكن للمرء فصل أنشطة الهندسة الإكلينيكية عن الإصلاحات. إذا كان لفنيي التجهيزات الطبية الحيوية (BMETs) الثلاثة مستويات مختلفة من الخبرة ويُدفع لهم بأسعار مختلفة، فقد يخصص رئيس قسم الهندسة الإكلينيكية واجبات الصيانة الوقائية إلى الشخص الأقل خبرة وربما يترك فني التجهيزات الطبية الحيوية الأكثر خبرة يقوم بأداء الإصلاحات الأكثر صعوبة. ويمكن في هذه الحالة فوترة تكلفة أنشطة الصيانة الوقائية بسعر أقل من الإصلاحات. تعتبر طريقة المحاسبة هذه ذات قيمة عندما يكون هناك فارق كبير كاف في مقدار الدفع للكادر لتبرير وقت المحاسبة المُستثمر.

مركز الأرباح

يستطيع في الواقع رئيس قسم الهندسة الإكلينيكية المخضرم استخدام نموذج التعويضات لمصلحته وأن تصبح مربحة. من الممكن إنتاج بعض الفائض في الميزانية الذي يمكن استخدامه بعدئذ لشراء مزيد من أدوات الاختبارات أو إجراء دورات تدريب أو تحسين بيئة العمل وذلك من خلال حساب سعر العمل الساعي بدقة والتحكم في النفقات بعناية. من ناحية ثانية، لا بد من استخدام هذه الطريقة بحرص شديد، ويُفضَّل مع موافقة صريحة من المنظمة. وعلاوة على ذلك، يجب على قسم الهندسة الإكلينيكية أن يهتم في عدم المبالغة في أرباحه لأن هذا يمكن أن يمنعه من أن يكون قادراً على المنافسة عندما تتم مقارنته مع مزودي الخدمة الخارجيين، وخصوصاً منظمات الخدمة المستقلة (ISOs). كما يمكن، إضافة إلى ذلك، أن تصبح الأقسام الأخرى غيورة وتسبب متاعب سياسية.

يمكن، بدلاً من ذلك، القيام بعملية خدمة ربحية حقيقية (حتى تحت مظلة منظمة غير ربحية). يبين القسم السفلي من الجدول رقم (٤٨,٥) طريقة هذا المشروع لحساب سعره الساعي للعمل. فعلى افتراض، وبشكل اعتباطي، أن هامش الربح المطلوب هو٢٥٪ (فوق التكلفة)، فإن سعر الساعة لنفس قسم الهندسة الإكلينيكية سيرتفع من ٦١ دولاراً أمريكياً إلى ٧٧ دولاراً أمريكياً. بالإضافة إلى ذلك، فمن المرجح أنه سيضيف أيضاً الرسوم الإدارية إلى تكاليف التمرير (وبعد كل شيء، يتعين على شخص ما قضاء بعض الوقت في الإشراف على ما تقوم به الأطراف الثالثة). وسوف نفترض من أجل دراستنا للحالة أنه ستتم إضافة ١٥٪. ولذلك يكون مجموع الأرباح التي ينتجها مركز الخدمة هذا في السنة ٩٦٣٣٣ دولاراً أمريكياً. تناقش الفقرة التالي ما إذا كانت الافتراضات (٢٥٪ هامش ربح و١٥٪ زيادة سعر التكلفة) كافية للحفاظ على استمرار هذا النموذج التجاري.

يمكن كذلك استخدام مزيج من الطرق المذكورة أعلاه في منظمة واحدة بشكل طبيعي. كما ينبغي التأكيد على أنه ليس بالضرورة أن تعمل نفس طريقة التمويل بشكل أفضل لجميع المنظمات المشابهة من حيث الحجم

والتعقيد. ربما يكون لكل واحدة طريقة تمويل مختلفة تكون مفضلة داخل تلك المؤسسة، ويكون قسم الهندسة الإكلينيكية مطلوباً لمتابعة هذا النموذج.

المناقشة Discussion

الآن وبعد أن تمت مراجعة وضع الميزانية، يجب تحديد وتحليل أهم العوامل، وتلك التي نستطيع التلاعب بها لتحسين القدرة التنافسية لقسم الهندسة الإكلينيكية.

تحليل الميزانية

أولا، يتم تحليل الميزانية العامة (الجدول رقم ٤٨,١) بطريقتين: من خلال مقارنة استثمار رأس المال مع تكاليف التشغيل، ومن خلال مقارنة التكاليف المباشرة والنفقات العامة. وكما ذكر آنفاً، ينفق قسم الهندسة الإكلينيكية كونه منظمة خدمة معظم ميزانيته على نفقات التشغيل بدلاً من التركيز على استثمار رأس المال. يبين الجدول رقم (٤٨,٧) بأن نفقات التشغيل تشكل ٩٨٪ من الميزانية في دراسة الحالة التي لدينا، بينما يعتبر استثمار رأس المال ٢٪ فقط.

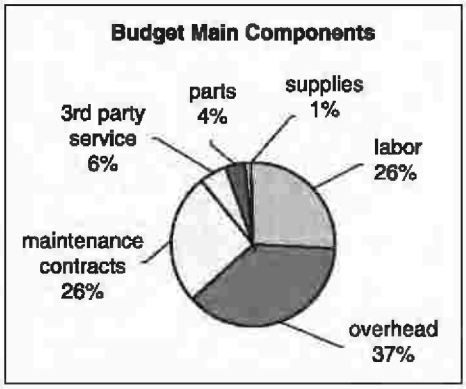
الجدول رقم (٤٨,٧). تحليل الميزانية العامة من خلال مقارنة استثمار رأس المال وتكاليف التشغيل، ومن خلال مقارنة التكاليف المباشرة والنفقات العامة في مختلف السيناريوهات.

تحليل الميزانية		رأس المال	التشغيل
١- مقارنة بين استثمار رأس المال وتكاليف التشغيل		٪٢	٪٩٨
٢- مقارنة بين التكاليف المباشرة والنفقات العامة	**تكاليف مباشرة (دولار أمريكي)**	**نفقات عامة (دولار أمريكي)**	
٢(أ). مع كل شيء	٤٥٤٣٨٠	٢٨٣٨٠٠	١٧٠٥٨٠
النسبة المئوية	٪١٠٠	٪٦٣	٪٣٧
٢(ب). بدون عقود الخدمة وخدمات الطرف الثالث	٣٠٩٥٣٠	١٤٠٣٠٠	١٦٩٢٣٠
النسبة المئوية	٪١٠٠	٪٤٥	٪٥٥
٢(ج). بدون قطع الغيار	٢٨٩٥٣٠	١٢٠٣٠٠	١٦٩٢٣٠
النسبة المئوية	٪١٠٠	٪٤٢	٪٥٨

يعتبر النظر إلى التناسبات النسبية للتكاليف المباشرة في مقابل النفقات العامة هو أكثر إثارة للاهتمام. إن التكاليف المباشرة في الميزانية المبينة في الجدول رقم (٤٨,١) هي ٦٣٪ من مجموع الميزانية والنفقات العامة ٣٧٪ (انظر البند ٢(أ) من الجدول رقم ٤٨,٧). إلا أنه عندما يتعين على الأقسام المستفيدة الدفع مباشرة لعقود الخدمة وخدمات الطرف الثالث (وهو ما يحدث في العديد من المستشفيات في الولايات المتحدة)، فإن النفقات العامة سوف تقفز إلى ٥٥٪ (انظر البند ٢(ب) من الجدول رقم ٤٨,٧). وعندما ينبغي للأقسام المستفيدة دفع ثمن قطع الغيار أيضاً، فإن

النفقات العامة تصبح ٥٠٪ تقريباً أكبر من التكاليف المباشرة (البند ٢(ج) من الجدول رقم (٤٨,٧))، حتى ولو لم يتغير شيء في الواقع. وهذا يفسر السبب في أن أقسام الهندسة الإكلينيكية غالباً ما يُنظر إليها على أنها غير فعالة؛ وأنها تنفق معظم ميزانياتها على عمل غير منتِج. يجب أن يكون رئيس قسم الهندسة الإكلينيكية قادراً على شرح أن هذا التلاعب بالأرقام يخفي حقيقة أن قسم الهندسة الإكلينيكية ينفق وقتاً وطاقة بالإشراف على عقود الخدمة وخدمات الطرف الثالث واستبدال الأجزاء المتعطلة بجديدة. وبعبارة أخرى، يضيف قسم الهندسة الإكلينيكية قيمة إلى تلك الخدمات وقطع الغيار، ومن ثم، ينبغي أن يكون مخوَّلاً بشمل هذه النفقات عند حساب النفقات العامة.

هناك طريقة أخرى لتصور الأهمية النسبية للمكونات المختلفة للميزانية وهي وضعها في مخطط دائري. يبين الشكل رقم (٤٨,١) أن المكونات الرئيسية للميزانية هي العمل (٢٦٪)، والنفقات العامة (٣٧٪)، وعقود الصيانة (٢٦٪). وتصل البقية (خدمات الطرف الثالث (٦٪)، وقطع الغيار (٤٪)، واللوازم (١٪)) إلى ما مجموعه ١١٪ فقط. وتشمل النفقات العامة استثمارات رأس المال، والشحن، والسفر، ونفقات التشغيل الأخرى، بالإضافة إلى نفقات الموظفين غير المباشرة والفوائد.



الشكل رقم (٤٨,١). المكونات الرئيسية للميزانية السنوية لقسم هندسة إكلينيكية.

تحليل التكاليف

يتم الآن معالجة أسعار العمل الساعي التي يستوفيها قسم الهندسة الإكلينيكية من الأقسام المستفيدة. ويمكننا أن نرى من الجدول رقم (٤٨,٤) (بند ميزانية الموظفين) أن التكلفة الإجمالية المباشرة للعمالة هي ١٢٠٣٠٠ دولار أمريكي. إذا تم تقسيم هذه القيمة على العدد الإجمالي للساعات المُنتِجَة، فإنه يمكن الحصول على السعر بالساعة للعمل المنتِج. ويبين الجدول رقم (٤٨,٨) أن النتيجة هي ٢٦ دولاراً أمريكياً للساعة الواحدة. وبطرح هذه القيمة من السعر الساعي للتعويضات ٦١ دولاراً أمريكياً، يكون السعر الساعي للنفقات العامة ٣٦ دولاراً أمريكياً (مدوراً من

٣٥ دولاراً أمريكياً). وبعبارة أخرى، يُستخدم في الواقع فقط ٤٢٪ من السعر الساعي ٦١ دولاراً أمريكياً لدفع ثمن العمل الذي يرتبط ارتباطاً مباشراً بالصيانة، في حين أن النسبة المتبقية ٥٨٪ هي من أجل النفقات العامة. مرة أخرى، فإن هذه طريقة غير واضحة إلى حد ما لعرض الحقائق، حيث إن مبلغ ١٢٠٣٠٠ دولار أمريكي لا يستطيع الدفع لكل تلك الساعات المُنتِجَة. على سبيل المثال، ومن دون فوائد، لا يستطيع المرء الحصول ببساطة على موظفين للعمل. كما إن عدم دفع الفوائد الإلزامية عمل غير قانوني أيضاً.

الجدول رقم (٤٨,٨). تحليل تكلفة العمل، ويقارن بين التكاليف المباشرة والنفقات العامة لمكونات الأجر بالساعة.

تحليل التكاليف	دولار أمريكي	
إجمالي تكلفة العمل المنتِج (التكاليف المباشرة في الشكل رقم ٤٨,٤)	١٢٠٣٠٠	
مجموع عدد ساعات العمل المُنتِجَة	٤٦٧١,٦	
تكلفة العمل الساعي للعمل المنتِج	٢٦	٤٢٪
تكلفة العمل الساعي للنفقات العامة	٣٦	٥٨٪
التكلفة الإجمالية للنفقات العامة ضمن نفقات التشغيل	١٦٠٧٥٠	

وعلى الرغم من ذلك يتضح من هذا التحليل البسيط أنه يجب على المرء السيطرة بعناية على النفقات العامة. إن أي نشاط لا يتصل مباشرة بإنتاج الخدمات، أي النفقات العامة، سوف يزيد من سعر ساعة العمل الذي يضطر قسم الهندسة الإكلينيكية إلى تحميله إلى الأقسام المستفيدة دون تحقيق فوائد ملموسة لهذه الأخيرة. وبنظرة فاحصة إلى الجدول رقم (٤٨,٤) يتبين أن الوضع يتحسن بشكل كبير إذا زادت نسبة الموظفين العمليين (hands-on) في مقابل الموظفين الإداريين. تفسر هذه الحقيقة السبب في أن أقسام الهندسة الإكلينيكية الأكبر، ومُصَنِّعي التجهيزات الأصلية (OEMs)، ومنظمات الخدمة المستقلة (ISOs) لديها جميعها مزايا على فِرَق الهندسة الإكلينيكية الصغيرة. وهذا هو واقع الاقتصاديات الكبرى (economies of scale).

تحسين القدرة التنافسية

إن تحسين جودة الخدمات من خلال (على سبيل المثال) تقليل كمية "إعادة العمل" (على سبيل المثال، الإصلاحات المتكررة) هي إحدى الطرق الطبيعية لتحسين القدرة التنافسية. وعلى الرغم من أهميته الواضحة، فإن هذا لا يفعل إلاّ القليل لخفض سعر العمل الساعي. هناك ثلاثة طرق على الأقل لتخفيض هذا السعر. وكما هو مبين في الجدول رقم (٤٨,٩)، فإن الاحتمال الأول هو زيادة الإنتاجية إلى ٨٠٪، التي سوف تزيد كمية الساعات المُنتِجَة وتقلّل سعر العمل إلى ٥٧ دولاراً أمريكياً للساعة الواحدة. أما الخيار الثاني فهو خفض النفقات العامة بنسبة ١٠٪ عن طريق (على سبيل المثال) تخفيض المبلغ الذي تم إنفاقه على الاستشارات الخارجية والسفر وعن طريق مناقشة

تكاليف التدريب في السعر الأولي لشراء التجهيزات. وهذا يخفّض سعر العمل إلى ٥٨ دولاراً أمريكياً للساعة الواحدة. إذا استطاع المرء زيادة الإنتاجية وتخفيض النفقات العامة في وقت واحد، فإنه يمكن تخفيض سعر العمل إلى ٥٤ دولاراً أمريكياً للساعة الواحدة. ولكن التحدي الأبدي لجميع رؤساء أقسام الهندسة الإكلينيكية هو خفض التكاليف وتحسين جودة الخدمات.

الجدول رقم (٤٨,٩). خيارات تحسين سعر العمل الساعي لقسم هندسة إكلينيكية.

خيارات تحسين القدرة التنافسية	
١- تحسين الجودة التكاليف لن تتغير، ولكن التكرار المنخفض للعمل قد يوفر المال.	
٢- خفض التكاليف	
أ) زيادة الإنتاجية إلى	٨٠٪
العدد الإجمالي لزيادة الساعات المُنتجَة	٤٩٨٣
سعر العمل الساعي لخفض التعويضات	٥٧ دولاراً أمريكياً
ب) خفض النفقات العامة بنسبة ١٠٪	١٠٪
التكلفة الإجمالية لخفض النفقات العامة إلى	١٤٤٦٧٥ دولاراً أمريكياً
سعر العمل الساعي لخفض التعويضات	٥٨ دولاراً أمريكياً
ج) القيام بالاثنين معاً	
العدد الإجمالي لزيادة الساعات المُنتجَة	٤٩٨٣
التكلفة الإجمالية لخفض النفقات العامة إلى	١٤٤٦٧٥ دولاراً أمريكياً
سعر العمل الساعي لخفض التعويضات	٥٤ دولاراً أمريكياً

الإدارة المالية لمقدّمي خدمة الهندسة الإكلينيكية

Financial Management for CE Service Providers

"اعرف نفسك وعدوك، وسوف تفوز ١٠٠٪ بمعاركك" Sun-Tze : استراتيجي الحرب الصينية القديمة.

إن الأعمال التجارية ليست إلاّ حرباً كما يُقال في كثير من الأحيان. ومن أجل البقاء والنماء في أي عمل تجاري، لا بد للمرء من معرفة كيفية السيطرة على موارده المالية، وخصوصاً تكاليفه. وبعبارة أخرى، اعرف تكاليفك وتلك لمنافسيك، وسوف تفوز وتزدهر.

ولسوء الحظ، فإن معرفة الكيفية لا تكفي لإعداد الميزانية، والعمل ضمن حدودها. حيث أن هناك حاجة تماماً لمفاهيم مالية إضافية قليلة. قد يحتاج القراء إلى مراجعة بعض الكتب المرجعية في المحاسبة التجارية (مثل Siegel et al, 1987; Anthony, 1997; Fridson, 1996; and Brigham and Houston, 1998) لكي يستطيعوا تقدير دراسة الحالة

الواردة أدناه تماماً. وهناك أيضاً عدد من برامج المحاسبة للعمل التجاري، مثل Peachtree™ Complete Accounting and QuickBooks,™ من Quicken.™. تتيح هذه البرامج للشركات الصغيرة إدارة شؤونها المالية من دون محاسب بدوام كامل الوقت، ويوجد لديها بعض الأمثلة والدروس الجديرة بالدراسة.

التخطيط المالي Financial Planning

إن إحدى الخلافات الجوهرية بين إدارة مركز التكلفة مقابل المشاريع التجارية هو الحاجة للنظر في العلاقات بين الإيرادات والنفقات لفترة زمنية محددة (عادة خمس سنوات). ويعتبر هذا التخطيط على المدى الطويل أمر ضروري من أجل رؤية قابلية الاستدامة الذاتية النهائية للمشروع، بالإضافة إلى العائدات المحتملة على استثمار رأس المال والوقت. إذا كانت الآفاق طويلة الأجل ليست جيدة، أو إذا كانت العائدات على الاستثمار (ROI) ليست واعدة، فلا يوجد أي سبب لإضاعة الوقت والمال. وسيكون من الأفضل وضع المال في البنك والتمتع بمباهج الحياة على شاطئ البحر.

تتعلق دراسة الحالة التالية بشركة خدمة تسمى "Fix-All Biomed Company" مؤلفة من الناس الذين كانوا في قسم الهندسة الإكلينيكية الذي تم وصفه في دراسة الحالة السابقة:

- مهندس إكلينيكي واحد يستهلك جزء من وقته/وقتها (٦٠٪) في إدارة القسم في حين يظل مؤدياً خدمات صيانة عملية.
- ثلاثة فنيين طبيين حيويين (BMETs) مسؤوليتهم الرئيسية دعم التكنولوجيا (أي القيام بعمليات الفحص والإصلاح والصيانة الوقائية وتدريب المستخدمين).
- مساعد إداري واحد يقدم كل الدعم الإداري.

إن لدى هذه الشركة اتفاقاً لخدمة شاملة مع المستشفى العام المذكورة آنفاً، مع الالتزام بخدمة كل ما يستطيع خدمته، وإدارة البقية التي تتم خدمتها من قبل أطراف ثالثة، أي مُصنِّعي التجهيزات الأصلية (OEMs) ومنظمات الخدمة المستقلة (ISOs). كما تشرف الشركة أيضاً على عقود الخدمة التي تقوم بها للمستشفى لصيانة بعض الأجهزة الطبية (على سبيل المثال، التصوير، والمختبر الإكلينيكي). وعلى الرغم من أنه ليس ضرورياً حقاً، فإنه يتم الافتراض أن المستشفى العام هو مستشفى محلي مع ما يقرب من ١٠ ملايين دولار أمريكي (فيما يخص تكاليف الاستبدال، وليس تكلفة الشراء الأصلية) للتجهيزات الطبية (بما في ذلك التصوير، والمختبر الإكلينيكي والطبية الحيوية)، ويبلغ عدد الوحدات الإجمالي ٢٥٠٠ جهاز طبي. بعد السنة الأولى ستحاول الشركة الحصول على عمل من منظمات الرعاية الصحية الأخرى ضمن نفس المنطقة الجغرافية، وبالتالي توسيع قاعدة إيراداتها لكي تكون أقل اعتماداً على زبون وحيد.

يبين الجدول رقم (٤٨,١٠) خطة مالية نموذجية لمدة خمس سنوات لشركة Fix-All Biomed Company. تم تنظيم هذا الجدول على نحو مختلف تماماً عن الموازنة السنوية المبينة في الجدول رقم (٤٨,١). أولاً، أنه يتضمن الدخل المعروف باسم "الإيرادات"، وكذلك النفقات. يتم تقسيم النفقات إلى ثلاث فئات: تكاليف المبيعات والنفقات الإدارية، والنفقات المالية. يسمى الفرق بين الإيرادات وتكاليف المبيعات "إجمالي الدخل"، وللوصول إلى صافي الدخل يجب على المرء طرح النفقات الإدارية والنفقات المالية من إجمالي الدخل. يمكن أن يكون صافي الدخل سلبياً (خسارة) أو إيجابياً (ربح)، وإذا كان الدخل الصافي إيجابي يجب على الشركة عندئذ دفع ضريبة دخل. يمكن للمرء بعد خصم ضريبة الدخل (يُفترض أن تكون ٣٥٪ من الدخل الصافي) معرفة ما قد جنته الشركة، والمعروف باسم "الدخل الصافي بعد الضريبة". إن هذا الحساب مخطط (أو مُقدَّر) لمدة خمس سنوات. يُعرف الشكل الذي يتم استخدامه لعرض معلومات كل سنة باسم "بيان الدخل في المحاسبة". إن تقارير المحاسبة الكلاسيكية الأخرى، التي ستتم مناقشتها فيما يلي، هي "الميزانية" و"بيان التدفق النقدي".

الجدول رقم (٤٨,١٠). نموذج الخطة الخمسية المالية لشركة خدمات هندسية إكلينيكية.

الخطة الخمسية المالية لقسم الهندسة الإكلينيكية في Fix-All Biomed Company (جميع المبالغ بالدولار الأمريكي)					
	السنة الأولى	السنة الثانية	السنة الثالثة	السنة الرابعة	السنة الخامسة
١- المبيعات/الإيرادات	٤٢٠٢٨٠	٤٩٤٥٢١	٥٧٧٨٨٩	٦٧١٦٦١	٧٩١٧٧٩
١,١ الخدمة (الوقت والمواد)	٢٩٧٢٠٠	٣٣٩١١٧	٣٨٦٩٨٢	٤٤١٦٤٢	٥٠٤٠٦٧
١,٢ العقود	١٢٠٠٠٠	١٥١٢٠٠	١٨٥٢٢٠	٢٢٢٢٦٤	٢٧٧١٣٥
١,٣ الاستشارات	٣٠٨٠	٤٢٠٤	٥٦٨٨	٧٧٥٥	١٠٥٧٦
٢- تكلفة المبيعات	٢٦٤٣٠٠	٣٠١٧٢٩	٣١٥٨٧٨	٣٩٨٦٩٩	٥١٩٥٧٩
٢,١ تكاليف التمرير	١٤٤٠٠٠	١٧٧٨٢٠	١٨٨٢٥٢	٢٦٧٢٤٤	٣٨٤١٨١
٢,٢ النفقات الخاصة	١٢٠٣٠٠	١٢٣٩٠٩	١٢٧٦٢٦	١٣١٤٥٥	١٣٥٣٩٩
٣- إجمالي الدخل/الأرباح	١٥٥٩٨٠	١٩٢٧٩٢	٢٦٢٠١١	٢٧٢٩٦٢	٢٧٢٢٠٠
٤- النفقات الإدارية	١٨٦٣٤٨	١٩٥٧٣١	٢٠٥٧١٤	٢١٦٣٦٧	٢٢٨٤٩٠
٤,١ نفقات التشغيل	١٦٠٧٥٠	١٦٥٥٧٣	١٧٠٥٤٠	١٧٥٦٥٦	١٨٠٩٢٦
٤,٢ استهلاك رأس المال	٤٥٨٤	٥٤٣٢	٦٢٨٠	٧١٢٨	٧٩٧٦
٥- النفقات المالية	٦٢٥٠	٦٦٤٤	٥٧٧٥	٤٢١٨	٣٣٦٥
٥,١ الفوائد المستلمة	٢٥٠	٣٥٦	٢٢٥	٧٨٢	٦٣٥
٥,٢ الفوائد المدفوعة	٦٥٠٠	٧٠٠٠	٦٠٠٠	٥٠٠٠	٤٠٠٠
٦- صافي الدخل/الربح (خسارة)	٣٦٦١٨	٩٥٨٢	٥٠٥٢٢	٥٢٣٧٧	٤٠٣٤٤
٧- الضرائب ٣٥٪	صفر	صفر	١٧٦٨٣	١٨٣٣٢	١٤١٢٠
٨- الدخل الصافي بعد دفع الضريبة (خسارة)	٣٦٦١٨	٩٥٨٢	٣٢٨٣٩	٣٤٠٤٥	٢٦٢٢٣

يتم تفسير كل خط من بنود الجدول رقم (٤٨,١٠) بالتفصيل أدناه، بما في ذلك الطريقة التي تتغير فيها هذه القيم من سنة إلى أخرى. وكما هو الحال بالنسبة لوضع ميزانية قسم الهندسة الإكلينيكية، يتم حساب القيم باستخدام العديد من الافتراضات. بما أن التوقعات يجب أن تكون لمدة خمس سنوات، يمكن لبعض الافتراضات أن تصبح غير صالحة وقد تحتاج إلى تنقيح عاجل إلى حد ما، أو حتى يمكن أن تحتاج إلى استبدال كلي. لا يتوقف التخطيط المالي الجيد فقط على الخبرة والتبصر وإنما أيضاً على الحظ.

الإيرادات

إن الإيرادات المبينة في الجدول رقم (٤٨,١٠) مُفصَّلة في الجدول رقم (٤٨,١١). دعونا أولاً نتفحص الإيرادات التي تتوقع Fix-All Biomed Company أن تحققها في السنة الأولى من خدماتها بالإصلاح (موفوترة على في شكل الوقت المُستهلك والمواد المُستخدمة). إنها تتوقع توفير ٣٦٠٠ ساعة للفوترة في السنة الأولى بسعر ٧٧ دولاراً أمريكياً للساعة الواحدة، وهي القيمة التي سبق حسابها في الجدول رقم (٤٨,٥) (لقسم هندسة إكلينيكية ريحي). ويكون مجموع إيرادات الخدمات الموفوترة عندئذ ٢٩٧٢٠٠ دولار أمريكي، و تكون فواتير الزبائن ٢٠٠٠٠ دولار أمريكي في قطع الغيار التي يمكن إرجاعها إلى الأجهزة الطبية الفردية التي تمت خدمتها.

الجدول رقم (٤٨,١١). نموذج لتوقعات المبيعات/الإيرادات لخمسة سنوات لشركة خدمات هندسية إكلينيكية.

توقعات الإيرادات لخمس سنوات لقسم الهندسة الإكلينيكية في Fix-All Biomed Company (جميع المبالغ بالدولار الأمريكي)					
	السنة الأولى	السنة الثانية	السنة الثالثة	السنة الرابعة	السنة الخامسة
١- المبيعات(الإيرادات)					
١,١ الخدمة (الوقت والمواد)	٢٩٧٢٠٠	٣٣٩١١٧	٣٨٦٩٨٢	٤٤١٦٤٢	٥٠٤٠٦٧
عدد الساعات للفوترة	٣٦٠٠	٣٩٦٠	٤٣٥٦	٤٧٩٢	٥٢٧١
سعر الساعة	٧٧	٨٠	٨٣	٨٧	٩٠
خدمة للفوترة	٢٧٧٢٠٠	٣١٧١١٧	٣٦٢٧٨٢	٤١٥٠٢٢	٤٧٤٧٨٥
قطع الغيار	٢٠٠٠٠	٢٢٠٠٠	٢٤٢٠٠	٢٦٦٢٠	٢٩٢٨٢
١,٢ العقود	١٢٠٠٠٠	١٥١٢٠٠	١٨٥٢٢٠	٢٢٢٢٦٤	٢٧٧١٣٥
عدد العقود	١٠	١٢	١٤	١٦	١٩
القيمة/العقد	١٢٠٠٠	١٢٦٠٠	١٣٢٣٠	١٣٨٩٢	١٤٥٨٦
١,٣ الاستشارات	٣٠٨٠	٤٢٠٤	٥٦٨٨	٧٧٥٥	١٠٥٧٦
عدد الساعات للفوترة	٤٠	٥٢	٦٧	٨٧	١١٣
سعر الساعة	٧٧	٨١	٨٥	٨٩	٩٤

يتم الافتراض أن شركة Fix-All سيكون لديها ١٠ عقود قيمة كل منها ١٢٠٠٠ دولار أمريكي، أي ما مجموعه ١٢٠٠٠٠ لإيرادات العقود. كما يُفترض أخيراً أنه سيتم تقديم ٤٠ ساعة من العمل الاستشاري (مثل تقديم المشورة للمستشفيات حول العلامات التجارية ونماذج التجهيزات الأنسب للشراء المقبل). وسوف ينتج هذا العمل الاستشاري عند نفس السعر المساوي ٧٧ دولاراً أمريكياً للساعة الواحدة مبلغاً مقداره ٣٠٨٠ دولاراً أمريكياً في السنة الأولى.

يتم الافتراض بالنسبة للسنوات اللاحقة أن عدد الساعات الفنية للفوترة سيزيد بمعدل ١٠٪ سنوياً وبأن تكلفة قطع الغيار سوف تزداد على نحو متناسب مع عدد الساعات الفنية للفوترة (أي أن كثرة قطع الغيار المُستبدلة هو بسبب كثرة العمل المُنجز). ويتم الافتراض أيضاً أن سعر الساعة سيزيد بمعدل ٤٪ (أي ١٪ فوق معدل التضخم، الذي يُفترض أن يكون ٣٪ سنوياً). من ناحية ثانية، يُتوقع أن تزداد قيمة عقود الخدمة بمعدل ٥٪ لأنه ستتم إضافة تجهيزات إلى كل عقد من العقود. ويفترض أن ينمو عدد عقود الخدمات بمعدل ٢٠٪ سنوياً (من خلال التعاقد مع منظمات رعاية صحية أخرى في نفس المنطقة الجغرافية). وعلاوة على ذلك، تتوقع شركة Fix-All أن تكون قادرة على زيادة سعر الساعة لخدماتها الاستشارية بنسبة ٥٪ سنوياً لأنها تعتقد أن سمعتها سوف تتحسن مع الوقت، أي أن زبائنها يقدِّرون مشورتها على نحو متزايد. وسوف ينمو عدد ساعات الاستشارات بمعدل ٣٠٪ سنوياً.

تكلفة المبيعات

يبين الجدول رقم (٤٨,١٢) تكلفة المبيعات التي تتوقع شركة Fix-All أن تكون لديها في أول خمس سنوات. تسمى هذه التكاليف "تكلفة المبيعات" لأنها ناتجة عن المبيعات. وبعبارة أخرى، إذا لم يتم القيام بأي مبيعات، فإن هذه التكاليف سوف لن تكون موجودة. وكثيراً ما تُعرف هذه التكاليف باسم "التكاليف المتغيرة" أو "التكاليف المتزايدة". بتم أدناه مناقشة التكاليف الموجودة بغض النظر عن المبيعات والتي يُطلق عليها اسم "التكاليف الإدارية" أو "التكاليف الثابتة". يتم تقسيم تكلفة المبيعات إلى فئتين رئيسيتين: (١) تكاليف التمرير و(٢) النفقات الداخلية.

يتم في السنة الأولى معاينة تكاليف التمرير. إن البند الأول (٢,١,١) هو ما يجب على شركة Fix-All أن تدفعه للآخرين لأداء العمل الذي لا يمكن لأشخاصها أن يؤدوه بسبب النقص في القوى العاملة. يمكن من الجدول رقم (٤٨,٦)، رؤية أن الحد الأقصى لعدد الساعات المُنتجَة هو ٤٦٧٢. ويمكن أن تُستخدم هذه الساعات لخدمات الإصلاح، وتنفيذ العقود، وأداء التشاور. يجب تغطية أي وقت بعد ٤٦٧٢ ساعة عن طريق المساعدة الخارجية (أو القيام بعمل إضافي من قبل الكادر الداخلي). ويبين الجدول رقم (٤٨,١٢) أن مجموع عدد الساعات المتاحة لخدمات الإصلاح تنخفض تدريجياً مع مرور الوقت عندما تستقطب شركة Fix-All المزيد والمزيد من عقود الطرف الثالث

والخدمات الاستشارية. يتم افتراض سعر ساعة العمل التي يجب أن تدفعها شركة Fix-All للحصول على مساعدة مؤقتة بأنها مساوية إلى ١٠٠ دولار أمريكي للساعة الواحدة، وأنه يزداد بمعدل ٥٪ سنوياً. يعتبر هذا السعر أعلى من السعر الذي تُحمِّله شركة Fix-All لعملائها بسبب الطبيعة المؤقتة والحقيقة أن الشركة لا تدفع فوائد على المقاولين الفرعيين.

الجدول رقم (٤٨,١٢). نموذج تكلفة خطة المبيعات الخمسية لشركة خدمة هندسة إكلينيكية.

تكلفة الخطة الخمسية للمبيعات لقسم الهندسة الإكلينيكية في شركة Fix-All Biomed (جميع المبالغ بالدولار الأمريكي)					
	السنة الأولى	السنة الثانية	السنة الثالثة	السنة الرابعة	السنة الخامسة
٢- تكلفة المبيعات					
٢,١ تكاليف التمرير	١٤٤٠٠٠	١٧٧٨٢٠	١٨٨٢٥٢	٢٦٧٢٤٤	٣٨٤١٨١
٢,١,١ خدمة صيانة الطرف الثالث	صفر	صفر	صفر	٤٠١٢٣	١١٤٥٩٣
عدد الساعات المتاحة للإصلاحات	٤٦٧٢	٤٦٦٤	٤٤٦١	٤٤٤٥	٤٣٢٨
عدد الساعات للدفع	صفر	صفر	صفر	٣٤٧	٩٤٣
سعر الساعة	١٠٠	١٠٥	١١٠	١١٦	١٢٢
٢,١,٢ قطع غيار	٢٠٠٠٠	٢٢٠٠٠	٢٤٢٠٠	٢٦٦٢٠	٢٩٢٨٢
٢,١,٣ عقود صيانة الطرف الثالث	١٢٠٠٠٠	١٥١٢٠٠	١٥٨٧٦٠	١٩٤٤٨١	٢٣٣٣٧٧
عدد العقود	١٠	١٢	١٢	١٤	١٦
القيمة/العقد	١٢٠٠٠	١٢٦٠٠	١٣٢٣٠	١٣٨٩٢	١٤٥٨٦
٢,١,٤ الخدمة الاستشارية للطرف الثالث	٤٠٠٠	٤٦٢٠	٥٢٩٢	٦٠٢٠	٦٩٢٨
عدد الساعات للفوترة	٤٠	٤٤	٤٨	٥٢	٥٧
سعر الساعة	١٠٠	١٠٥	١١٠	١١٦	١٢٢
٢,٢ النفقات الداخلية	١٢٠٣٠٠	١٢٣٩٠٩	١٢٧٦٢٦	١٣١٤٥٥	١٣٥٣٩٩
٢,٢,١ الموظفين	١٢٠٣٠٠	١٢٣٩٠٩	١٢٧٦٢٦	١٣١٤٥٥	١٣٥٣٩٩
٢,٢,٢ الفوائد (راجع النفقات الإدارية)	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر

إن البند الثاني هو ببساطة تكلفة قطع الغيار التي تتوقع شركة Fix-All أن يتم التعويض من أجلها من قبل عملائها. والبند الثالث مؤلف من عقود الصيانة التي يجب أن تصونها شركة Fix-All مع مُصنِّعي التجهيزات الأصلية (OEMs) ومنظمات الخدمة المستقلة (ISOs) نظراً لنقص الخبرة أو التجهيزات المتخصصة. ومن المفترض أن يتم مبدئياً تمرير جميع العقود ببساطة إلى أطراف ثالثة (أي دون أية رسوم إدارية من شركة Fix-All). بعد أول سنتين، يتعلم كادر شركة Fix-All كيفية تنفيذ بعض الأعمال بنفسه ويستولي تدريجياً على بعض العقود. يُفترض أن يأخذ كل عقد ٩٦ ساعة عمل في السنة (أي ما يعادل يوم عمل واحد في الشهر).

وبالمثل يتم بشكل مبدئي تقديم الخدمات الاستشارية التي تقدمها شركة Fix-All من قبل خارجيين. يقوم كادر شركة Fix-All بالأعمال تدريجياً و يبقي الاعتماد على الخبراء الخارجيين في أدنى حد ممكن. ويحافظ هذا على نمو عدد الساعات التي يتعين دفعها إلى الخارجيين بنسبة ١٠٪ سنوياً.

إن الجزء الثاني من تكلفة المبيعات هي تكاليف الموظفين المباشرة المبينة في الجدول رقم (٤٨,٤). وجميع النفقات العامة مشمولة في النفقات الإدارية المذكورة أدناه. و على غرار ميزانية قسم الهندسة الإكلينيكية، فإنه يتم الافتراض أن كشف الرواتب يزداد مع ارتفاع التضخم بمعدل ٣٪ سنوياً.

يمكن للمرء من خلال النظر إلى الوراء في الجدول رقم (٤٨,١٠) أن يرى أن الفرق بين الإيرادات وتكاليف المبيعات (يُسمى "إجمالي الدخل" (أو"الربح" إذا كان إيجابي، أو"الخسارة" عندما يكون سلبي)) يزداد بشكل مطرد مع مرور الوقت، مما يعطي انطباعاً بأن الشركة تنمو بشكل جيد.

النفقات الإدارية

يبين الجدول رقم (٤٨,١٣) النفقات الإدارية المتوقعة من قبل شركة Fix-All لسنواتها الخمس الأولى. و على غرار ميزانية قسم الهندسة الإكلينيكية، فإنه يتم تقسيم هذه النفقات إلى ثلاث فئات رئيسية:

- تكاليف التشغيل.
- الديون السيئة (bad debt) (التي يُشك في تحصيلها).
- انخفاض قيمة رأس المال (لاحظ أن هذا ليس استثماراً لرأس المال).

يمكن للمرء من خلال مقارنة الجدول رقم (٤٨,١٢) والجدول رقم (٤٨,٣) أن يرى أن جميع تكاليف التشغيل من الجدول رقم (٤٨,٣) التي لم يتم تضمينها في تكاليف المبيعات مُدرجة في الجدول رقم (٤٨,١٣). على سبيل المثال، يتم نسخ النفقات العامة للموظفين وجميع الفوائد من الجدول رقم (٤٨,٣) في الجدول رقم (٤٨,١٣)، وكذلك تكاليف اللوازم، وخدمات الطرف الثالث، والسفر والشحن، وتكاليف التشغيل الأخرى.

من ناحية ثانية لم تُشاهد الديون السيئة من قبل. تتوافق هذه القيم مع كمية الأموال التي تعتقد شركة Fix-All أنها قد لا تكون قادرة على تحصيلها من زبائنها. وفي حين أنه لا ينبغي لقسم الهندسة الإكلينيكية أن يقلق أبداً من عدم دفع المستشفى مقابل خدماته (أي الرواتب واستحقاقات الموظفين)، فإنه يجب على شركة خاصة أن تقوم بحسم محدد لاحتمال أن بعض العملاء قد يحتجون على بعض فواتيرها أولن يدفعوا مقابل خدماتها لأي سبب كان. يتم في هذه الحالة افتراض ديون شبه معدومة مساوية إلى ٥٪ من مستحقات الحساب.

يشمل الجدول رقم (٤٨,١٣) أيضاً انخفاض تكاليف رأس المال التي لم يتم أخذها في الاعتبار في التحليل لقسم الهندسة الإكلينيكية. يمكن حساب الاستثمارات الأولية التي كانت ضرورية لشراء جميع الأدوات وتجهيزات

الاختبار والقياس اللازمة لتجهيز شركة Fix-All Biomed (أو قسم الهندسة الإكلينيكية) من الجدول رقم (٤٨,٢). هذا المجموع هو ٤٥٨٤٠ دولاراً أمريكياً. على افتراض أن الشركة تواصل إضافة ٨٤٨٠ دولاراً أمريكياً قيمة تجهيزات الاختبار والقياس في كل عام، يبين الخط ٤,٣,٣ النمو الإجمالي لاستثمار رأس المال التراكمي طوال فترة الخمس سنوات. وبقصد التبسيط، يتم افتراض انخفاض خطي في ١٠ أعوام. ولذلك فإن انخفاض استثمار رأس المال، كل سنة، هو ١٠٪ من الاستثمار التراكمي المُبين في الخط ٤,٣,٣ من الجدول رقم (٤٨,١٣).

الجدول رقم (٤٨,١٣). نموذج خطة نفقات إدارية خمسية لشركة هندسة إكلينيكية.

خطة خمسية للنفقات الإدارية لقسم الهندسة الإكلينيكية في شركة Fix-All Biomed (جميع المبالغ بالدولار الأمريكي)					
	السنة الأولى	السنة الثانية	السنة الثالثة	السنة الرابعة	السنة الخامسة
٤- النفقات الإدارية	١٨٦٣٤٨	١٩٥٧٣١	٢٠٥٧١٤	٢١٦٣٦٧	٢٢٨٤٩٠
٤,١ تكاليف التشغيل	١٦٠٧٥٠	١٦٥٥٧٣	١٧٠٥٤٠	١٧٥٦٥٦	١٨٠٩٢٦
٤,١,١ الموظفين (الموظفين الإداريين فقط)	٤٩٠٠٠	٥٠٤٧٠	٥١٩٨٤	٥٣٥٤٤	٥٥١٥٠
٤,١,٢ الفوائد (جميع الموظفين)	٧١١٠٠	٧٣٢٣٣	٧٥٤٣٠	٧٧٦٩٣	٨٠٠٢٤
٤,١,٣ اللوازم	٤٥٠٠	٤،٦٣٥	٤٧٧٤	٤٩١٧	٥،٦٥
٤,١,٤ خدمات الطرف الثالث	٧،٧٠٠	٧٩٣١	٨١٦٩	٨٤١٤	٨٦٦٦
٤,١,٥ السفر والشحن	٣٢٠٠	٣٢٩٦	٣٣٩٥	٣٤٩٧	٣٦٠٢
٤,١,٦ تكاليف التشغيل الأخرى	٢٥٢٥٠	٢٦٠٠٨	٢٦٧٨٨	٢٧٥٩١	٢٨٤١٩
٤,٢ الديون السيئة	٢١٠١٤	٢٤٧٢٦	٢٨٨٩٤	٣٣٥٨٣	٣٩٥٨٩
٤,٢,١ المستحقات غير القابلة للتحصيل	٢١٠١٤	٢٤٧٢٦	٢٨٨٩٤	٣٣٥٨٣	٣٩٥٨٩
٤,٣ انخفاض قيمة رأس المال	٤٥٨٤	٥٤٣٢	٦٢٨٠	٧١٢٨	٧٩٧٦
٤,٣,١ الاستثمار الأولي: ٤٥٨٤٠					
٤,٣,٢ نفقات رأس المال السنوية: ٨٤٨٠					
٤,٣,٣ الاستثمار التراكمي	٤٥٨٤٠	٥٤٣٢٠	٦٢٨٠٠	٧١٢٨٠	٧٩٧٦٠
٤,٣,٤ الانخفاض السنوي (عند ١٠٪/السنة)	٤٥٨٤	٥٤٣٢	٦٢٨٠	٧١٢٨	٧٩٧٦

توقع التدفق النقدي Cash-Flow Projection

يتم هنا شرح التوقع للتدفق النقدي قبل النظر في النفقات المالية المُلخَّصة في التخطيط المالي (الجدول رقم ٤٨,١٠). تتألف النفقات المالية أساساً من الفائدة المُستحقة على الأموال المُقترضة من أجل الحفاظ على الشركة في حالة تكون فيها قادرة على إيفاء جميع ديونها. ويكون المرء من خلال تحليل التدفق النقدي قادراً على تحديد حجم الأموال التي سيتعين على شركة Fix-All Biomed اقتراضها كل عام ومن ثم حساب الفائدة على الأموال المُقترضة.

يبين الجدول رقم (٤٨,١٤) الخطة الخمسية للتدفق النقدي. يتم الافتراض في بداية السنة الأولى أن مالكي الشركة لم يتبقى لديهم سوى ٥٠٠٠ دولار أمريكي بعد القيام باستثمار رأس المال المطلوب لشراء تجهيزات الاختبار والقياس والمخزون الأولي من اللوازم والمواد الاستهلاكية الأخرى. تتضمن التدفقات النقدية الداخلة الإيرادات المُتوقعة والمعروفة باسم "أوراق القبض (كمبيالات) (Accounts receivable)" من خدمات الإصلاح والعقود والعمل الاستشاري (من الجدول رقم ٤٨,١١)، والفوائد المقبوضة (التي تُناقش فيما يلي)، والاستثمارات الإضافية التي يريد المالكين (أو غيرهم من المستثمرين) القيام بها كل سنة. ويتم خصم الديون السيئة التي تم مناقشتها فيما سبق من التدفقات الداخلة. تتكون التدفقات النقدية الخارجة من استثمارات رأس المال ونفقات التشغيل والفوائد والضرائب والأرباح الموزَّعة (أي الأموال المدفوعة لمالكي الأسهم).

يجب على شركة Fix-All في نهاية السنة الأولى تحصيل ١٥٠٠٠ دولار أمريكي من مالكيها (أو غيرهم من المستثمرين، الذين تتم تسميتهم مجتمعين "مالكي الأسهم")، كما يجب عليها أن تقترض ٦٥٠٠٠ دولار أمريكي من المُقرِضين (مثل البنوك) لتغطية العجز الذي تعاني منه والبالغ ٦٢٧٢٤ دولاراً أمريكياً، لتنتهي برصيد إيجابي قدره ٧٢٧٦ دولاراً أمريكياً في نهاية السنة. يبقى الوضع صعباً في السنة الثانية لأنه لا يزال يتعين على الشركة الحصول على ١٠٠٠٠ دولار أمريكي (أي ٥٠٠٠ دولار أمريكي من المالكين و٥٠٠٠ دولار أمريكي من المقرضين) لإغلاق السنة برصيد إيجابي قدره ٤٨٠٨ دولارات أمريكية. يتحسن الموقف المالي لشركة Fix-All في السنة الثالثة عندما تكون قادرة على دفع ٥٠٠٠ دولار أمريكي على شكل أرباح أسهم إلى مالكيها و١٠٠٠٠ دولار أمريكي من حيث المبدأ إلى مُقرِضيها. ومن المتوقع أن يبلغ الرصيد في نهاية هذا العام ١٥٧٥٣ دولاراً أمريكياً. يستمر الوضع في السنة الرابعة في التحسن وتكون شركة Fix-All ليست فقط قادرة على دفع ١٠٠٠٠ دولار أمريكي على شكل أرباح أسهم بل ودفع ١٠٠٠٠ دولار أمريكي لمقرضيها أيضاً. ومع ذلك يتدهور الوضع في السنة الخامسة حيث تكون شركة Fix-All قادرة على إغلاق السنة برصيد ايجابي قدره ٨٣٣ دولاراً أمريكياً فقط بعد دفع ١٥٠٠٠ دولار أمريكي على شكل أرباح أسهم و١٠٠٠٠ دولار أمريكي للقروض.

يتبين من خلال نظرة معمقة أن التدفقات النقدية الخارجة في السنة الخامسة تكاد تكون بنفس مستوى التدفقات الداخلة. وهناك عدة أسباب ساهمت في هذا الوضع السيئ. أولا، سبَّب النمو المطّرد للأعمال نقصاً في العمل (انظر الجدول رقم ٤٨,١٢) كان لا بد من تغطيته بتكلفة عالية من خلال توظيف عمال مؤقتين بمبلغ ١٢٢ دولاراً أمريكياً للساعة الواحدة. ثانياً، إن نمو السعر الساعي الذي تقاضته شركة Fix-All (٤٪ سنوياً) لم يكن ببساطة سريعاً بما يكفي لمواكبة تكلفة الخدمات الخارجية وعقود الخدمة. أخيراً، بدأت شركة Fix-All من خلال اعتمادها السعر الأولي داخل المؤسسة والبالغ ٧٧ دولاراً أمريكياً للساعة الواحدة في حالة بالكاد مربحة ولم تستطع

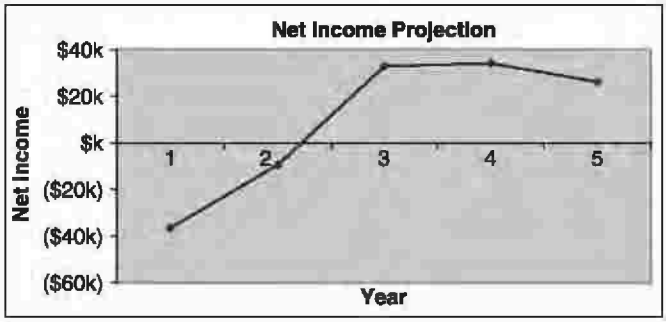
تماماً أن تجني ما يكفي من الأرباح لتغطية التكاليف المالية وأرباح الأسهم. وبعبارة أخرى قد تكون الـ ٧٧ دولاراً أمريكياً للساعة الواحدة على ما يرام لقسم هندسة إكلينيكية داخلي ولكنها كانت غير واقعية لمشروع ربحي. ولو تم التخطيط لسنة سادسة، لكان قد انتهى المطاف بشركة Fix-All في ورطة كبيرة (أي برصيد نقدي سالب).

الجدول رقم (٤٨,١٤). نموذج خطة خمسية للتدفق النقدي لشركة هندسة إكلينيكية.

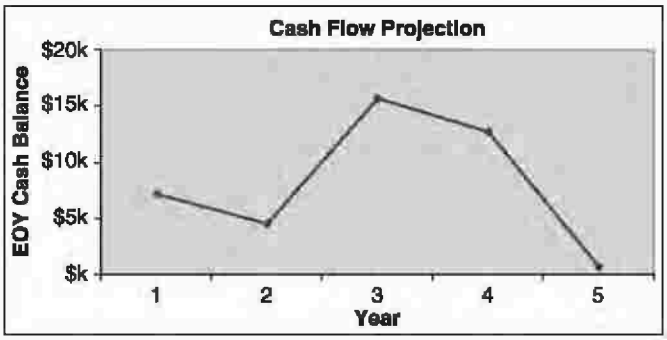
خطة خمسية للتدفق النقدي لقسم الهندسة الإكلينيكية في شركة Fix-All Biomed (جميع المبالغ بالدولار الأمريكي)					
	السنة الأولى	السنة الثانية	السنة الثالثة	السنة الرابعة	السنة الخامسة
٢- التدفقات الداخلة	٤١٤٥١٦	٤٧٥١٥١	٥٤٩٢٢٠	٦٣٨٨٦٠	٧٥٢٨٢٥
٢,١ مستحقات الحسابات	٤٢٠٢٨٠	٤٩٤٥٢١	٥٧٧٨٨٩	٦٧١٦٦١	٧٩١٧٧٩
٢,٢ الديون السيئة (مُفترضة ٥٪)	٢١٠١٤	٢٤٧٢٦	٢٨٨٩٤	٣٣٥٨٣	٣٩٥٨٩
٢,٣ الفوائد المستلمة	٢٥٠	٣٥٦	٢٢٥	٧٨٢	٦٣٥
٢,٤ الاستثمار الإضافي (الأسهم المصدرة)	١٥٠٠٠	٥٠٠٠	صفر	صفر	صفر
٣- التدفقات الخارجة	٤٧٧٣٩٠	٤٨٢٧٨٢	٥٢٣٥٨١	٦١٦١٦٧	٧٤٢١٠٥
٣,١ نفقات رأس المال	٤٥٨٤٠	٨٤٨٠	٨٤٨٠	٨٤٨٠	٨٤٨٠
٣,٢ نفقات التشغيل	٤٢٥٠٥٠	٤٦٧٣٠٢	٤٨٦٤١٨	٥٧٤٣٥٥	٧٠٠٥٠٥
٣,٣ الفوائد المدفوعة	٦٥٠٠	٧٠٠٠	٦٠٠٠	٥٠٠٠	٤٠٠٠
٣,٤ الضرائب المدفوعة	صفر	صفر	١٧٦٨٣	١٨٣٣٢	١٤١٢٠
٣,٥ أرباح الأسهم المدفوعة	صفر	صفر	٥٠٠٠	١٠٠٠٠	١٥٠٠٠
٤- صافي الزيادة (النقص)	٦٢٨٧٤	٧٦٣٠	٢٥٦٣٩	٢٢٦٩٣	١٠٧١٩
٥- القروض والمدفوعات	٦٥٠٠٠	٥٠٠٠	١٠٠٠٠	١٠٠٠٠	١٠٠٠٠
٥,١ القروض	٦٥٠٠٠	٥٠٠٠	صفر	صفر	صفر
٥,٢ المدفوعات	صفر	صفر	١٠٠٠٠	١٠٠٠٠	١٠٠٠٠
٦- رصيد نهاية السنة	٧١٢٦	٤٤٩٦	١٥٦٣٩	١٢٦٩٣	٧١٩

يبين الجدول رقم (٤٨,١٤) بوضوح أن التخطيط المالي استناداً إلى بيانات الدخل المُتوقعة (انظر الجدول رقم ٤٨,١٠) لوحدها غير كاف إن لم يكن مضلِلاً. إذا كانت الشركة غير قادرة في العامين الأولين على كسب استثمارات إضافية من أصحابها (أو مستثمرين جدد) واقتراض المال من المُقرِضين، فمن المحتمل أن تفشل. والأهم من ذلك، أنه حتى عندما يبدو أن الأمور تتحسن في السنوات الثالثة والرابعة، قد لا تزال شركة Fix-All تجد نفسها في مشكلة مع التدفق النقدي ابتداء من السنة الخامسة. ربما يكون من الأسهل تصور هذا التناقض من خلال مقارنة الشكلين رقم (٤٨,٢) ورقم (٤٨,٣). يبين الشكل رقم (٤٨,٢) صافي الدخل بعد الضريبة من الجدول رقم (٤٨,١٠) في السنوات الخمس الأولى، في حين يبين الشكل رقم (٤٨,٣) التدفق النقدي في الفترة الزمنية نفسها.

وعلى الرغم من الاتجاه التصاعدي للدخل، فإن الانخفاض في التدفق النقدي في السنة الخامسة هو علامة مثيرة للقلق. ولوتم في الواقع حساب الأعداد المُتوقعة للسنة السادسة، لكان قد ظهر رصيد سالب في نهاية السنة، مبيناً أن الشركة قد تصبح غير قادرة على إيفاء ديونها في ذلك الوقت. ويوضح هذا المثال بشكل جيد بديهية المحاسبة القائلة "النقد مَلِك".



الشكل رقم (٤٨,٢). الدخل الصافي المتوقع بعد الضريبة لشركة خدمة هندسة إكلينيكية في السنوات الخمس الأولى.



الشكل رقم (٤٨,٣). التدفق النقدي المتوقع لشركة خدمة هندسة إكلينيكية في السنوات الخمس الأولى.

ينبغي التأكيد، بهدف التبسيط، على أنه لم تكن هناك محاولة لتوقع التدفق النقدي شهرياً وتضمين التأخير بين الفواتير واستلام النقود. على الرغم من إصدار معظم الفواتير بتفاوت مقداره ٣٠ يوماً، فإنه ليس من غير المألوف تلقي الأموال خلال مدة تصل إلى ٦٠ أو٩٠ (وأحياناً حتى ١٢٠) يوماً متأخرة في سوق الرعاية الصحية الحالي في الولايات المتحدة. وهذه الممارسة تجعل من إدارة التدفق النقدي أكثر صعوبة وتجبر العديد من الشركات على تأخير دفعاتها لبائعيها، الذين قد يردون على ذلك بزيادة الأسعار أو حتى رفض تمديد الائتمان.

النفقات المالية

يمكن الآن حساب النفقات المالية المتوقعة للسنوات الخمس الأولى من خلال القروض المحسوبة في الجدول رقم (٤٨,١٤). ويجدر لفت الانتباه إلى حقيقة أن النفقات المالية كانت غائبة تماماً عن ميزانية قسم الهندسة الإكلينيكية الداخلي، على الرغم من أنه يُطلب من قسم التمويل في المستشفى أخذ هذه التكاليف في الاعتبار.

يبين الجدول رقم (٤٨,١٥) تطور النفقات المالية على مدى السنوات الخمس الأولى. إن الفائدة التي تتلقاها الشركة هي ببساطة الفائدة التي ينبغي كسبها على حساباتها المصرفية (على سبيل المثال، فائدة التحقق في سوق المال)، بافتراض أن المعدل ٥٪. بدلاً من محاولة حساب الفائدة التي يجب كسبها بالضبط على أساس يومي أو شهري، يتم الافتراض أن متوسط الرصيد المصرفي هو نفسه طوال السنة (من الواضح أن هناك تبسيط مبالغ فيه، ولكنه ليس هاماً في دراسة الحالة هذه بسبب القيمة المنخفضة). إن القيم المبينة في الخط ٥,١,١ هي فعلاً تلك المُستمدة في وقت سابق من توقعات التدفق النقدي. وتتوقف الفائدة التي سيتم دفعها على المقدار الصافي للدين (خط ٥,٢,٤) وسعر الفائدة (يُفترض أن يكون ١٠٪).

الجدول رقم (٤٨,١٥). نموذج خطة خمسية لنفقات مالية لشركة خدمة هندسة إكلينيكية.

الخطة الخمسية للنفقات المالية لقسم الهندسة الإكلينيكية في شركة Fix-All Biomed (جميع المبالغ بالدولار الأمريكي)

	السنة الأولى	السنة الثانية	السنة الثالثة	السنة الرابعة	السنة الخامسة
٥- النفقات المالية	٦٢٥٠	٦٦٤٤	٥٧٧٥	٤٢١٨	٣٣٦٥
٥,١ الفوائد المستلمة	٢٥٠	٣٥٦	٢٢٥	٧٨٢	٦٣٥
٥,١,١ متوسط الرصيد المصرفي	٥٠٠٠	٧١٢٦	٤٤٩٦	١٥٦٣٩	١٢٦٩٣
٥,١,٢ سعر الفائدة	٥٪	٥٪	٥٪	٥٪	٥٪
٥,٢ الفوائد المدفوعة	٦٥٠٠	٧٠٠٠	٦٠٠٠	٥٠٠٠	٤٠٠٠
٥,٢,١ الديون السابقة	صفر	٦٥٠٠٠	٧٠٠٠٠	٦٠٠٠٠	٥٠٠٠٠
٥,٢,٢ الديون الجديدة	٦٥٠٠٠	٥٠٠٠	صفر	صفر	صفر
٥,٢,٣ تسديد الديون	صفر	صفر	١٠٠٠٠	١٠٠٠٠	١٠٠٠٠
٥,٢,٤ الديون الصافية	٦٥٠٠٠	٧٠٠٠٠	٦٠٠٠٠	٥٠٠٠٠	٤٠٠٠٠
٥,٢,٥ سعر الفائدة	١٠٪	١٠٪	١٠٪	١٠٪	١٠٪

توقع الميزانية Balance-Sheet Projection

الآن وبعد أن قد تمت مناقشة التقريرين الماليين الأوليين (بيان الدخل في الجدول رقم ٤٨,١٠، والتدفق النقدي في الجدول رقم ٤٨,١٤)، ينصبّ الاهتمام على التقرير المالي الأساسي الثالث والأخير وهو الميزانية. يبين الجدول رقم (٤٨,١٦) الميزانية المتوقعة لخمس سنوات لشركة Fix-All Biomed. أولاً، لاحظ أن لدينا عمود قبل

السنة الأولى يُسمى "الأولي"، ويسجل هذا العمود جميع الاستثمارات التي تمت قبل بدء العمليات. لقد تم جمع جميع الأعمال التي دخلت في تنظيم الشركة والنفقات المتنوعة مثل رسوم المحامي والمحاسب وأُطلق عليها اسم "تكاليف التنظيم" وكان الغرض من هذا العمود هو تمكين حساب العائد على الأموال المُستثمرة في الشركة.

الجدول رقم (٤٨,١٦). نموذج خطة خمسية لميزانية شركة خدمة هندسة إكلينيكية.

خطة خمسية لميزانية قسم الهندسة الإكلينيكية في شركة Fix-All Biomed (جميع المبالغ بالدولار الأمريكي)

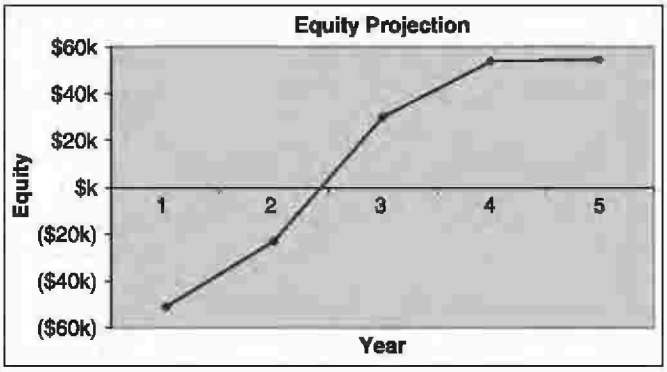
	أولية	السنة الأولى	السنة الثانية	السنة الثالثة	السنة الرابعة	السنة الخامسة
١- الأصول	٦٠٨٤٠	٤٤٥٥٢٢	٥٢١٢٢٥	٥٩٩٩٩٥	٧٠١٥٧٣	٨١٣٢٤٣
١,١ نقد في الصندوق	٥٠٠٠	٥٠٠٠	٧١٢٦	٤٤٩٦	١٥٦٣٩	١٢٦٩٣
١,٢ الحسابات المستحقة -الديون السيئة	صفر	٣٩٩٢٦٦	٤٦٩٧٩٥	٥٤٨٩٩٥	٦٣٨٠٧٨	٧٥٢١٩٠
١,٣ المخزون	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر
١,٤ الممتلكات والتجهيزات	٤٥٨٤٠	٤١٢٥٦	٤٤٣٠٤	٤٦٥٠٤	٤٧٨٥٦	٤٨٣٦٠
١,٤,١ المباني والأراضي	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر
١,٤,٢ التجهيزات والأثاث+الثوابت	٤٥٨٤٠	٤٥٨٤٠	٥٤٣٢٠	٦٢٨٠٠	٧١٢٨٠	٧٩٧٦٠
١,٤,٣ الانخفاض المتراكم	صفر	٤٥٨٤	١٠٠١٦	١٦٢٩٦	٢٣٤٢٤	٣١٤٠٠
١,٥ تكاليف التنظيم	١٠٠٠٠					
٢- الديون	صفر	٤٩٦٥٥٠	٥٤٤٣٠٢	٥٧٠١٠١	٦٤٧٦٨٧	٧٥٨٦٢٥
٢,١ الحسابات المستحقة	صفر	٤٢٥٠٥٠	٤٦٧٣٠٢	٤٨٦٤١٨	٥٧٤٣٥٥	٧٠٠٥٠٥
٢,٢ الديون قصيرة الأجل	صفر	٦٥٠٠	٧٠٠٠	٦٠٠٠	٥٠٠٠	٤٠٠٠
٢,٣ الضرائب المستحقة	صفر	صفر	صفر	١٧٦٨٣	١٨٣٣٢	١٤١٢٠
٢,٤ الالتزامات طويلة الأجل	صفر	٦٥٠٠٠	٧٠٠٠٠	٦٠٠٠٠	٥٠٠٠٠	٤٠٠٠٠
٣- الأسهم	٦٠٨٤٠	٥١٠٢٨	٢٣٠٧٧	٢٩٨٩٤	٥٣٨٨٦	٥٤٦١٨
٣,١ أسهم رأس المال الأولي	٦٠٨٤٠	٦٠٨٤٠	٧٥٨٤٠	٨٠٨٤٠	٨٠٨٤٠	٨٠٨٤٠
٣,٢ الأسهم الإضافية (الأسهم الجديدة الصادرة)		١٥٠٠٠	٥٠٠٠	صفر	صفر	صفر
٣,٣ إجمالي الاستثمار		٧٥٨٤٠	٨٠٨٤٠	٨٠٨٤٠	٨٠٨٤٠	٨٠٨٤٠
٣,٤ أرباح محتجزة		١٢٦٨٦٨	١٠٣٩١٧	٥٠٩٤٦	٢٦٩٥٤	٢٦٢٢٢

تتبع الميزانية التقسيم الكلاسيكي للأصول والديون والأسهم. تشمل فئة الأصول البنود النموذجية للنقد والحسابات المستحقة والمخزون والممتلكات والتجهيزات (المعروفة أيضاً باسم "الأصول الثابتة")، وتكاليف التنظيم. ويوجد في فئة الديون الحسابات الواجب دفعها، والديون قصيرة الأجل، والضرائب المُستحقة الدفع والديون طويلة الأجل، وأرباح الأسهم المدفوعة (على سبيل المثال، إلى المالكين). وبحكم التعريف، فإن قيمة الأسهم (equity) هي

الفرق بين الأصول والديون، وبالتالي فإنه يمكن أن تكون إيجابية أو سلبية. تتكون الأسهم من مجموع الاستثمارات أو رأس المال المدفوع (أي أسهم رأس المال في بداية السنة بالإضافة إلى الأسهم التي تم إصدارها في تلك السنة)، والأرباح المحتجزة التي تمثل الأموال التي كانت الشركة قد كسبتها ولكنها لم توزع على المساهمين أو أصحاب الملكية. وبما أن مجموع الاستثمارات هو دائما ايجابي، فإن الأرباح المحتجزة يمكن أن تكون إيجابية أو سلبية، وهذا يتوقف على مقدار جودة أداء الشركة في تلك السنة.

استثمر المالكون ٦٠٨٤٠ دولاراً أمريكياً قبل بدء عمليات شركة Fix-All. تم في السنة الأولى استثمار مبلغ إضافي قدره ١٥٠٠٠ دولار أمريكي، مما رفع المجموع الذي تم استثماره إلى ٧٥٨٤٠ دولاراً أمريكياً. وبما أن الديون أعلى من الأصول الآن، فقد أنهت الشركة السنة بأرباح مُحتجزة سلبية مقدارها ١٢٦٧١٨ دولاراً أمريكياً. ولذلك فإن قيمة الشركة (قيمة الأسهم) في نهاية السنة الأولى سالبة وتساوي (١٢٦٧١٨ - ٧٥٨٤٠ = ٥٠٨٧٨ دولاراً أمريكياً) على الرغم من حقيقة أن ما مجموعه ٧٥٨٤٠ دولاراً أمريكياً قد تم استثماره.

لقد تحسن الوضع في السنوات الثانية والثالثة والرابعة، إلاّ أن الديون كانت لا تزال أعلى من الأصول. إن الأرباح المحتجزة سالبة على مدى السنوات الخمس، ولكن تتحول الأسهم إلى إيجابية في السنة الثالثة وتنمو باطراد بعد ذلك (الشكل رقم ٤٨,٤). ومع ذلك تبقى الأسهم في نهاية السنة الخامسة أقل بكثير من إجمالي الاستثمارات المُقدَّمة من المالكين/حاملي الأسهم. وبعبارة أخرى، في حال توقفت شركة Fix-All في نهاية السنة الخامسة، فقد ينتهي مالكيها إلى فقدان بعض من أموالهم بعد سداد جميع الديون.



الشكل رقم (٤٨,٤). الأسهم المتوقعة لشركة خدمة هندسة إكلينيكية في سنواتها الخمس الأولى.

قد يبدو للوهلة الأولى أن المستثمرين يمكن أن يكونوا أفضل حالاً بوضع أموالهم في حساب مصرفي والاستمتاع بحياتهم على الشاطئ! ولكن هذا ليس صحيحاً بالضرورة. أولاً، إن الأعمال لم تفشل وربما لا يزال

المالكين قادرين على بيع الشركة مع بعض الأرباح الصغيرة (أي بسعر أعلى من قيمة استثماراتها التراكمية). إن سعر البيع لشركة ليس فقط ذو صلة بإيراداتها الحالية، بل هو انعكاس لقدرة الربح النقدية في المستقبل. وبعبارة أخرى، فإن التوجه هو أكثر أهمية من الوضع المالي الحالي.

تحليل الأداء المالي Financial Performance Analysis

لقد تم تطوير العديد من المؤشرات والنسب من قبل المحللين لتقييم الأداء المالي للشركات. يعطي كل مؤشر (أو"نسبة") فكرة عن الوضع المالي للشركة، ولكن لا يوجد عالمياً مجموعة من المؤشرات أو النسب المتفق عليها والتي من شأنها التنبؤ بنجاح أي مؤسسة بدقة. ويضم كل قطاع من قطاعات الصناعة عادة مجموعة من معايير القياس التي يتم استخدامها من قبل المحللين للحكم على أداء الشركات الفردية.

يبين الجدول رقم (٤٨,١٧) بعض المؤشرات المُستخدَمة عموماً لتحليل الربحية. إن الأول (هامش الدخل الإجمالي) هو النسبة بين الدخل الإجمالي والدخل (وكلاهما متاحان من الجدول رقم (٤٨,١٠)، الخطة المالية). يبين المؤشرين التاليين (هامش صافي الدخل وهامش صافي الدخل بعد الضريبة) صافي الدخل وصافي الدخل بعد الضريبة كنسبة مئوية من الإيرادات على التوالي. وتبين هذه المؤشرات الثلاثة مدى ربحية الشركة بالمقارنة مع الآخرين في نفس الصناعة. على سبيل المثال، عادة ما يكون لمحلات السوبر ماركت هوامش ربح منخفضة (أقل من ٥٪) ولكن لديها أرباح مخزون عالية. من جهة أخرى، تفرض المتاجر التي تبيع الأجهزة المنزلية الرئيسية هوامش أعلى من ذلك بكثير ولكن لديها حجم مبيعات أقل. وغالباً ما يكون لصناعة الخدمات، بما في ذلك شركات خدمات الهندسة الإكلينيكية، هامش متوسط (٥٪ - ١٠٪) وكميات معتدلة بالمقارنة مع غيرها من الصناعات.

ويبين الجدول رقم (٤٨,١٧) أيضاً أربعة مؤشرات مُستخدَمة لقياس مدى نجاح أو فعالية الشركة في توليد عائدات من الاستثمارات التي تم توظيفها على شكل: نقود (الاستثمار)، ورأس مال (أسهم)، وسلع مادية (الأصول)، وإجمالي رأس المال المُستخدَم (أصول دون النظر في الحسابات الحالية القابلة للقبض والدفع). وهذه المؤشرات هي على التوالي:

- العائد على الاستثمار (ROI) — Return on investment (ROI)
- العائد على الأسهم (حقوق الملكية) (ROE) — Return on equity (ROE)
- العائد على الأصول (ROA) — Return on assets (ROA)
- العائد على رأس المال الإجمالي المُستخدَم (RTCE) — Return on total capital employed (RTCE)

الجدول رقم (٤٨,١٧). نموذج تحليل الأداء (الهوامش والعوائد) لشركة خدمة هندسة إكلينيكية.

تحليل البقاء/الأداء لقسم الهندسة الإكلينيكية في شركة Fix-All Biomed (جميع المبالغ بالدولار الأمريكي)							
المصدر	الأولية	السنة الأولى	السنة الثانية	السنة الثالثة	السنة الرابعة	السنة الخامسة	المُتوقعة
الخطة المالية							
٣- إجمالي الدخل		١٥٥٩٨٠	١٩٢٧٩٢	٢٦٢٠١١	٢٧٢٩٦٢	٢٧٢٢٠٠	
الخطة المالية							
١- الإيرادات		٤٢٠٢٨٠	٤٩٤٥٢١	٥٧٧٨٨٩	٦٧١٦٦١	٧٩١٧٧٩	
هامش الدخل الإجمالي		٪٣٧	٪٣٩	٪٤٥	٪٤١	٪٣٤	
الخطة المالية							
٦- الدخل الصافي		٣٦٦١٨	٩٥٨٢	٥٠٥٢٢	٥٢٣٧٧	٤٠٣٤٤	
الخطة المالية							
١- الإيرادات		٤٢٠٢٨٠	٤٩٤٥٢١	٥٧٧٨٨٩	٦٧١٦٦١	٧٩١٧٧٩	
هامش الدخل الصافي		غير متوفر	غير متوفر	٪٩	٪٨	٪٥	
الخطة المالية							
٨- صافي الدخل بعد الضريبة		٣٦٦١٨	٩٥٨٢	٣٢٨٣٩	٣٤٠٤٥	٢٦٢٢٣	
الخطة المالية							
١- الإيرادات		٤٢٠٢٨٠	٤٩٤٥٢١	٥٧٧٨٨٩	٦٧١٦٦١	٧٩١٧٧٩	
هامش الدخل الصافي بعد الضريبة		غير متوفر	غير متوفر	٪٦	٪٥	٪٣	< ٪٥
الخطة المالية							
٨- الدخل الصافي بعد الضريبة		٣٦٦١٨	٩٥٨٢	٣٢٨٣٩	٣٤٠٤٥	٢٦٢٢٣	
صافي القيمة الحالية							
للدخل الصافي بعد الضريبة		٣٢٦٩٥	٧٦٣٩	٢٣٣٧٤	٢١٦٣٦	١٤٨٨٠	
صافي القيمة الحالية							
التراكمي للدخل الصافي بعد الضريبة		٣٢٦٩٥	٤٠٣٣٤	١٦٩٥٩	٤٦٧٧	١٩٥٥٧	
الرصيد الاستثمارات	٦٠٨٤٠	١٥٠٠٠	٥٠٠٠	صفر	صفر	صفر	
صافي القيمة الحالية للاستثمار	٦٠٨٤٠	١٣٦٣٦	٣٩٨٦	صفر	صفر	صفر	
صافي القيمة الحالية التراكمي للاستثمار		٧٤٤٧٦	٧٨٤٦٢	٧٨٤٦٢	٧٨٤٦٢	٧٨٤٦٢	
العائد على الاستثمار (ROI)		غير متوفر	غير متوفر	غير متوفر	٪٦	٪٢٥	< ٪١٠
الخطة المالية							
٨- الدخل الصافي بعد الضريبة		٣٦٦١٨	٩٥٨٢	٣٢٨٣٩	٣٤٠٤٥	٢٦٢٢٣	
صافي القيمة الحالية							
للدخل الصافي بعد الضريبة		٣٢٦٩٥	٧٦٣٩	٢٣٣٧٤	٢١٦٣٦	١٤٨٨٠	
صافي القيمة الحالية							
التراكمي للدخل الصافي بعد الضريبة		٣٢٦٩٥	٤٠٣٣٤	١٦٩٥٩	٤٦٧٧	١٩٥٥٧	

تابع الجدول رقم (٤٨,١٧).

تحليل البقاء/الأداء لقسم الهندسة الإكلينيكية في شركة Fix-All Biomed (جميع المبالغ بالدولار الأمريكي)

المصدر	الأولية	السنة الأولى	السنة الثانية	السنة الثالثة	السنة الرابعة	السنة الخامسة	المُتوقعة
الرصيد		٥١٠٢٨	٢٣٠٧٧	٢٩٨٩٤	٥٣٨٨٦	٥٤٦١٨	
٣- الأسهم							
صافي القيمة الحالية للأسهم		٤٥٥٦١	١٨٣٩٦	٢١٢٧٨	٣٤٢٤٦	٣٠٩٩٢	
العائد على الأسهم (ROE)		غير متوفر	غير متوفر	غير متوفر	٪١٤	٪٦٣	< ٪١٥
الخطة المالية							
٨- الدخل الصافي بعد الضريبة		٣٦٦١٨	٩٥٨٢	٣٢٨٣٩	٣٤٠٤٥	٢٦٢٢٣	
صافي القيمة الحالية للدخل الصافي بعد الضريبة		٣٢٦٩٥	٧٦٣٩	٢٣٣٧٤	٢١٦٣٦	١٤٨٨٠	
صافي القيمة الحالية التراكمي للدخل الصافي بعد الضريبة		٣٢,٦٩٥	٤٠,٣٣٤	١٦,٩٥٩	٤,٦٧٧	١٩,٥٥٧	
الرصيد		٤٤٥٥٢٢	٥٢١٢٢٥	٥٩٩٩٩٥	٧٠١٥٧٣	٨١٣٢٤٣	
١- الأصول							
صافي القيمة الحالية للأصول		٣٩٧٧٨٨	٤١٥٥١٧	٤٢٧٠٦٤	٤٤٥٨٦٢	٤٦١٤٥٦	
العائد على الأصول (ROA)		غير متوفر	غير متوفر	٪١	٪٤	٪٩ <	
الخطة المالية							
٨- الدخل الصافي بعد الضريبة		٣٦٦١٨	٩٥٨٢	٣٢٨٣٩	٣٤٠٤٥	٢٦٢٢٣	
صافي القيمة الحالية للدخل الصافي بعد الضريبة		٣٢٦٩٥	٧٦٣٩	٢٣٣٧٤	٢١٦٣٦	١٤٨٨٠	
صافي القيمة الحالية التراكمي للدخل الصافي بعد الضريبة		٣٢٦٩٥	٤٠٣٣٤	١٦٩٥٩	٤٦٧٧	١٩٥٥٧	
الرصيد		٤٤٥٥٢٢	٥٢١٢٢٥	٥٩٩٩٩٥	٧٠١٥٧٣	٨١٣٢٤٣	
١- الأصول							
الديون الحالية (انظر أدناه)		٤٣١٥٥٠	٤٧٤٣٠٢	٥١٠١٠١	٥٩٧٦٨٧	٧١٨٦٢٥	
إجمالي رأس المال المُستخدم (TCE)		١٣٩٧٢	٤٦٩٢٣	٨٩٨٩٤	١٠٣٨٨٦	٩٤٦١٨	
صافي القيمة الحالية لإجمالي رأس المال المُستخدم		١٢٤٧٥	٣٧٤٠٧	٦٣٩٨٥	٦٦٠٢٢	٥٣٦٨٩	
العائد على -TCE (RTCE)		غير متوفر	غير متوفر	غير متوفر	٪ ٧	٪ ٣٦	< ٪١٠

تتوفر البيانات اللازمة لحساب هذه المؤشرات في جدول الميزانية رقم (٤٨,١٦). وبما أن القيام بالاستثمارات والعائدات وتحقيقها يتم في أوقات مختلفة، فقد تم حساب صافي القيمة الحالية (NPV) لجميع الاستثمارات والعائدات

بحيث يمكن مقارنتها بشكل صحيح في فترة زمنية واحدة (أي في نهاية كل سنة). ويمكن إيجاد شرح تفصيلي لصافي القيمة الحالية في معظم الكتب الدراسية المتعلقة بالمحاسبة أو المالية، كما يمكن إجراء الحساب باستخدام صيغ مبنية في صلب الجداول أو الآلات الحاسبة المالية. يتم من أجل هذا المثال افتراض سعر فائدة عام لقرض تجاري (بما في ذلك معدل التضخم) مقداره ١٢٪. وبما أن الدخل الصافي التراكمي بعد الضريبة في السنوات الثلاث الأولى سالب، فإن المؤشرات الأربعة جميعها ليست ذات مغزى. ومع ذلك تصبح هذه المؤشرات موجبة في السنوات الرابعة والخامسة، كما أن الـ ROI والـ ROE أعلى من التوقعات بالمقارنة مع الشركات الأخرى. وهذا ليس مستغرباً، حيث تتطلب شركات الخدمات عادة القليل من الأصول والاستثمارات من أجل البدء والعمل. إن الخبرة والموهبة لمالكيها وموظفيها هي من أهم أصولها، ولكنها غير محسوبة حتى يتم بيع الشركة (أي أنها مُدرَجة في حسن النية). إن السبب في أن ROA يبدو أقل من التوقعات هو أنه يتضمن كمية كبيرة من أوراق القبض (انظر الجدول رقم ٤٨,١٦). وللتخلص من تأثير أوراق القبض، فقد تم وضع بارامترات أكثر ملائمة، وتأسيس رأس مال إجمالي مُستخدم (TCE). يتم تعريف الـ TCE بأنه الفرق بين الأصول والديون الحالية المبينة المحسوبة في الجدول رقم (٤٨,١٨) عن طريق طرح الديون طويلة الأجل من جميع الديون. وبعبارة أخرى، فإن TCE هو في الأساس جميع الأصول دون أوراق القبض وأوراق الدفع. ومرة أخرى، فإن TCE لشركة Fix-All هو فوق التوقعات لأنها شركة خدمة.

الجدول رقم (٤٨,١٨). نموذج تحليل السيولة (النسب) لشركة خدمة هندسة إكلينيكية.

تحليل السيولة لقسم الهندسة الإكلينيكية في شركة Fix-All Biomed (جميع المبالغ بالدولار الأمريكي)							
المصدر		السنة الأولى	السنة الثانية	السنة الثالثة	السنة الرابعة	السنة الخامسة	المتوقعة
الرصيد	٢- الديون	٤٩٦٥٥٠	٥٤٤٣٠٢	٥٧٠١٠١	٦٤٧٦٨٧	٧٥٨٦٢٥	
الرصيد	٢,٤ الديون طويلة الأجل	٦٥٠٠٠	٧٠٠٠٠	٦٠٠٠٠	٥٠٠٠٠	٤٠٠٠٠	
	الديون الحالية	٤٣١٥٥٠	٤٧٤٣٠٢	٥١٠١٠١	٥٩٧٦٨٧	٧١٨٦٢٥	
الرصيد	١- الأصول	٤٤٥،٥٢٢	٥٢١٢٢٥	٥٩٩٩٩٥	٧٠١٥٧٣	٨١٣٢٤٣	
الرصيد	١,٤ الممتلكات والتجهيزات	٤١٢٥٦	٤٤٣٠٤	٤٦٥٠٤	٤٧٨٥٦	٤٨٣٦٠	
	الأصول الحالية	٤٠٤٢٦٦	٤٧٦٩٢١	٥٥٣٤٩١	٦٥٣٧١٧	٧٦٤٨٨٣	
النسبة الحالية		٪٩٤	٪١٠١	٪١٠٩	٪١٠٩	٪١٠٦	< ٪٤٠
	الديون الحالية	٤٣١٥٥٠	٤٧٤٣٠٢	٥١٠١٠١	٥٩٧٦٨٧	٧١٨٦٢٥	
	الأصول الحالية	٤٠٤٢٦٦	٤٧٦٩٢١	٥٥٣٤٩١	٦٥٣٧١٧	٧٦٤٨٨٣	
الرصيد	١,٣ المخزون	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	
	الأصول الحالية-المخزون	٤٠٤٢٦٦	٤٧٦٩٢١	٥٥٣٤٩١	٦٥٣٧١٧	٧٦٤٨٨٣	
نسبة السداد السريع/"اختبار السداد السريع"		٪٩٤	٪١٠١	٪١٠٩	٪١٠٩	٪١٠٦	< ٪٣٠

يبين الجدول رقم (٤٨,١٨) مؤشرين، نسب السداد السريع (quick ratios) والنسب الحالية (current ratios)، مُصممين لقياس السيولة في المؤسسة (وهي مدى قدرة الشركة على الوفاء بالتزاماتها المالية قصيرة الأجل). يتم حساب النسبة الحالية بقسمة قيم جميع الأصول الحالية (أي باستثناء الأصول الثابتة) على جميع الديون الحالية (أي باستبعاد الديون طويلة الأجل)، في حين تستبعد نسبة السداد السريع أيضاً المخزون من الأصول (لأنه ليس من المؤكد أن المخزون الحالي يمكن أن يُباع بالقيمة المُقدَّرة من قبل الشركة). إن نسبة السداد السريع معروفة أيضاً باسم "اختبار السداد السريع (acid test)" لأنه يقيس قدرة الشركة على الوفاء بالتزاماتها الفورية، في حين تعطي النسبة الحالية تقديراً لهذه القدرة على المدى القريب (أي ٣-٦ أشهر).

تحليل نقطة التعادل (Break-Even) (عدم الربح والخسارة)

إن تحليل نقطة التعادل هو أداة مفيدة لمدراء الشركات والمالكين وإن لم يكن دائماً مطلوباً من جانب المقرضين وشركات رأس المال الاستثمارية. يُستخدم هذا التحليل لتحديد مستوى المبيعات (أي، مبيعات نقطة التعادل (BES)) التي يجب تحقيقها من أجل وفاء الشركة بالتزاماتها النقدية، مثل نفقات التشغيل ومدفوعات الديون. ويبين الجدول رقم (٤٨,١٩) كيف يتم إجراء هذا التحليل.

الجدول رقم (٤٨,١٩). نموذج تحليل نقطة التعادل (Break-Even) لشركة خدمة هندسة إكلينيكية.

تحليل نقطة التعادل لقسم الهندسة الإكلينيكية في شركة Fix-All Biomed (جميع المبالغ بالدولار الأمريكي)					
المصدر	**السنة الأولى**	**السنة الثانية**	**السنة الثالثة**	**السنة الرابعة**	**السنة الخامسة**
مبيعات نقطة التعادل (BES) = ثابت					
تكاليف/ (١ - التكاليف المتغيرة/الإيرادات)					
التكاليف الثابتة	١٩٢٥٩٨	٢٠٢٣٧٤	٢١١٤٨٩	٢٢٠٥٨٥	٢٣١٨٥٦
الخطة المالية ٤- النفقات الإدارية	١٨٦٣٤٨	١٩٥٧٣١	٢٠٥٧١٤	٢١٦٣٦٧	٢٢٨٤٩٠
الخطة المالية ٥- النفقات المالية	٦٢٥٠	٦٦٤٤	٥٧٧٥	٤٢١٨	٣٣٦٥
التكاليف المتغيرة	٢٦٤٣٠٠	٣٠١٧٢٩	٣١٥٨٧٨	٣٩٨٦٩٩	٥١٩٥٧٩
الخطة المالية ٢- تكلفة المبيعات	٢٦٤٣٠٠	٣٠١٧٢٩	٣١٥٨٧٨	٣٩٨٦٩٩	٥١٩٥٧٩
BES	٥١٨٩٤٥	٥١٩١٠٠	٤٦٦٤٥٩	٥٤٢٧٨٠	٦٧٤٤٢٦
الخطة المالية ١- الإيرادات	٤٢٠٢٨٠	٤٩٤٥٢١	٥٧٧٨٨٩	٦٧١٦٦١	٧٩١٧٧٩
الفائض (العجز)	**٩٨٦٦٥**	**٢٤٥٧٩**	**١١١٤٣٠**	**١٢٨٨٨١**	**١١٧٣٥٣**

يتم تعريف BES بواسطة المعادلة التالية:

مبيعات نقطة التعادل (BES) = التكاليف الثابتة / (١ - التكاليف المتغيرة / الإيرادات)

ولتحديد BES فإنه من الضروري فصل جميع التكاليف إلى فئات ثابتة ومتغيرة. يوجد في فئة التكاليف الثابتة النفقات الإدارية والنفقات المالية، وتوجد في التكاليف المتغيرة تكلفة المبيعات. يمكن الحصول على جميع كل هذه القيم من الجدول رقم (٤٨,١٠) (الخطة المالية). وبمقارنة BES المحسوبة مثلاً مع الإيرادات المتوقعة (أيضاً من الجدول رقم ٤٨,١٠)، فإن BES هي أعلى من الإيرادات المتوقعة في أول سنتين ولكن بعد ذلك تصبح أقل ابتداء من السنة الثالثة. ويؤكد هذا الحساب حقيقة أن صافي الدخل في أول سنتين هو سالب.

بالإضافة إلى هذا الاستنتاج الواضح، فإن معادلة BES تساعدنا على تصور اثنين من البيانات التي تم القيام بها سابقا:

- ينبغي للمرء أن يحاول تخفيض التكاليف الثابتة (أو النفقات العامة) قدر الإمكان، لأنه يقلل من كمية المبيعات اللازمة للتعادل و ذلك لزيادة الربح (أو القيمة، في حالة قسم هندسة إكلينيكية داخلي).
- من المقبول زيادة التكاليف المتغيرة، طالما أنها تساعد على زيادة الإيرادات بنفس النسبة على الأقل. والأفضل من ذلك هو تخفيض التكاليف المتغيرة كنسبة مئوية من الإيرادات.

المناقشة Discussion

إن الانتقال من قسم هندسة إكلينيكية داخلي إلى شركة تسعى للربح هو تحد كبير من الناحية المالية كما هو واضح من التحليل السابق. وعلى الرغم من أن هامش الربح يبدو كافياً في البداية، فإن توقع التدفق النقدي يدل على أن شركة Fix-All Biomed يمكن أن تتعثر بسبب مشاكل التدفق النقدي. إن إحدى المشاكل التي تم اكتشافها في السنة الخامسة هي عدم وجود عمالة داخلية لتغطية جميع احتياجات الخدمة والعقد. إن أحد الحلول الممكنة التي لم يتم استكشافها هنا هو توظيف فني طبي حيوي إضافي، حيث يمكن لهذا الخيار تحسين النتيجة لأن أجرة الموظف أقل كلفة بكثير من المساعدة المؤقتة أو أجرة الوقت الإضافي. ولكن إذا كان المطلوب حلاً أكثر عالمية، فإن احتمال رفع سعر الساعة من ٧٧ دولاراً أمريكياً، على سبيل المثال، إلى ٨٥ دولاراً أمريكياً ينبغي أخذه في الاعتبار. يمكن للمرء أن يرى من خلال جدول البيانات أن هذه الزيادة الصغيرة (١٠,٤٪) سوف تحسِّن كامل الصورة المالية بشكل كبير. ومن الواضح أن هناك حلول أخرى ممكنة. إن الغرض من التخطيط المالي هو بالضبط السماح للمدراء بتصور المشاكل المحتملة ومحاكاة السيناريوهات والبدائل المختلفة قبل اتخاذ القرار.

وكما ذُكر من قبل، يجب القيام بالعديد من الافتراضات والتوقعات في توقع الدخل والتدفق النقدي والرصيد. وبالتالي، يمكن أن تكون الخطة المالية جيدة بقدر جودة الافتراضات والتوقعات الموضوعة. وبما أنه من المستحيل التنبؤ بجميع الاحتمالات والتحديات، فسوف تحتاج الإدارة إلى إجراء تعديلات وتصويبات عندما تتطور الشركة. هذا لا يعني أن الخطة الأولية لا طائل منها، أو أنه لن يكون من المجدي تكبد عناء مشكلة إجراء التخطيط

المالي. إن قيمة التخطيط المالي هي في الواقع ليست في الخطة المُنجزة ولكن في عملية التخطيط في حد ذاتها (مثل القول "وجود خطة لاشيء، والتخطيط هو كل شيء"). وهذا لأن المرء مضطر أثناء عملية التخطيط للتفكير ملياً في كل خطوة من خطوات العملية التجارية قبل اتخاذها. ويساعد هذا التمرين المدراء على تحديد الخطوات الحاسمة للعملية والافتراضات التي قد يكون من الضروري تنقيحها عندما تتغير الظروف.

وعلى الرغم من أن تحليل الأداء المالي الوارد آنفاً يبدو أنه يوفر مجموعة بسيطة وقوية من الأدوات اللازمة لتحليل ومقارنة الشركات، إلاّ أنه ينبغي لهذه الأدوات (النسب والمؤشرات) أن تُستخدم بحرص شديد. تنتج هذه الأدوات في واقع الأمر أسئلة أكثر مما تنتجه من الأجوبة، أي أنها تشير إلى متى وإلى أين يجب البحث بعمق عن إشارات لمشكلة أو أداء ضعيف. يمكن لتحليل الأداء المالي، إذا ما أُحسن استخدامه، تقديم معلومات ورؤى لثلاث مهام حرجة على الأقل. أولاً، يساعد في عملية تخصيص رؤوس الأموال من أجل زيادة العائد إلى الحد الأقصى وتقليل المخاطر إلى الحد الأدنى. ثانياً، يحدد نقاط الضعف ونقاط القوة المالية للشركة ونقاط ضعف ونقاط قوة التشغيل للشركة (عنصرين هامين من التحليل المالي للقوة والضعف والفرص والتهديدات (SWOT)). أخيراً، فإنه يساعد على تقييم الأداء الإداري من أجل تحديد التعويض المناسب والترقيات. يتم القيام بهذا النوع من التحليل عادة من خلال مقارنة شركات ضمن نفس الصناعة (تحليل مقطعي عرضي (cross-sectional analysis)). ويمكن أحياناً القيام بالتحليل عبر صناعات مختلفة لتحديد الأداء العام لكل قسم صناعي. يمكن في بعض الأحيان تنفيذ التحليل لتحديد الاتجاهات والاستثناءات على مر الزمن (تحليل سلسلة زمنية)، ومقارنة الوضع المالي والنتائج من فترة لأخرى.

الاستنتاجات
Conclusions

توضح دراستا الحالة المعروضتان فيما سبق السبل التي يمكن لمديري الهندسة الإكلينيكية من خلالها إدارة الشؤون المالية لأقسامهم أو شركاتهم، وخصوصاً سبل ضبط وتقليل التكاليف دون التأثير على الجودة، ومن ثم لتبقى قادرة على المنافسة. بالتأكيد هناك العديد من السهو وعدم الدقة في دراسات الحالة هذه، ولكنها توفر تفاصيل كافية لإثبات المبادئ الأساسية للإدارة المالية لقسم هندسة إكلينيكية داخلي وشركة خدمة مستقلة. وينبغي للقراء انطلاقاً من دراسات الحالة هذه أن يكونوا قادرين على بناء نماذج مالية أكثر دقة وكمالاً لعملياتهم الخاصة من أجل مساعدتهم في تنمية إداراتهم أو مؤسساتهم بنجاح.

وعلى الرغم من أن قسم الهندسة الإكلينيكية الداخلي يبدو أكثر فعالية من حيث التكلفة من الشركة الربحية، فإنه لا ينبغي للمرء أن يخلص إلى أن هذا هو الحال دائماً، حيث قد يكون الواقع مختلفاً تماماً. غالباً ما تكون الشركات الربحية أقل سخاء من منظمات الرعاية الصحية من حيث التعويض والاستحقاقات. وكثيراً ما تخضع

الشركات الربحية لعقود تم التفاوض عليها من قبل الاتحادات العمالية. تميل شركات الخدمة أيضاً إلى أن يكون لديها نسبة الـ BMETs إلى المهندسين الإكلينيكيين أعلى بكثير مما هي عليه في المستشفيات، وخاصة عندما تساند هذه الشركات منظمات رعاية صحية متعددة. وهذا يؤدي إلى تخفيض التكاليف العامة على نحو فعال (وهي ميزة توفّرها اقتصاديات الحجم الكبير). وأخيراً، عادة ما تكون شركات الخدمة متعددة المصادر أقل مشاركَة في أنشطة لا يتم صيانتها وإصلاحها بدقة (على سبيل المثال، تدريب المستخدمين، والتحقيق في الحوادث، وتقدير ما قبل الشراء)، وبالتالي تحسِّن إنتاجيتها بالمقارنة مع أقسام الهندسة الإكلينيكية الداخلية بعد كل شيء، لن تبقى الشركات الربحية في مجال الأعمال التجارية إذا لم تكن قادرة على أن تكون رابحة.

إن المقياس المعياري للتكلفة الذي تم استخدامه وتفضيله من قبل بعض مديري الهندسة الإكلينيكية هو مجموع تكاليف الخدمات كنسبة مئوية من مخزون التجهيزات (Cohen et al., 1995; Cohen, 1998). وتم في دراسات الحالة المعروضة هنا استخدام سعر الساعة كمقياس معياري رئيسي للتكلفة. ولا يوجد شك في أن سعر الساعة يعتمد بشكل كبير على التطور التقني للتجهيزات المشمولة. (وعادة ما يطلب فنيو التصوير أجراً أعلى من أولئك الذين يخدمون تجهيزات طبية حيوية أخرى). ومع ذلك يستخدم مدير الهندسة الإكلينيكية الذكي مزيجاً من القدرات الداخلية وعقود الخدمات الخارجية لتلبية حاجة صاحب عمله، بغض النظر عن ما إذا كان منظمة رعاية صحية أو شركة خدمة. ينبغي أن يكون هدف كل مدير هندسة إكلينيكية زيادة أثر الخدمة إلى أقصى حد على الرغم من خفض التكاليف إلى أدنى حد بدلاً من بناء إمبراطورية هندسة إكلينيكية. ولذلك إذا كان قسم الهندسة الإكلينيكية أو الشركة تُدار على نحو ملائم، فسوف يكون المقياس المعياري لسعر الساعة أكثر دقة وأسهل للحساب من المقياس المعياري للنسبة المئوية للمخزون، كما يتطلب هذا الأخير مراجعة مستمرة لتكاليف استبدال التجهيزات الحالية. ينبغي عدم استخدام تكلفة الشراء الأصلية لأنها لا تأخذ في الاعتبار معدلات التضخم والفوائد المتراكمة أو الانكماش المحتمل لأسعار التجهيزات.

إن المقياس المعياري الآخر المُستخدم كثيراً من قبل مديري الهندسة الإكلينيكية هو تجنب التكاليف أو الأموال التي تم توفيرها (Cohen et al, 1995; Gordon, 1995). يتم حساب هذا المقياس المعياري من خلال مقارنة تكاليف العمالة الداخلية مقابل الخدمات الخارجية و/أو تخفيض الأعطال (زمن التوقف) بسبب عمليات الصيانة الوقائية. لسوء الحظ، فإن الأموال التي تم توفيرها ليست ملموسة (معروفة باسم "الأموال السهلة")، ومن ثم لديها القليل من المصداقية لدى المسؤولين والمحللين الماليين.

يجب أن يعرف مديرو الهندسة الإكلينيكية على الأقل كيفية إدارة شؤونهم المالية بالإضافة إلى (وربما بشكل أفضل من) معرفتهم كيفية صيانة التجهيزات وذلك بغض النظر عن القياس المرجعي (أو القياسات المرجعية)

((benchmark(s)) المُستخدم. تدل دراسات الحالة المعروضة هنا على أن الرياضيات المطلوبة ليست تلك المتقدمة وأنه يمكن تنفيذ الحسابات بواسطة برنامج جداول بيانات قياسي أو برنامج محاسبة أساسي للأعمال التجارية. تبعاً لذلك، ينبغي للمرء أن يبدأ على الفور بجمع الأرقام وإدخالها في الكمبيوتر لحساب تكلفة العمالة الحالية بالساعة إلا إذا كان المرء، بطبيعة الحال، يخطط للتقاعد في الشهور الستة المقبلة أو يعتزم القيام بزيارة إلى مكتب البطالة لينضم إلى مدراء الهندسة الإكلينيكية الداخلية الذين فقدوا وظائفهم لأنهم كانوا غير قادرين على تبرير تكاليفهم. والأسوأ من ذلك هو إذا وقف المرء في طابور محكمة الإفلاس مع كبار المدراء التنفيذيين (CEOs) للشركات المستقلة أو شركات الخدمات المشتركة الذين "فقدوا قمصانهم" من خلال الإدارة الخاطئة للتدفق النقدي.

المراجع

References

Anthony RN. Essentials of Accounting, 6th ed. Reading, MA, Addison-Wesley, 1997.

Brigham EF, Houston JF. Fundamentals of Financial Management, 8th ed. Orlando, FL, Dryden/Harcourt Brace, 1998.

Cohen T, Bakuzonis C, Friedman SB, et al. Benchmark Indicators for Medical Equipment Repair and Maintenance. Biomed Instr Tech 29:308, 1995.

Cohen T. Validating Medical Equipment Repair and Maintenance Metrics, Part II: Results of the 1997 Survey. Biomed Instr Tech 32:136, 1998.

ECRI. Device and Dollars, Health Devices–Special Issue. Plymouth Meeting, PA, ECRI, 1988.

ECRI. Technology Management: Preparing Your Hospital for the 1990s. Health Tech 3:1, 1989.

Forrest W. Meet the New Technology Manager. Medical Imaging 12(11):108, 1997.

Fridson MS. Financial Statement Analysis—A Practitioner's Guide. 2nd ed. New York, John Wiley & Sons, 1996.

Furst E. Budget; Basic and Productivity and Other Performance Measures; and Advanced Productivity and Additional Performance Measures. Clinical Engineering Improvement Tools. Chicago, IL, American Society of Hospital Engineers and IMPTECH Improvement Technologies, 1997.

Gordon G. Breakthrough Management–A New Model for Hospital Technical Services. Arlington, VA, Association for the Advancement of Medical Instrumentation, 1995.

Minsky M. Moody Computers–An Interview with Tom Steinert-Threlked. Interactive Week, 8(8): 47, 2001.

Marchese MS. The ABCs of Costing. 24x 7 6(2):32, 2001.

Siegel ES, Schultz LA, Ford BR, et al. The Arthur Young Business Plan Guide, New York, NY, John Wiley & Sons, 1987.

Wang B, Bellentani IF. Maintenance of Medical Equipment: Experience from a Developing Country, Proc. 9th. International Congress of Hospital Engineering, Barcelona, Spain, 1986.

٤٩

الإنتاجية وفعالية التكلفة

Cost-Effectiveness and Productivity

Larry Fennigkoh
Associate Professor, Electrical Engineering and Computer Science Department, Milwaukee School of Engineering,
Milwaukee, WI

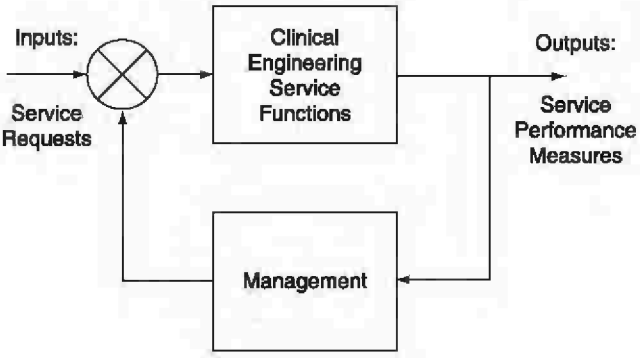
تحتل صيانة ودعم وإدارة تكنولوجيا الرعاية الصحية، في معظم أنحاء الهندسة الطبية، معظم وقت وموهبة وفكر أهل المهنة. تتلقى هذه المهام أيضاً على نحو متزايد، وإلى حد ما بشكل ساخر، تدقيقاً مالياً كبيراً من قبل مديري المستشفيات واستشاريي تحسين الجودة. والمفارقة هي أنه غالباً ما يتم القضاء على بعض الخدمات الكثيرة الموجودة من أجل توفيرا المال بحجة توفير المال. وتكثر الدعوات لزيادة الإنتاجية والمسؤولية والموظفين وتخفيضات الميزانية. تستمر الهندسة الإكلينيكية، مثلها مثل العديد من وظائف خدمات الرعاية الصحية الأخرى، بالصراع ضد التحدي المتمثل في الرد على مثل هذه الدعوات. وعلى الرغم من الجهود والأعمال الرائدة المبكرة للعديد من الآباء المؤسسين للمهنة (Shaffer, 1974; Ridgeway, 1980; Johnston, 1983; Furst,1986; Bauld, 1987)، فإن توافقاً في الآراء على الطريقة الأفضل لوصف ومراقبة فعالية التكلفة والإنتاجية للهندسة الإكلينيكية يجب أن يتطور أيضاً. نتيجة لذلك، وبشكل جزئي، فقد تم أخذ العديد من أقسام الهندسة الإكلينيكية التابعة إلى المستشفيات على حين غرة إلى حد ما عندما واجهت التحديات لتبرير وجودها.

وفي حين أن هذا الفصل لا يحاول تلخيص أعمال السنوات الثلاثين الماضية، فإنه يقدم (١) مراجعة موجزة للصعوبات الكامنة المرتبطة بتطوير واستخدام مقاييس الأداء (إن امتلاك وعي وتقدير لهذه الصعوبات هو شيء حاسم قبل تنفيذ أي شكل من أشكال برامج قياس الإنتاجية)، و(٢) ملخصاً لبعض التعاريف ومقاييس الأداء المقبولة جيداً على نحو معقول، و(٣) بعض الاقتراحات لتحسين فعالية التكلفة والإنتاجية للهندسة الإكلينيكية من خلال إتباع طريقة عملية أكثر لإدارة القسم.

لماذا قياس فعالية التكلفة والإنتاجية؟

Why Measure Cost-Effectiveness and Productivity?

تأتي الفوائد الضمنية للمقدرة على قياس فعالية التكلفة والإنتاجية من افتراض كامن، وربما إلى حد ما متصدع، بأن أنشطة الخدمات عموماً، ومهام الهندسة الإكلينيكية خصوصاً، يمكن أن تُدار مثل الأنظمة ذات الحلقة المغلقة وذات التحكم بالتغذية الراجعة. ويؤكد هذا الافتراض هنا وكما هو مبين في الشكل رقم (٤٩,١) على أنه يمكن ضبط خرج هذه المهام وتحسينه إذا وفقط إذا كان بالإمكان قياس خرجها. في حين أن هذا المفهوم صحيح بشكل خاص في قطاع التصنيع ويعمل بشكل جيد للغاية في تحسين جودة المنتج إلى أقصى حد والحفاظ عليه، إلاّ أنه لم يُنقل بشكل جيد للهندسة الإكلينيكية، حيث يميل الخرج فيها إلى أن يكون عبارة عن خدمات وليس سلع مُصنَّعة. وباعتراف الجميع، كان هذا الكاتب أيضاً من المؤيدين المبكرين والأقوياء لهذا الأسلوب الكلاسيكي (Fennigkoh, 1986, 1987).



الشكل رقم (٤٩,١).نموذج حلقة مغلقة كلاسيكي لتقديم خدمة الهندسة الإكلينيكية.

إن الفروق الجوهرية بين الخدمات والمنتجات على وجه التحديد تجعل استخدام هذا النموذج في بيئة خدمية صعب للغاية. وكما تم التمييز من قبل Dunn (1985) و Fennigkoh (1987) فإن وظائف الخدمة تختلف عن المنتجات المُصنَّعة بالطرق التالية الفريدة من نوعها:

- **غير المادية (Intangibility)**: "إن الخدمات غير ملموسة ونادراً ما يمكن تجربتها أو فحصها أو اختبارها مقدماً" ويزداد هذا الغموض أيضاً عندما تصبح الخدمات أكثر تطوراً وتقنية. ويمكن أن يكون إدراك المشتري هنا لما يجري "تم شراؤه" مختلفاً تماماً عن ما يجري بالفعل "تم بيعه".
- **قابلية الفناء (Perishability)**: "إن الخدمات قابلة للفناء أيضاً، مما يعني أنه لا يمكن تخزينها للبيع في وقت لاحق. كما أن الخدمة غير المباعة مفقودة إلى الأبد". وفي الجوهر فإن الزمن هو الناتج (Williams, 1986).

- **عدم التوحيد القياسي (Nonstandardization)** : على الرغم من أنه يمكن توحيد آليات تقديم الخدمات قياسياً، على سبيل المثال، الطريقة التي يتم من خلالها أخذ الأوامر ومعالجتها، فإن الطريقة التي يتم من خلالها توفير الخدمات تعتمد بشكل كبير على السلوك شديد التنوع والتعقيد للإنسان الذي يقدم الخدمة.
- **التلازم ومشاركة المشتري (Inseparability and buyer involvement)** : "إن الخدمات بشكل عام غير قابلة للفصل عن المصدر الذي يوفرها أو عن المشتري الذي يستفيد منها". يضع هذا التلازم قيداً زمنياً كبيراً على نموذج الضبط بالتغذية الراجعة الكلاسيكي. لقد تم تقديم الخدمة بالفعل قبل أن يتم الحصول على أية تغذية راجعة (أي أن وظيفة الخدمة تعمل على نحو فعال بنمط الحلقة المفتوحة، بدلاً من الحلقة المغلقة).

تصبح هذه الاختلافات الفريدة من نوعها بين الخدمات والمنتجات أكثر عمقاً وإشكالية عندما تقترن بنموذج الحلقة المغلقة المُبسَّط لتقديم خدمة الهندسة الإكلينيكية (الشكل رقم ٤٩,١). في حين يعترف نموذج التغذية الراجعة على نحو مناسب بالحاجة إلى إدارة لمراقبة وظيفة وأداء قسم الهندسة الإكلينيكية، واستخدام هذه المعلومات لتحسين إضافي لمثل هذا الأداء، فإنه يفترض أيضاً أن قياس خرج الخدمات يتم بشكل مناسب ومستمر ودقيق. تؤدي الأخطاء أو العيوب في الحصول على هذه المقاييس إلى استجابة الإدارة للأمور الخاطئة ومحاولة السيطرة عليها. وينتج عن ذلك تشكيك وعدم اتفاق وانعدام ثقة.

المشاكل المتعلقة بقياس إنتاجية الخدمة
Problems with the Measurement of Service Productivity

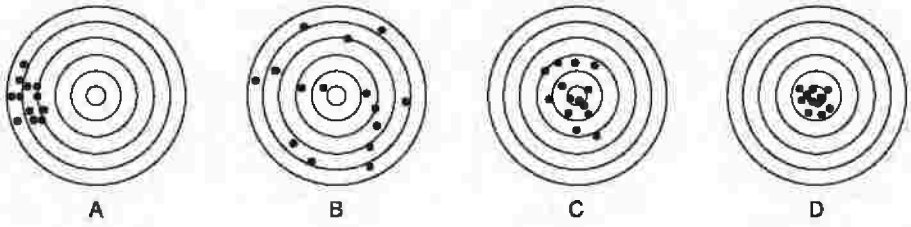
تتضمن المفاهيم التالية الصعوبات الأساسية المرتبطة بقياس فعالية التكلفة والإنتاجية للخدمة:

١- إن أي نموذج خدمة بحلقة مغلقة هو في المقام الأول تفاعلي في الطبيعة. ويمكن تحسين هذه الخدمة فقط بعد تقديم الخدمة وجمع وتحليل مقاييس أدائها الممكن افتراضها. وقد يكون هذا في كثير من المؤسسات بعد شهور من تقديم الخدمة. بكل تأكيد يمكن أن يكون توفر مقاييس ذات مغزى لخرج الخدمة مفيداً للغاية في مراقبة الاتجاهات وتطوير التوقعات. ومع ذلك تضع الطبيعة التفاعلية المتأصلة لهذا النموذج في كثير من الأحيان تشديداً غير مقصود على الحساب (على سبيل المثال، نسب الإنتاجية، وساعات الخدمة، وعدد الإصلاحات، وعمليات الصيانة الوقائية) بدلاً من التشديد على الخدمة. إن هذا التمييز هو بالضبط ما لاحظه Peter Drucker (1993) في مقالة في مجلة Wall Street Journal شجع فيه صناعة الخدمات على تطوير مقاييس "تعطينا تحكم فعال بالأعمال"، بدلاً من تلك التي تكون وسائل لحساب الأمور ببساطة.

٢- تشجع الأحكام "الجيدة" أو"السيئة" التي تميل إلى مرافقة مثل هذه البرامج المبنية على الحسابات في كثير من الأحيان فقط موظفي الخدمة لجعل الأرقام "تبدو أفضل" بدلاً من تقديم خدمات أفضل.

٣- لعل أخطر مشاكل قياس الإنتاجية هي تلك المتصلة بالوثوقية والصلاحية لمثل هذه المقاييس. إن لهذه التعابير معاني محددة للغاية وحاسمة ضمن المجتمع الإحصائي والعلمي. تؤدي نقاط الضعف في أي من هذه الخصائص إلى إضعاف استخدام وتقليل قيمة هذا المقياس. يمكن إرجاع معظم المشاكل التي تم مواجهتها عند تطوير واستخدام مقاييس أداء الهندسة الإكلينيكية إلى نقاط الضعف في وثوقيتها وصلاحيتها. ويتم على وجه التحديد تعريف الصلاحية لأي مقياس مُعطى على أنها "النطاق الذي يقيس فيه جهاز لا على التعيين ما هو مطلوب منه قياسه" (Portney, 2000). وتعني الصلاحية أيضاً أن عملية القياس خالية نسبياً من الخطأ؛ أي أنها موثوقة أيضاً. وفي هذا السياق، فإن الوثوقية هي النطاق الذي يكون فيه القياس ثابت وخالي من الأخطاء. إن الاختلافات والعلاقة بين هذين المفهومين موضحة في الشكل رقم (٤٩,٢). ويقدم الهدف هنا تشبيهاً مفيداً لما ينبغي للهندسة الإكلينيكية أن "ترمي إليه" في مواصلة تطويرها لمقاييس خدمة مناسبة.

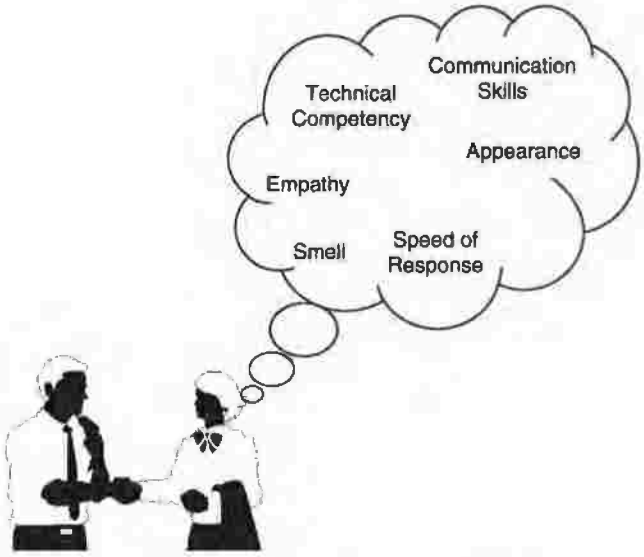
يعاني العديد من مقاييس الأداء التي تمت مناقشتها أدناه من الضعف في كل من صلاحيتها ووثوقيتها. يتم الأخذ في الاعتبار، على سبيل المثال، المقياس الكلاسيكي للإنتاجية، الذي غالباً ما يُعبَّر عنه كنسبة مئوية من نسبة ساعات العمل المُسَجَّلة إلى الساعات المدفوعة. وعلى هذا النحو فهو مجرد مقياس للوقت تم تسجيله، وليس بالضرورة كيف قام كادر الخدمة بأداء أعمالهم بشكل فعال. في هذا الصدد، سوف لن تكون نسبة الإنتاجية مؤشراً صالحاً لفعالية الخدمة. وبالمثل إذا لم يكن كادر الخدمة متناغماً وصادقاً في تسجيله لساعات العمل، فإن مثل هذا المقياس لن يكون موثوقاً فيه أيضاً. ومن ثم، فإن المدراء الذين يحاولون الآن "تحسين" أداء الخدمة على أساس هذا المقياس الوحيد وغير الموثوق فيه وغير الصالح "للإنتاجية" غالباً ما يخلقون مزيداً من المشاكل (وأقل إنتاجية).



الشكل رقم (٤٩,٢). أهداف تمثيلية توضح الفروق بين الوثوقية والصلاحية. (أ) المقاييس موثوق بها للغاية، ولكنها ليست صالحة. (ب) المقاييس ليست صالحة وغير موثوق بها. (ج) تحسنت الوثوقية لكنها لا تزال منخفضة. (د) المقاييس صالحة وموثوق بها معاً (مُقتبس من Portney and Watkins, 2000).

إن وضع مقاييس أداء صالحة، وخصوصاً بالنسبة إلى وظائف مبنية على الخدمات، هو مشكلة خاصة لأن جودة الخدمة غير موضوعية في طبيعتها إلى حد كبير. إنه، حرفي تماماً، في أعين الإدراك الحسي للزبون. يتم الأخذ في

الاعتبار العديد من العوامل التي تؤثر على مستوى رضا الزبون تبعاً لأية وظيفة خدمة (الشكل رقم ٤٩.٣). ولنحاول الآن تحديد وسيلة لقياس هذه العوامل. إن الصعوبة في القيام بذلك (وفي كثير من الأحيان عدم القدرة على القيام بذلك) تمثل أيضاً مسائل لصلاحية القياس. إن أي مقياس لا يقيس حقاً ما هو مطلوب منه قياسه ليس مقياساً صالحاً.



الشكل رقم (٤٩,٣).عوامل الإدراك الحسي المؤثرة على رضا الزبائن عند تقديم خدمة الهندسة الإكلينيكية.

يتم وبشكل مستمر تقييم جودة خدمة الهندسة الإكلينيكية، ومن ثم مستواها المُفترض لفعالية التكلفة، في بيئة الرعاية الصحية النموذجية من خلال مزيج مركب من كل هذه العوامل. إن الصعوبة الفعلية في محاولة قياس سمات الخدمة هذه هي بالتحديد السبب في تقديم طريقة عملية لإنتاجية الهندسة الإكلينيكية لاحقاً في هذا الفصل.

إن المعيار الثاني الحاسم لهذا المقياس هو وثوقيته، حتى ولو كانت مهنة الهندسة الإكلينيكية تشتق بعض المقاييس الصالحة لفعالية التكلفة. تشير الوثوقية، مرة أخرى، إلى التحرر النسبي من الخطأ وتناغم المقياس. ونظراً لأن جميع المقاييس المنشورة تعتمد فعلياً على تقديم تقارير دقيقة وثابتة لساعات عمل الخدمة أو الكميات أو التكاليف، فإن هذه جميعها تخضع لتغيرات كبيرة في التقاطها وتسجيلها (أي، إنها يمكن أن تفتقر إلى الوثوقية). إن تسجيل زمن موثوق هو إشكالي خصوصاً إذا كان يعتبر أن هذه السجلات سوف تُستخدم في مراجعات أداء الموظف وتقارير الإنتاجية فيما بعد. إن الاتجاه هنا بالنسبة إلى كادر الخدمة هو ببساطة تسجيل وقت أكثر مما كان قد أنفق في الواقع لجعل أعداده "تبدو جيدة". وكما يكشف الرسم البياني لأي تابع عكسي، على سبيل المثال y=1/x، فإن أية مقاييس أداء تتضمن ساعات عمل في مقام النسبة (على سبيل المثال، تكاليف الخدمة/ساعة،

والإصلاحات/ساعة، وفحوصات الصيانة الوقائية/ساعة) هي حساسة جداً للتغيرات أو الخطأ في هذه المقاييس المستندة إلى ساعة العمل. يمكن هنا أن يكون للتضاربات الصغيرة نسبياً في الوقت الذي تم الإبلاغ عنه آثار عميقة على المقياس المُشتق. ينبغي استخدام هذه الساعات المبنية على العمل، إلا إذا كان لدى الإدارة بعض الضمان أن ساعات العمل التي تم التبليغ عنها هي دقيقة إلى حد معقول.

لقد تم الإبلاغ عن مجموعة متنوعة من المقاييس والتقنيات على الرغم من هذه المشاكل المتعلقة بصلاحية ووثوقية القياس. في حين أن الرعاية يجب أن تُمارس في تفسير واستخدام هذه المقاييس، فإنها يمكن أن توفر لمديري الهندسة الإكلينيكية رؤية عن الطريقة التي تعمل بها إداراتهم إلى حد ما. في هذا الصدد، قد تكون مفيدة خصوصاً في الكشف عن اتجاهات الأداء، على سبيل المثال النمو أو الاستقرار أو الانخفاض، ومن ثم قد يكون تم تشجيع استخدامها. ومع ذلك تبقى جميع هذه المقاييس تفاعليه، أو ذات أثر رجعي، لأنه لا يمكن حسابها وتقييمها إلا بعد أن يكون قد تم القيام بخدمات الهندسة الإكلينيكية.

وقبل استعراض مثل هذه المقاييس تتم مراجعة بعض التعاريف الأساسية التي تقوم عليها هذه المقاييس.

تعاريف
Definitions

ينبغي وضع بضعة تعابير ومفاهيم موحدة القياس ومعقولة قبل وضع وتنفيذ أية مقاييس على الرغم من وجود بعض الاختلافات في المؤسسات بتسميات وتعاريف الإنتاجية.

الفعالية (**Effectiveness**): "هي القدرة على تحقيق النتائج المرجوة، أي القيام بالأشياء الصحيحة في الأوقات الصحيحة" (Bauld, 1987). إن الفعالية هي تقييم غير موضوعي يقوم به الزبون ضمن صناعة الخدمات بصفة عامة وخدمات الرعاية الصحية على وجه الخصوص، وغالباً ما تُبنى على أساس الجودة المُفترضة والسرعة في الإنجاز.

المردود أو الإنتاجية (**Efficiency or Productivity**): "هي نسبة الخرج لكل وحدة دخل أو نسبة الإنتاج إلى رأس المال والموارد المُستثمَرة" (Bauld, 1987). وقد تم تعريف الإنتاجية بشكل أكثر تحديداً على النحو التالي:

الإنتاجية (٪) = [(الساعات القابلة للاستيفاء) / (مجموع الساعات المشغولة)] × ١٠٠

يقوم Lodge (1991) بتمييز إضافي بين الإنتاجية والمردود وبقياسات المردود من أجل أي مهمة مُعطاة ويتم التعبير عنه كما يلي:

المردود (٪) = [(ساعات العمل الفعلية) / (ساعات الصناعة المعيارية)] × ١٠٠

تم تلخيص المقاييس الأخرى المُشتقة والتي كانت مفيدة بوجه خاص لتوجيه وظائف الخدمة على أساس شهري في الجدول رقم (٤٩,١) (مُقتبس من Fennigkoh, 1986).

ومع ذلك يبقى سعر ساعة العمل الفعال أو تكلفة الخدمة لكل ساعة واحدة من أكثر المقاييس الهادفة ذات المغزى الحدسي. وببساطة، كم يكلف المؤسسة واقعياً دعم وظيفة خدمة الهندسة الإكلينيكية؟ يمكن تحديد مقاييس تكاليف العمل بالساعة من خلال التعبير التالي كما وردت أصلاً من قبل Johnston (1983):

التكلفة لكل ساعة = (مجموع ميزانية القسم) / (مجموع الساعات الإنتاجية)

ينبغي أن تعكس تكاليف القسم جميع التكاليف التي يتحملها القسم بالنسبة للمؤسسة من أجل أن تكون مثل هذه المقاييس صالحة. ويُشار إلى هذه تقليدياً بالتكاليف "المتغيرة" و"الثابتة". وتتضمن هذه التكاليف، كحد أدنى، الرواتب والفوائد، والسفر، وقطع الغيار ولوازم الخدمة (حتى تقديرات تكاليف نقل مخزون قطع الغيار ينبغي أن تُدرج هنا)، والهاتف، وانخفاض القيمة الشرائية، وتقديرات التكاليف الثابتة المرتبطة بالمساحة التي يحتلها القسم. في الجوهر، ماذا يمكن أن تكون تكاليف القسم الإجمالية إذا كان مجبراً أن يصبح مكتفياً ذاتياً تماماً؟

الجدول رقم (٤٩,١). المقاييس المُشتقة لتوجيه وظائف الخدمة.

مقياس الأداء	وظائف خدمة الهندسة الإكلينيكية		
	طلبات الخدمة غير المجدولة	عمليات تفتيش الصيانة المجدولة	تقييمات نمط الفشل
العمل على أساس الحجم	الحجم/الشهر الحجم/صنف الجهاز الحجم/فني الحجم/FTE المنتهية ٪ (يوم واحد)	٪عمليات الصيانة الوقائية المنتهية/الشهر	الحجم أو٪ لعدد مشاكل خطأ المُشَغِّل
العمل على أساس الجهد (الساعات)	ساعات/الطلب ساعات/الجهاز ساعات/فني ٪ الإنتاجية	الساعات/الصيانة الوقائية ٪ عمل الصيانة الوقائية	ساعات العمل أو٪ بسبب: عدد مشاكل خطأ المُشَغِّل
العمل على أساس التكلفة	التكلفة/الطلب التكلفة/الجهاز ٪ تكلفة الشراء متوسط تكاليف العمل	التكاليف/الصيانة الوقائية التكاليف/الصيانة الوقائية/الجهاز	

ينبغي أن يكون في مقام معادلة الكلفة لكل ساعة مقياساً للساعات المُنتِجَة الإجمالية أو الساعات القابلة للدفع المتوفرة داخل القسم. وتشمل هذه تعديلات من أجل الإجازة، ووقت المرض، وأيام التدريب، والعطلات، وتقدير معقول للإنتاجية إلى حد ما، على سبيل المثال، من ٧٠٪ –٧٥٪. وهذا هو، على نحو فعال، مقياس للوقت يفعل خلاله كادر الخدمة في الواقع شيئاً ما يمكنه تحميل الزبون الذي يدفع بشكل شرعي. على هذا النحو، وكما

ذُكر سابقاً، فإن هذه المقاييس لتكلفة العمل بالساعة حساسة للغاية للتغيرات (أو الأخطاء) ضمن مقام هذه المعادلة. وبالأخذ في الاعتبار أن:

مجموع الساعات الإنتاجية = (مجموع الساعات المدفوعة - إنتاجية العطلة)

تصبح المعادلة الكاملة:

التكاليف لكل ساعة = [(التكاليف المتغيرة – تكاليف قطع الغيار) + (التكاليف الثابتة) + (التكاليف الإدارية)]/ [(عدد المكافئات الزمنية بدوام كامل (FTEs)) × (مجموع الساعات الإنتاجية)]

ومرة أخرى، من خلال عامل الإنتاجية في مقام هذه المعادلة، فإنه ينبغي أن يكون واضحاً لماذا تملك الإنتاجية مثل هذا التأثير على التكاليف الفعلية للمنظمة.

طريقة عملية لإنتاجية الهندسة الإكلينيكية

A Proactive Approach to Clinical Engineering Productivity

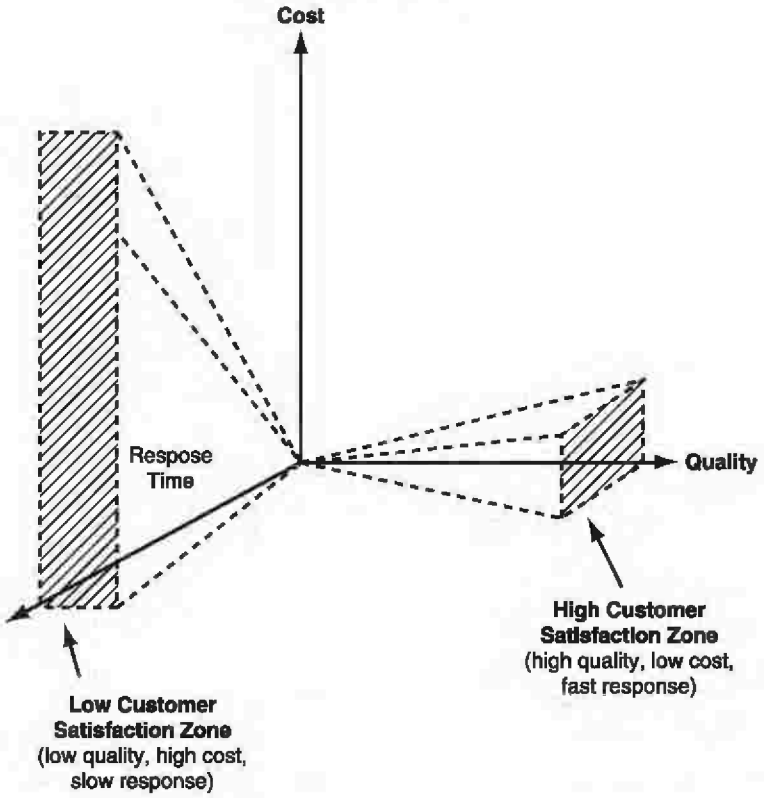
يتم تقديم حلقة مفتوحة إلى حد ما، وباعتراف الجميع، رؤية ملخصة بعض الشيء لوظيفة الخدمة بدلاً من عرض وظائف الهندسة الإكلينيكية على أنها مجموعة من الأنظمة التقليدية بحلقة مغلقة ومجموعة من العمليات. ولكن هذه الرؤية هي من وجهة نظر الزبون، وليست من وجهة نظر إدارة قسم الهندسة الإكلينيكية. وكما هو مبين في الشكل رقم (٤٩,٤)، فإن هذه الرؤية هي ما يتوقعه الزبائن ومستخدمي تكنولوجيا الرعاية الصحية، بوعي أو بغير وعي من مقدمي دعم الهندسة الإكلينيكية. تشمل هذه التوقعات ما يلي:

١- سرعة استجابة أو استجابة سريعة إلى حد معقول على طلباتها للخدمة.

٢- عمل الجودة، الذي يتضمن، في عين المراقب، موقفاً ومظهراً لطيفاً، وتعاطفاً، وكذلك العمل الذي يحل بشكل صحيح المشكلة (المشكلات) الأصلية.

٣- تكلفة منخفضة إلى حد معقول أو تكلفة شفافة.

وكما يبين الشكل رقم (٤٩,٤) فإن الزبائن يكونون أكثر ارتياحاً عندما يعمل قسم الهندسة الإكلينيكية بتناغم في منطقة عالية الجودة، وزمن استجابة سريع، وتكلفة منخفضة. وبالقيام بذلك، تميل الأقسام إلى أن تصبح غير مرئية بشكل متزايد بالنسبة إلى الزبون النهائي. يصبح مثل هذا المستوى من كونها غير مرئية في نواح كثيرة مثالاً لخدمة الزبائن وفعالية التكاليف. يمكن للأقسام التي تصل إلى هذه المستويات من كونها غير مرئية القيام بذلك فقط من خلال أن تصبح فعالة من حيث التكلفة. تصبح فعالية التكلفة والإنتاجية في الهندسة الإكلينيكية بعدئذ مجرد منتجات ثانوية لبرنامج يرضي زبائنه باستمرار، وليس الأشياء التي يجب قياسها أو تشجيعها فيه.



الشكل رقم (٤,٤٩).العوامل المؤثرة على رضا الزبائن عند تقديم خدمة الهندسة الإكلينيكية.

المراجع

References

Bauld TJ. Productivity: Standard Terminology and Definitions. J Clin Eng 12(2), 139-145, 1987.
Drucker P. We Need to Measure, Not Count. The Wall Street Journal, April 13, 1993.
Dunn DT et al. Marketing High Tech Services: Target Your Sales. Business 35:3-11, 1985.
Fennigkoh L. Medical Equipment Maintenance Performance Measures. ASHE Technical Document Series, September 1986.
Fennigkoh L. Management of the Clinical Engineering Department: Converting a Cost Center into a Profit Center. Brea, CA, Quest Publishing, 1987.
Furst E. Productivity and Cost-Effectiveness of Clinical Engineering. J Clin Eng 11(2):105-113, 1986.
Johnston GI. Analysis of In-House Costs. IEEE Frontiers of Engineering and Computing in Health Care 473-476, 1983.
Lodge DA. Productivity, Efficiency, & Effectiveness in the Management of Health care Technology: An Incentive Pay Proposal. J Clinl Eng 16(1):29-34, 1991.
Portney LG, Watkins, MP. Foundations of Clinical Research–Applications to Practice, 2nd ed. Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ 2000.
Ridgeway M. Part II: Measuring the Performance of the Hospital's clinical or Biomedical Engineering Program. J Clin Eng 1980, Oct-Dec; 5(4): 287-298.
Shaffer MJ et al. A System Analysis Approach for Estimating the Costs of a Clinical Engineering Service. Proceedings of the 27th ACEMB, 1974.
Williams JF. Making Clinical Engineering a Business–and Improving Communications with Administration. Biomedical Technology Today 1(4):132-136, 1986.

٥٠

مؤشرات برنامج الهندسة الإكلينيكية

Clinical Engineering Program Indicators

Dennis Autio
Sr. Clinical Engineer, Department of Veterans Affairs
Portland VA Medical Center
Portland, OR

تطور دور قسم الهندسة الإكلينيكية من ورشة إصلاح لأداء مهام محددة إلى عمل معقد يتضمن مجموعة كاملة من خدمات الهندسة الإكلينيكية (Bronzino, 1992). وقد كان هذا التغيير سريعاً على مدى السنوات الخمس عشرة الماضية، وكان في كثير من الأحيان بدافع من العوامل الاقتصادية التي تؤثر في تقديم الرعاية الصحية. وقد وجب على أقسام الهندسة الإكلينيكية، للاستمرار في الوجود خلال هذه الأوقات المتغيرة، تقديم الأداء (Keil, 2000)، والخدمات المضافة القيمة لمنظمتهم الأم إذا كان يجب أن تكون ناجحة في التنافس على الموارد المالية المحدودة. لقد تم اتخاذ قرارات صعبة. تم إلغاء بعض البرامج، وتم التعاقد على الخدمات السابقة مع منظمات أخرى. كما تم تخفيض برامج أخرى بشكل ملحوظ في محاولات لتقليل التكاليف من خلال تقليل الخدمات. تبنّت البرامج الناجحة للهندسة الإكلينيكية هذا التغيير، التي غالباً ما تعاني في البداية لتطوير أدوات وممارسات لمساعدتهم على إنشاء منظمة دعم جديدة، تركز على الأعمال التجارية، وذات توجه محدد.

أصبح من المهم وضع مؤشرات موضوعية وموثوق بها لتوثيق الأداء وقياس التحسينات في الخدمات المُقدَّمة عندما تم دمج ممارسات تجارية جديدة إلى برامج الهندسة الإكلينيكية الموجودة حالياً (Fennigkoh, 1986; Hertz, 1990; JCAHO, 1990; Audio and Morris, 1995; Keil, 1998a Audio and Morris, 2000;). وأصبح هذا أداة قوية عندما استطاعت الأقسام البرهان على الخدمة عالية الجودة بتكلفة تنافسية (Stiefel, 1991). يمكن لبرامج الهندسة الإكلينيكية الآن استخدام هذه الأداة للتخطيط على نحو إستراتيجي للمستقبل باستخدام فرق العمل عالية الأداء التي استخدمت منهجيات التحسين المستمر للجودة (JCAHO, 1994). تستغرق عملية التمكين هذه وقتاً لفهم وتحديد

السبل التي يمكن تنفيذها من خلالها في أماكن العمل. ومع الوقت والتدريب كان كادر الهندسة الإكلينيكية قادراً على تنفيذ حلول فريدة لمنشآته. ويمكن دمج بعض هذه الحلول في برامج المنشآت الأخرى. كان استخدام المؤشرات لمراقبة أداء البرنامج أحد العوامل المشتركة طوال هذه العملية. يمكن لأقسام الهندسة الإكلينيكية أن تتنافس مع السوق بشكل أفضل لتقديم خدمات استباقية في الوقت المناسب وفعالة من حيث التكلفة، عندما تقترن مع قياسات العتبة وتقنيات تحليل الاتجاه/ النموذج.

يتطلب تطوير برنامج الهندسة الإكلينيكية الذي يستخدم مؤشرات لإدارة الأداء عدة خطوات تخطيط مهمة. ويجب تعريف الخدمات التي يقدمها البرنامج. كما يجب أن تكون عملية توثيق هذه الخدمات واقتباس البيانات موحدة قياسياً في قاعدة بيانات قابلة للاستخدام. يجب أن تكون فلسفة القسم مفهومة من قبل جميع أعضاء الكادر ومتوائمة مع فلسفة المنظمة. يجب على الكادر فهم عملية وضع مؤشرات برنامج مع عتبات مناسبة وكيفية استخدام البيانات الموضوعية لقياس أداء القسم. يمكن أن تُستخدم هذه المؤشرات أيضاً للمساعدة في تقييم المشاكل وتحديد الفرص من أجل تحسين الجودة (Sherwood, 1991; AAMI, 1993a; Keil, 1998b; Al-Fadel and Crumley, 2000). كما يمكن استخدامها لتحديد أفضل الممارسات من أجل دمجها في برنامجك عندما تُقارن مع المؤشرات المماثلة المستخدمة في المرافق الأخرى.

خدمات برنامج الهندسة الإكلينيكية
Clinical Engineering Program Services

لقد تطورت برامج الهندسة الإكلينيكية من صيانة التجهيزات (على سبيل المثال، الإصلاحات، والفحوصات الدورية، والتعديلات)، لتشمل إدارة التجهيزات (على سبيل المثال، التركيب، وفحوصات الاستلام واختبار القبول، والإبلاغ عن الخطر، وتحديد خطأ المستخدم، والتحقيق في الحوادث، وإدارة العقود، والتدريب، وإدارة قواعد البيانات) وإدارة التكنولوجيا (على سبيل المثال، تقييم التكنولوجيا الجديدة، تقييمات التجهيزات قبل الشراء، ووضع المواصفات). (انظر الفصل ٣٠). لا تقدم جميع أقسام الهندسة الإكلينيكية نفس النوع أو المستوى من الخدمات. ولذلك فمن المهم تحديد خدمات الهندسة الإكلينيكية المُخصصة لقسم معين. ويتم أدناه ذكر مجال واسع من خدمات الهندسة الإكلينيكية:

- الصيانة التصحيحية: إن أية خدمات تشمل إصلاح التجهيزات الطبية يمكن أن تُدرج في هذه الفئة. وتشمل الخدمات الخاصة الإصلاحات التي قام بها الموظفين من داخل المؤسسة أو البائعين، والإصلاحات التي أُنجزت خلال فترة الضمان، والإصلاحات التي أُنجزت نتيجة للإبلاغ عن الخطر، والإصلاحات الناجمة عن خطأ المستخدم، والإصلاحات التي أُنجزت بموجب عقد خدمة (انظر الفصل ٣٧).

- الفحوصات والصيانة الدورية (IPM): يشمل هذا أنواع مختلفة من الخدمات، بما في ذلك إجراءات التحقق من السلامة الكهربائية، وفحوصات التشغيل، والـ IPMs المُجدولَة المُنجزة من قبل الكادر أو البائعين، والـ IPMs غير المُجدولَة المُنجزة من قبل الكادر أو البائعين. قد تجتاز بعض خدمات الـ IPMs الفحص، وقد لا يجتاز بعضها هذه العملية، وقد يتم إلغاء بعض الفحوصات.
- التعليم: يتم تقديم خدمات تعليمية متنوعة من قبل أقسام الهندسة الإكلينيكية بما في ذلك تدريب المستخدمين على الإجراءات والاستخدام المناسب للتجهيزات. بالإضافة إلى ذلك لا بد من توفير وتوثيق تدريب كادر الهندسة الإكلينيكية (انظر الفصل ٥١).
- إدارة التجهيزات: يتم تحديد خدمات مختلفة عند إدارة التجهيزات المدعومة بما في ذلك تطوير وإدارة قاعدة البيانات، وتقييمات التجهيزات قبل الشراء، ووضع المواصفات، وفحوصات الاستلام، واختبار القبول، وإخراج التجهيزات من الخدمة (AAMI, 1993b).
- إدارة العقود: قد تكون العقود مع البائعين المختلفين التي تُدار من قبل قسم الهندسة الإكلينيكية سارية المفعول. تشمل الخدمات هنا وضع مواصفات محددة للعقد، وتنسيق الخدمات مع البائعين، ومراجعة الخدمات المُقدَّمة من البائعين، وتوثيق الخدمات في برنامج إدارة التجهيزات (Hyman and Cram, 1999).
- إدارة المخاطر: تضم هذه الفئة تقييم التجهيزات لإدراجها في برنامج إدارة التجهيزات، وتحديد أخطاء المستخدم، ومراجعة الإبلاغ عن الخطر، والتحقيق في الحوادث، ومتابعة الأجهزة الطبية حسب ما يقتضيه قانون الجهاز الطبي الآمن، والإبلاغ عن حوادث الأجهزة حسب ما يقتضيه قانون الجهاز الطبي الآمن (David and Judd, 1993; Wang and Levenson, 2000).
- تقييم التكنولوجيا: يمكن تقديم الخدمات المختلفة للهندسة إكلينيكية اعتماداً على تركيز القسم بما في ذلك التحقيق في المشاكل، وتعديل التجهيزات، وتصميم الأجهزة، والتخطيط لتنفيذ تكنولوجيا جديدة، والتخطيط لاستبدال التكنولوجيا الموجودة (انظر الفصل ٣٢).

قاعدة بيانات برنامج الهندسة الإكلينيكية
Clinical Engineering Program Database

حالما يصبح الشخص قادراً على تحديد خدمات الهندسة الإكلينيكية التي يقدمها القسم الذي يتبع له هذا الشخص، فإن الخطوة التالية هي تحديد وسيلة لالتقاط البيانات المرتبطة بتقديم هذه الخدمات. إن البرامج المختلفة لإدارة التجهيزات التي توفر هذه الخدمة متوفرة تجارياً (AAMI, 1994; Selsky et al., 1991). يعتبر إدخال البيانات واسترجاعها من القضايا الهامة للتقييم مع أي من هذه البرامج لأن المرء يريد أن يكون قادراً على جمع البيانات بسرعة وتقديمها بطريقة تسمح بالتحليل السريع. (انظر الفصل ٣٦).

هناك حاجة لبيانات محددة للتجهيزات وذلك للتحديد بشكل فريد لكل بند تجهيزات مُدرَج في برنامج إدارة التجهيزات. تشمل المعلومات العامة للتجهيزات الصانع ورقم الموديل والرقم التسلسلي. وتشمل معلومات إدارة التجهيزات رقم تتبُّع إدارة أصول المرافق، والقسم الذي يستخدم التجهيزات، ونوع فئة التجهيزات، وتقييم المخاطر. وتشمل معلومات التجهيزات المفيدة الإضافية تاريخ الشراء، وقيمة الشراء، وفترة الضمان، وتاريخ انتهاء الضمان. ينبغي للمرء الحصول على هذه المعلومات الأساسية من أجل جميع التجهيزات التي يتم دعمها في هذا البرنامج.

هناك مجموعة أساسية من البيانات التي تساعد في إدارة أداء البرنامج. وبالإضافة إلى توفير التجهيزات اللازمة لمراجعة التاريخ، تسمح هذه البيانات بتصنيف الخدمات المُقدَّمة، والتوثيق للفترة الزمنية التي استغرقها في أداء هذه الخدمات، وتحديد الأوقات المناسبة للخدمة، وتحديد التكلفة لهذه الخدمة. ينبغي أن تُمكِّن مجموعات البيانات هذه من التقاط البيانات التالية كحد أدنى:

- فئات العمل: إن تعريف مهام العمل المحددة التي تصنِّف الخدمات التي يقدمها القسم هو أمر ضروري. يمكن أن تشمل هذه المهام الإصلاح، والـ IPMs، وفحص الاستلام، واختبار القبول، وتصميم/تعديل التجهيزات، والإبلاغ عن الخطر، وخطأ المستخدم، والتدريب، والتقييم، ووضع المواصفات. قد يكون من المهم أن يكون هناك تحديد آخر لبعض هذه الخدمات في فئات إضافية. على سبيل المثال، قد يريد المرء تجزئة الـ IPMs إلى "IPM منتهية"، أو"IPM غير منتهية"، أو"IPM غير ناجحة". ويسمح هذا بمراقبة سهلة لخدمات الـ IPM المُقدَّمة.
- تحديد هوية التجهيزات: يعرِّف التجهيزات المحددة التي قُدِّمت من خلالها هذه الخدمة، حيث أن بعض الخدمات لن يكون مرتبطاً ببند التجهيزات، مثل عمليات تقييم التجهيزات، أو وضع المواصفات، أو استعراض البلاغات عن الخطر.
- الدعم الداخلي: يشمل هذا كلاً من تكلفة العمل وعدد الساعات التي تم قضاؤها في أداء الخدمة. ينبغي أن تعكس تكلفة العمل المرتبات، والاستحقاقات، والمساحة، والمرافق، والإنتاجية، والنفقات الإدارية العامة. وينبغي أن تشمل الساعات زمن السفر، وزمن الأبحاث، وزمن التنسيق، والزمن الفعلي اللازم لتقديم الخدمة.
- دعم البائع: يتم إدراج هذه المعلومات في تقرير الخدمة. وهي تشمل الساعات التي تم قضاؤها في أداء الخدمة، بما في ذلك ساعات السفر وساعات الإصلاح. كما يمكن أن تشمل التكاليف سعر السفر، وسعر الإصلاح، ومن الممكن النفقات اليومية.

- دعم مورِّد العقد: يجب تحديد الساعات الفعلية والتكاليف التي يتم تكبدها عندما يتم دعم تجهيزات من قبل البائع بموجب عقد خدمة. لا يتم الحصول على هذه المعلومات في كثير من الأحيان مع العلم أنه من المهم إدراجها في قصة التجهيزات. ينبغي للمرء الحصول على ساعات البائع الفردية التي قضاها في دعم التجهيزات وتكلفة العمل المناسبة بالإضافة إلى التكلفة الإجمالية لهذا العقد.
- قطع الغيار: تحدد توصيف قطع الغيار المُستخدمة وتكلفة كل قطعة. إن التكلفة الفعلية لقطعة غيار ما هي ليست مجرد سعر الشراء بل قد تشمل تكاليف شرائها وتخزينها. وينبغي إدراج التوصيفات والتكاليف المتعلقة بقطع الغيار التي قدمها البائع والكادر في تاريخ التجهيزات.
- تعريف المستخدم: يحدد هوية الشخص الذي يقوم بلفت انتباهك للمشكلة، بما في ذلك اسمه ورقم هاتفه، وقسمه، وموقعه.
- مؤشرات التاريخ/الوقت: تحدد التاريخ والوقت عندما تم تحديد المشكلة أولاً، ومتى تم الاستجابة لها، ومتى تم حلها.
- وصف المشكلة: يحدد طبيعة المشكلة التي تم مواجهتها.
- وصف الحل: يصف الحل الذي تم تحديده من أجل حل المشكلة.

ينبغي لهذا البرنامج أن يسمح بجدولة وتوثيق الـ IPMs وتدريب المستخدمين بالإضافة إلى الحصول على البيانات الواردة فيما سبق. إن تعريف الخدمات المُقدَّمة وقاعدة البيانات فقط هو أمر ليس كافياً. يجب أن يكون كادر الهندسة الإكلينيكية مدرباً على فلسفة القسم وسياساته وإجراءاته. كما يجب مراجعة هذه العملية المستمرة وتحديثها باستمرار كبرنامج يتطور. ويجب أن يكون كل عضو قادراً على تعريف خدمات الهندسة الإكلينيكية المحددة المُقدَّمة والطريقة التي يتم فيها التقاط هذه المعلومات في قاعدة البيانات. إن فهم الكادر هذا للممارسة والإجراءات يوفر قاعدة بيانات موحدة قياسياً للتحليل في المستقبل.

إدارة برنامج الهندسة الإكلينيكية
Clinical Engineering Program Management

بعد تحديد الخدمات المُقدَّمة وتحديد قاعدة البيانات يجب تقييم ممارسات الإدارة. تحدد أقسام الهندسة الإكلينيكية الناجحة مهمتها ورؤيتها وقيمها وأهدافها مؤكدة أنها تتماشى مع تلك للمنظمة الأم. يصف بيان المهمة الخدمات التي يقدمها القسم للمنظمة. ويصف بيان الرؤية الاتجاه الذي يسير فيه القسم. يساعد بيان القيمة وتعريف الامتياز على تحديد ما هو مهم بالنسبة للقسم. بعدئذ يمكن وضع الأهداف التي توحِّد المهمة والرؤية والقيم.

إن التخطيط الإستراتيجي هو عملية هامة لأي قسم هندسة إكلينيكية ناجح. أنه يسمح بتقييم الوضع الحالي، وتحديد المشاكل العاجلة لتتم معالجتها، وتحديد الاتجاهات المستقبلية. وهذا ليس بالعملية السهلة في أغلب الأحيان. إنه يتطلب تحقيق التوازن بين الموارد المتاحة مع الاحتياجات والأولويات للمنظمة. يتطلب التخطيط الفعال الوصول إلى البيانات التي تصف أداء القسم والطريقة التي يتم من خلالها الاستفادة من موارده. إن المؤشرات هي أدوات قياس مفيدة في تحديد حجم هذه الخدمات. ويمكن استخدامها لتحديد الفرص المتاحة لتحسين الجودة ولمقارنة الخدمات مع تلك التي توفرها المنظمات الأخرى لتحديد فرص التحسين. تسمح كل من هذه التقنيات بتطوير الخطط الإستراتيجية، بما في ذلك أهداف القسم لتحسين الأداء.

على الرغم من أن القسم قد يحدد أهداف عامة، فإنه من المهم تحديد أهداف خاصة لتركيز انتباهه وجهوده. سوف تتغير هذه الأهداف دورياً، وغالباً ما تحركها القضايا الأخرى التي تؤثر في المنظمة. من المهم أن يفهم أعضاء الكادر خصوصيات كيفية وضع هذه الأهداف، وكيف يمكنهم تحقيقها. من أجل تحديد ما إذا كان التقدم الذي يتم إحرازه يحقق الأهداف، فإن هناك حاجة لمؤشر وأداة قياس لمراقبة الأداء. يمكن استخدام المؤشرات الفعالة لمراقبة أداء القسم وفرص تحسين الجودة والسماح بالمقارنة مع منظمات أخرى.

مراقبة أداء القسم: يمكن استخدام المؤشرات لمراقبة الخدمات المُقدَّمة من قبل أعضاء الكادر وفرق العمل والقسم. ينبغي أن تكون المؤشرات دقيقة وموضوعية. ويمكن أن تتراوح المؤشرات بين جداول بسيطة (على سبيل المثال، عدد الأعمال التي تم إنجازها)، أو مجاميع (على سبيل المثال، عدد الساعات التي تم قضاؤها في القيام بمهام محددة)، أو نسب مئوية (على سبيل المثال، النسبة المئوية للزمن المتاح الذي تم قضاؤه في أداء مهام معينة). هناك ترابط وثيق بين الشخص والفريق وأداء القسم. عندما تكون بيانات المؤشر متاحة، فقد تصبح أداة لتحديد أولويات وجدولة الأنشطة المعلّقة، وتُبقي كل شخص مركّزاً على ما هو مهم.

فرص تحسين الجودة: يتم تحديد المشاكل أثناء إدارة القسم. ويتم تحديد هذه في كثير من الأحيان عندما لا يتم تحقيق عتبات مؤشر البرنامج أو عندما يتم تحديد الاتجاهات والنماذج. يمكن للقسم في هذا الوقت تنفيذ عملية تحسين الجودة لتحديد المشكلة، وتقييم الخيارات، ووضع الحلول، وتنفيذ خطة عمل لتصحيح المشكلة. يتم بعد ذلك استخدام مؤشرات البرنامج لمراقبة فعالية الحل.

المقارنة الخارجية: قد تظهر في بعض الأحيان فرصة لمقارنة مؤشرات البرنامج مع تلك المُستخدمة في منشآت أخرى. تسمح هذه الفرص المعيارية بدمج أفضل الممارسات المتبعة في المنظمات الأخرى. ويجب توخي الحذر في التحديد بعناية لمؤشرات البرنامج المستخدمة لهذه المقارنة. إذا كان المرء قادراً على تحديد مؤشرات برنامج قابلة للمقارنة بين أقسام مختلفة، فإن تحليل الفجوة الناتجة (أي الاختلافات في قيم مؤشر البرنامج التي تم الحصول عليها من بين المرافق) يمكن أن يحدد فرصاً للتحسين.

مؤشرات برنامج الهندسة الإكلينيكية
Clinical Engineering Program Indicators

ينبغي البدء بوضع عملية لمراجعة وتقييم أداء البرنامج بعد تحديد الخدمات وتطوير قاعدة البيانات ووضع الممارسات الإدارية حيز التنفيذ. من المهم أن ندرك أهمية البيانات الصالحة. يمكن للمرء أن يقلل من التباين في البيانات التي تم الحصول عليها من قبل أعضاء الكادر المختلفين من خلال تحديد مجموعة دنيا من البيانات اللازمة لتحديد الخدمات المقدمة. وينبغي أن يكون كل عضو كادر، بعد تدريب مناسب، قادراً على تحديد خدمات الهندسة الإكلينيكية المُقدَّمة على نحو فعال وتوثيقها على النحو الصحيح. إن التحليل بدون بيانات كاملة يصبح إشكالياً. وبمرور الوقت تصبح المعلومات في قاعدة البيانات مهمة للمساعدة في تقييم أداء القسم والكادر فيما يتعلق بالخدمات المُقدَّمة. وتزداد أهمية هذه المعلومات عندما يتم حل المشاكل. يجب تصميم وتنفيذ برنامج يستخدم المؤشرات لمراقبة أداء خدمات الهندسة الإكلينيكية من أجل استخدام هذه البيانات على نحو فعال.

يعتبر المؤشر عملية كمية موثوقاً بها وصالحة أو قياس نتيجة يتعلق بجودة الأداء. يكون هذا القياس الموضوعي موثوق به إذا استطاع الناس المختلفين اشتقاق القياس المتطابق من نفس مجموعة البيانات. ويكون هذا صالحاً إذا كانت المعلومات التي تم الحصول عليها من التحليل تقدم فرصة لتحسين الجودة. يجب الأخذ في الاعتبار أن المؤشر قد يكون موجباً (على سبيل المثال، عدد الـ IPMs التي انتهت خلال شهر) أو سالباً (على سبيل المثال، عدد الـ IPMs التي لم تنتهي خلال شهر). في كلتا الحالتين، فإنه يوفر معلومات من أجل تحليل إضافي. يستطيع المؤشر تقييم جوانب مختلفة للأداء، بما في ذلك الحدود الزمنية أو المردود أو الإنتاجية أو الفعالية أو السلامة أو رضا العملاء. ينبغي أن تتطور الوثوقية والصلاحية لمؤشرات البرنامج مع الوقت إلى أعلى مستوى ممكن.

يمكن أن يُستخدم المؤشر لقياس ومراقبة الخطوات المختلفة لعملية ما. ويمكن استخدامه لتقييم النتيجة لعملية محددة، مثل عدد الـ IPMs لآلة تخدير المُنجزة في سنة. كما يمكن أن يُستخدم أيضاً لتقييم خطوات محددة أو نتائج تم الحصول عليها خلال عملية ما. إن أحد الأمثلة على ذلك قد يكون عدد إصلاحات مضخة حقن في سنة الذي استغرق أكثر من أسبوعين لانجازه لأن قطع الغيار لم تكن متوفرة.

يمكن أن تقع المؤشرات في إحدى فئتين. الأولى، مؤشر "مراقب الحدث" الذي يوثّق الحدث غير المرغوب فيه، وغالباً ما يتعلق بمسائل السلامة ولا يحدث في كثير من الأحيان. إن أحد الأمثلة عن هذا يمكن أن يكون فشل التجهيزات الذي ينتج عنه إصابة المريض. الثانية، مؤشر "تجميع البيانات" الذي يوثّق الأداء المبني على أحداث كثيرة. إن أحد أنواع هذه الفئة هو مؤشر "المتغير المستمر" حيث تُقاس القيمة على مقياس مستمر. إن أحد الأمثلة على هذا النوع من مؤشرات البرنامج هو الـ IPMs المجدولة في سنة. والنوع الآخر هو المؤشر "المتغير استناداً إلى السعر" الذي يتم تمثيله كتناسب أو نسبة. وكتناسب يكون البسط مجموعة فرعية من المقام، مثل عدد الـ IPMs المُنجزة

وفقاً للعدد الإجمالي المُجدول. وكنسبة يقيس البسط والمقام بارامترات مختلفة، مثل عدد الإصلاحات لكل ١٠٠ سرير.

هناك العديد من مؤشرات البرنامج التي يمكن استخدامها لمراقبة أداء الهندسة الإكلينيكية. كما إنه من السهل الوقوع في فخ محاولة قياس كل شيء. يتطلب تحديد المؤشرات الملائمة والانتقائية تخطيطاً وتقييماً دقيقاً. إن المؤشر ما هو إلاّ خطوة واحدة في عملية إدارة الأداء. ينبغي أن يتطور المؤشر مع مرور الوقت عندما يتم فهم العملية.

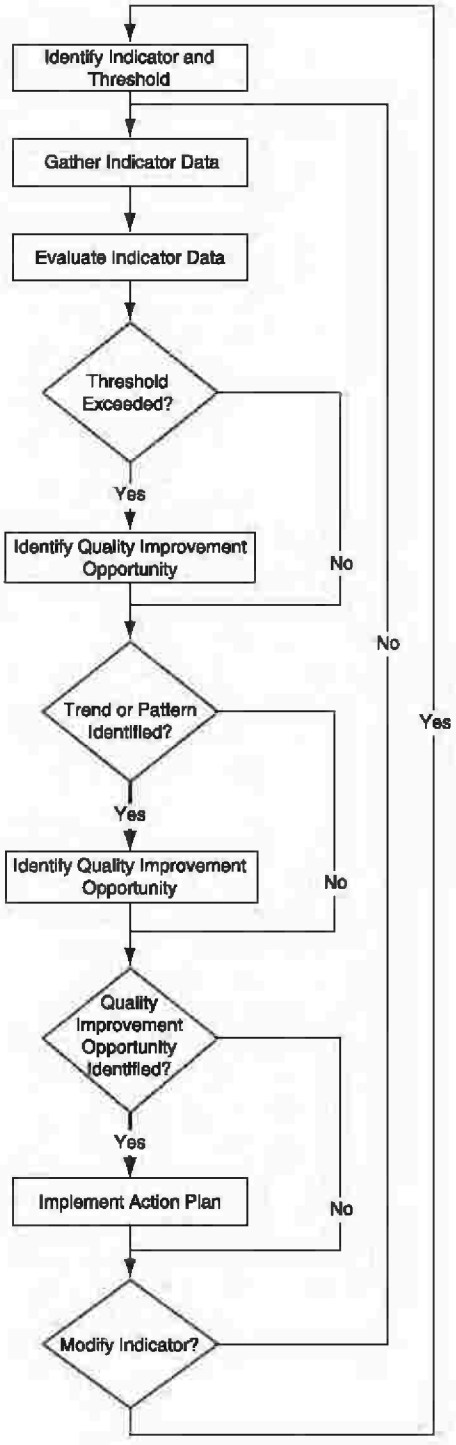
إدارة أداء برنامج الهندسة الإكلينيكية باستخدام المؤشرات

Managing Clinical Engineering Program Performance Using Indicators

يتطلب تصميم برنامج يستخدم مؤشرات برنامج لإدارة أداء الهندسة الإكلينيكية عناية فائقة بالتفاصيل ويجب أن يكون متكاملاً مع أهداف البرنامج بشكل عام. إن المخطط الانسيابي لهذه العملية مبين في الشكل رقم (٥٠,١) وهو مشروح فيما يلي.

تحديد المؤشر والعتبة: ينبغي بعناية اختيار جزء محدد من هذا البرنامج لمراقبة الأداء. وقد تنتج عملية الاختيار هذه عن التقييم المهني للبرنامج، أو مسوحات رضا الزبون (Keil, 1999)، أو الخيارات المُقدَّمة من أعضاء الكادر، أو الاقتراحات من الإدارة، أو تحديد فرصة تحسين الجودة، أو القياس المعياري مع منظمة أخرى (Coopers and Lybrand, 1994). ينبغي أن يحدد المرء الجزء الخاص من البرنامج الذي يجري مراقبته، ويصف أية مصطلحات محددة تم استخدامها، ويحدد المؤشر الخاص الذي يتعين استخدامه لمراقبة الأداء. وبمجرد أن يتم تحديد المؤشر، يجب تحديد العتبة المرتبطة به. إن العتبة هي نقطة بيانات معينة تحدد، بمجرد بلوغها، الحاجة إلى مراجعة إضافية لتحليل البيانات وتقييم لماذا تم بلوغ العتبة أو تجاوزها. ينبغي اعتبار العتبة هدفاً للقسم قد تتغير مع الوقت أو الفهم أو العمليات. إذا لم يتم تحقيق عتبة ما، فإنه توجد عندئذ فرصة ممكنة لتحسين الجودة من أجل تحسين الأداء. قد تكون الـ ١٠٠٪ للـ IPMs المجدوَلة من أجل التجهيزات مع درجة مخاطره أكبر من ١٢ والمُنجزة في غضون أربعة أسابيع أحد الأمثلة على العتبة. يتم وضع العتبة (١٠٠٪) وفقاً للمؤشر (IPMs المُنجزة) الذي يراقب عدد التجهيزات (مع درجة مخاطره أكبر من ١٢) لفترة من الزمن (أربعة أسابيع).

جمع بيانات المؤشر: يجب تحديد مصادر البيانات المختلفة وعناصر البيانات بمجرد تحديد المؤشر. تساعد قاعدة البيانات الموحدة قياسياً في هذه العملية إلى حد كبير، لأن الكادر يستمر باستخدام نفس العملية لجمع البيانات كما كان من قبل. إن توقيت جمع البيانات مهم. وينبغي تشجيع الكادر لتوثيق هذه الأنشطة بطريقة مناسبة لكي تسمح بجمع سريع للبيانات.



الشكل رقم (٥٠,١). عملية إدارة المؤشر.

تقييم بيانات المؤشر: عندما يتم جمع البيانات يصبح من المهم أن يكون المرء قادراً على جمع البيانات ذات الصلة بسرعة وتقديمها بطريقة سهلة التفسير. يسمح استخدام العتبات في كثير من الأحيان باستخدام رقم واحد لتحديد الأداء. ويمكن وصف هذا بسهولة على شكل جداول أو رسوم بيانية.

تحديد العتبة: ينبغي للمرء أولاً تحديد ما إذا كان تم تحقيق عتبة بيانات المؤشر. إذا كان الأمر كذلك، ينبغي للمرء بعدئذ المباشرة بالخطوة التالية للبحث عن الاتجاهات والنماذج. إذا لم تتحقق العتبة، فإنه توجد عندئذ فرصة ممكنة لتحسين الجودة ويجب استكشافها. ويتطلب هذا تحليلاً أكثر تفصيلاً لبيانات المؤشر. يقرر القسم أحياناً تغيير قياس العتبة المبنية على بيانات تاريخية ورغبة في تحسين توثيق الأداء الذي قدمه القسم.

تحديد الاتجاهات أو النماذج: إن الاتجاه هو التوجه العام الذي يأخذه مؤشر ما على مدى فترة من الزمن. يمكن أن يكون موجباً أو سالباً أو محايداً. إن النموذج هو توزع لقياسات المؤشر. يحدث تحليل النموذج في كثير من الأحيان بعد أن يتم عبور العتبة أو تحديد الاتجاه. وغالباً ما تكون هناك حاجة لمعلومات إضافية من أجل الإجابة على أسئلة قد تظهر، ولتحديد الاتجاهات والنماذج. مرة أخرى، تكون المشاركة العملية للكادر هامة أثناء هذه العملية.

تحديد فرصة تحسين الجودة: ينبغي للمرء خلال هذا الوقت أن يراجع بعناية البيانات مع الكادر لتحديد الأسباب التي أدت إلى عدم تحقيق العتبة أو لتحديد الاتجاهات أو النماذج. وهذه عملية هامة ويجب تناولها بطريقة عملية. يجب على المرء النظر بعناية إلى العملية لتحديد المشاكل. كما يجب في كثير من الأحيان طرح أسئلة صعبة مثل: هل تم تخصيص ما يكفي من الموارد لأداء هذه الخدمة ضمن الإطار الزمني المطلوب؟ هل تم إعطاء الأولوية المناسبة لتقديم هذه الخدمة في غضون المهلة المحددة؟ عندما يتم تحديد العقبات، يجب الأخذ في الاعتبار الخيارات لإزالتها. إن المراجعة الدقيقة مع الكادر تحدد الفرص التي يمكنها تحسين العملية الحالية. يجب تحديد هذه التحسينات، وبعد ذلك يجب وضع خطة عمل من أجل تنفيذها. تحدد خطة العمل المشكلة، والبيانات التي تم تقييمها، وتحليل البيانات، والإجراءات الموصى بها التي يتعين اتخاذها. إن هذا التوثيق هو جزء هام من هذه العملية. ويبدأ في سرد قصة ما الذي يقوم به القسم، وما الذي تم العثور عليه، وأسلوب التخطيط لتحسينه. إن مراجعة خطة العمل لتوثيق ما إذا كان الحل ناجحاً في تحسين الأداء هي إحدى الخطوات الهامة في هذه العملية. ويمكن تحقيق ذلك باستخدام نفس المؤشرات لمراقبة الأداء بعد تنفيذ خطة العمل. إن هذه العملية تكرارية وتخضع للتحسين باستمرار.

تعديل المؤشر: عندما يتم تحديد فرصة تحسين الجودة، فإن المؤشر يتطور في كثير من الأحيان. وهذا هو الوقت المناسب لإعادة تعريف المؤشر والعتبة ومن ثم البدء بالعملية مرة أخرى. قد يقرر المرء في بعض النقاط أنه لم تعد هناك حاجة إلى إدارة هذا المؤشر على هذا النحو المكثف كما في الماضي. عند هذه النقطة قد يتم الاستغناء عن المؤشر أوقد يُستخدم لوصف الأداء. إن المرة الوحيدة التي يمكن للمرء أن يتخذ فيها إجراء آخر هي إذا ما تم عبور العتبة.

دراسة حالة: مشروع لتعزيز خدمات الـ IPM

Case Study: A Project to Enhance IPM Services

تستعرض دراسة الحالة في المثال التالي الطريقة التي يمكن بها دمج بعض هذه المفاهيم في عملية معقدة لمراقبة وتحسين خدمات IPM مجدولة.

المشكلة: إن السعر الحالي لإنجاز الـ IPMs الشهري هو ٥٢٪. يستغرق بعض الـ IPMs عدة شهور لينتهي. وبعض الـ IPMs غير مُكتمل. شملت الـ IPMs مجموعة متنوعة من المهام، بما في ذلك عمليات التحقق من السلامة الكهربائية، وفحوصات التشغيل، وإجراءات الصيانة الدورية. إن الإجراءات ليست موثقة بشكل جيد.

الأهداف: تحدَّدَ الجدول الزمني لاستكمال خدمات الـ IPM شهرياً. تحدد التجهيزات الحرجة التي ينبغي إدراجها في هذا البرنامج. توزع الموارد على نحو استباقي لتحديد الأولويات وإنجاز الـ IPMs بطريقة مناسبة.

فريق المشروع: جميع أعضاء الكادر مشاركون في هذا المشروع.

التقييم الأولي: تم مراجعة الـ IPM المجدولة للعامين الماضيين وتحديد اتجاهات ونماذج عديدة. تلقت جميع خدمات الـ IPM نفس المعاملة، ليس هناك تحديد أولويات للخدمات بناء على أهمية الجهاز. لم يكن هناك أي عملية استباقية لتوزيع عبء عمل الـ IPM. تحدد المؤشرات الأولية فقط عدد خدمات الـ IPM المُنجزة عند نهاية الشهر. ليس هناك عملية لمساعدة الكادر في تعيين وتحديد أولويات وإنهاء الـ IPMs المجدولة.

المرحلة الأولى من خطة العمل:

١- الاستمرار بالعملية الحالية مع نفس المؤشر. تجدر الإشارة إلى أنه لم يتم تحديد عتبة. وهناك حاجة إلى معلومات إضافية ووقت من أجل تحديد الحل المناسب.

٢- مراجعة برنامج إدارة التجهيزات للتوحيد القياسي لفئات التجهيزات وتحديد تقييم المخاطر على أساس وظيفة التجهيزات والمخاطر المادية ومتطلبات الصيانة. تحديد عدد التجهيزات عالية ومتوسطة المخاطر، استناداً إلى معايير موحدة القياس لتقييم المخاطر. هذه هي الخطوة الأولى للتوحيد القياسي للبرنامج.

٣- التحقق من جدولة الـ IPMs المناسبة، وتحديد الإجراءات الخاصة التي ينبغي استخدامها، وتحديد الوقت المُقدَّر للإنجاز. من شأن هذا إتاحة الفرصة لتوَقُّع الاحتياجات الخاصة من الموارد عن كل شهر.

٤- توفير تدريب الكادر على العملية الجديدة لتقييم المخاطر وكيف تتم معالجة الـ IPMs.

التقييم الثاني: لقد تمت مراجعة الجدول الزمني للـ IPM المتوقعة للسنة بمجرد أن تم إنجاز المرحلة الأولى. يمكن تحديد توقعات عبء العمل الشهري على أساس فئة المخاطر من خلال قاعدة بيانات موحدة القياس. وتحتاج الجداول الزمنية للـ IPM إلى تعديل من أجل توزيع عبء العمل على نحو أفضل (Downs and McKinney, 1991). تحتاج المؤشرات إلى تنقيح والعتبات المناسبة إلى تطوير على أساس تقييم المخاطر. هناك حاجة إلى مهمة استباقية للـ IPM بالنسبة إلى الكادر وإلى مراقبة حالة الـ IPM.

المرحلة الثانية من خطة العمل:

١- بعد تقييم الجداول الزمنية للـ IPM الموجودة من منظور فئة التجهيزات، يتم توزيع عمليات هذه الفحوصات بالتساوي على مدار السنة. إن ذروة أعباء العمل التي ستتطلب قدراً كبيراً من الموارد التي ينبغي تخصيصها من أجل الـ IPM فقط، مثل آلات التخدير، تم تحديدها على مدار السنة. تم في هذه الحالة جدولة الـ IPM هذه على نحو ربع سنوي، حيث تتم جميعها في نفس الشهر، وتطلبت قدراً كبيراً من وقت الكادر للإنجاز. من خلال عمل الثلث من هذه كل شهر، يمكن أن يُدار عبء العمل الشهري وتخصيص الموارد بشكل أفضل بينما تظل توفر فحوصات ربع سنوية.

٢- تم تحديد مؤشرات البرنامج مع العتبات لفئات التجهيزات عالية ومتوسطة المخاطر. كان من المقرر إنجاز جميع التجهيزات ذات المخاطر العالية، و٨٠٪ من التجهيزات متوسطة المخاطر في غضون أربعة أسابيع. يتم نشر بيانات المؤشر في بداية كل أسبوع، محددة عدد الـ IPM المُنجزة خلال الأسبوع الأخير (لكل فئة من فئات المخاطر). يتم وضع أهداف إنجاز أسبوعية بنسبة ٢٥٪ من التجهيزات المجدولة عالية المخاطر و٢٠٪ من التجهيزات المجدولة متوسطة المخاطر.

٣- إن تحديد الـ IPMs لم يعد يتم من قبل الإدارة بل يتم اختيارها بشكل استباقي من قبل الكادر في بداية الشهر. يضع الكادر خطة استباقية لجدولة هذا العمل زمنياً لإنجازه أسبوعياً.

٤- وفرَّت فرصاً للكادر لتحقيق ومراجعة هذه العملية، وتقديم الملاحظات، وأوصت بالإجراءات المستقبلية.

التقييم الثالث: شعر الكادر بعد المرحلة الثانية أن لديه فهم أفضل لما كان مطلوباً، وأنه كان مزوَّداً بأدوات لمراقبة هذه المهمة. كان هناك حاجة لإجراءات إضافية لتحديد سبل إنهاء الـ IPMs المجدولة إذا لم تُنجز خلال فترة الأسابيع الأربعة. وفّرت اجتماعات المراجعة الشهرية فرصاً لتقييم الخدمات المُقدَّمة وتحديد الفرص لتحسين الخدمات.

المرحلة الثالثة من خطة العمل:

١- تحديد إجراءات لإنهاء الـ IPM في نهاية الشهر. كان لا بد من إنجاز التجهيزات عالية المخاطر. يمكن إلغاء التجهيزات متوسطة المخاطر إذا لم تكن هناك إصلاحات لتجهيزات في غضون الأشهر الثلاثة الماضية، وتم إنجاز الـ IPM المجدولة أو إذا لم يكن تحديد موقع التجهيزات ممكناً.

٢- الاستمرار في استخدام مؤشرات البرنامج والعتبات لمراقبة الأداء على أساس أسبوعي.

٣- تم عقد اجتماعات شهرية سريعة لمراجعة مؤشرات الـ IPM بالنسبة للشهر الماضي، وتحديد الاتجاهات والنماذج، ومراجعة الـ IPM المجدولة للشهر المقبل.

مراجعة العملية: استغرقت هذه العملية أكثر من سنة لتنفيذها. وعندما اكتملت، كانت هناك عملية محددة لإدارة الـ IPM ضمن القسم، وكانت جميع الكوادر مدربة على استخدامها. كان عبء العمل موزعاً بشكل أفضل على مدار السنة. وقد تم تحديد إجراءات موحدة القياس موضحة ما كان ينبغي القيام به والمدة الزمنية التي احتاجتها للقيام بهذه المهام. تم تحديد بيانات عبء العمل على نحو استباقي وتوزيعها من قبل الكادر من أجل إنهائها. كما تم تحديد العديد من الفرص من أجل تحسين الجودة على أساس تحديد الخدمات المقدمة، ومراجعة البيانات التي تم جمعها، مما أدى إلى تحسين جودة الخدمة وإنتاجيتها وتوقيتها.

المستقبل
The Future

لقد اعتمدت أقسام الهندسة الإكلينيكية الناجحة العديد من ممارسات الأعمال التجارية لكي تحدد جودة عالية وأداء فعال من حيث التكلفة (Furst, 1986; David and Rohe, 1986; Bauld, 1987; Betts, 1989; Lodge, 1991; Mahachek, 1987; Mahachek, 1989). إن الاستخدام الفعال لمؤشرات البرنامج مع التحليل المناسب للعتبات والاتجاهات والنماذج هو أداة هامة في هذه العملية. عندما يتم تجاوز العتبات أويتم تحديد الاتجاهات والنماذج، فإنه توجد فرصة لتحسين الجودة. إن مقارنة المؤشرات القابلة للمقارنة مع البرامج الأخرى يوفّر فرص قياس معياري للأداء وتحديد أفضل الممارسات للتنفيذ. تستمر هذه العملية في التطور، وخصوصاً كأدوات تصبح متاحة لتقديم تحليل معقد للبيانات التي تم جمعها في قاعدة البيانات الخاصة بك. وينبغي للمرء ألا يندهش في المستقبل إذا ما ساعدت تطبيقات برمجية في تحديد تجهيزات للاستبدال، استناداً إلى مؤشرات مختلفة تقوم بتقييم نقاط البيانات المتعددة التي تم الحصول عليها من المعلومات المُدرجة في برنامج إدارة التجهيزات.

شكر
Acknowledgement

كان لدى الكاتب الفرصة للعمل لمدة سبع سنوات مع Robert L. Morris, PE, CCE، في قسم الهندسة الإكلينيكية في جامعة أوريغون للعلوم الصحية (Oregon Health Sciences University). وخلال ذلك الوقت تعاون هؤلاء لتطوير العديد من ممارسات إدارة الهندسة الإكلينيكية التي تم وصف بعضها في هذا الفصل. وعلى الرغم من أن Bob لم يعد معنا، كانت روحه ما تزال موجودة من خلال المعرفة والحماس للهندسة الإكلينيكية التي مررها للآخرين.

المراجع

References

AAMI. Management Information Report MIR 1: Design of Clinical Engineering Quality Assurance and Risk Management Programs. Arlington, VA, Association for the Advancement of Medical Instrumentation, 1993.
AAMI. Management Information Report MIR 2: Guideline for Establishing and Administering Medical Instrumentation Maintenance Programs. Arlington, VA, Association for the Advancement of Medical Instrumentation, 1993.
AAMI. Management Information Report MIR 3: Computerized Maintenance Management Systems for Clinical Engineering. Arlington, VA, Association for the Advancement of Medical Instrumentation, 1994.
Al-Fadel H, Crumley R. Auditing the Performance of a Clinical Engineering Department for Quality Improvement. J Clin Eng 25(1):50, 2000.
Autio DD, Morris RL. Clinical Engineering Program Indicators. In Bronzino JD (ed). The Biomedical Engineering Handbook. Boca Raton, FL, CRC Press LLC, 1995.
Autio DD, Morris RL. Clinical Engineering Program Indicators. In Bronzino JD (ed). The Biomedical Engineering Handbook, Second Edition. Boca Raton, FL, CRC Press LLC, 2000.
Bauld TJ. Productivity: Standard Terminology and Definitions. J Clin Eng 12(2):139, 1987.
Betts WF. Using Productivity Measures in Clinical Engineering Departments. Biomed Instrum Technol 23(2):120, 1989.
Bronzino JD. Management of Medical Technology: A Primer for Clinical Engineers. Stoneham, MA, Butterworth-Heinemann, 1992.
Coopers and Lybrand International, AFSM. Benchmarking Impacting the Bottom Line. Fort Myers, FL, Association for Services Management International, 1994.
David Y, Rohe D. Clinical Engineering Program Productivity and Measurement. J Clin Eng 11(6):435, 1986.
Downs KJ, McKinney WD. Clinical Engineering Workload Analysis: A Proposal for Standardization. Biomed Instrum Technol 25(2):101, 1991.
Fennigkoh L. ASHE Technical Document #055880: Medical Equipment Maintenance Performance Measures. Chicago, American Society for Hospital Engineers, 1986.
Furst E. Productivity and Cost-Effectiveness of Clinical Engineering. J Clin Eng 11(2):105, 1986.
Hertz E. Developing Quality Indicators for a Clinical Engineering Department. Plant, Technology & Safety Management Series: Measuring Quality in PTSM. Chicago, Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations, 1990.
JCAHO. Primer on Indicator Development and Application, Measuring Quality in Health Care. Oakbrook, IL, Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations, 1990.
JCAHO. Framework for Improving Performance. Oakbrook, IL, Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations, 1994.
Hyman WA, Cram N. In-Source, Out-Source, On-Site, Off-Site: A
Checklist of Clinical Engineering Services. J Clin Eng 24(3): 172, 1999.
Keil OR. Performance Measurement. J Clin Eng 23(4): 236, 1998.
Keil OR.. The Challenge of Building Quality into Clinical Engineering Programs. Biomed Instrum Technol 23(5): 354, 1998.
Keil OR. Data Driven Survey Process. J Clin Eng 24(6): 339, 1999.
Keil OR. Telling Your Performance Management Story. J Clin Eng 25(1):6, 2000.
Lodge DA. Productivity, Efficiency, & Effectiveness in the Management of Health care Technology: An Incentive Pay Proposal. J Clin Eng 16(1):29, 1991.
Mahachek AR. Management and Control of Clinical Engineering Productivity: A Case Study. J Clin Eng 12(2):127, 1987.
Mahachek AR. Productivity Measurement: Taking the First Steps. Biomed Instrum Technol 23:16, 1989.
Selsky DB, Bell DS, Benson D, et al. Biomedical Equipment Information Management for the Next Generation. Biomed Instrum Techno 25(1):24, 1991.
Sherwood MK. Quality Assurance in Biomedical or Clinical Engineering. J Clin Eng 16(6):479, 1991.
Stiefel RH.. Creating a Quality Measurement System for Clinical Engineering. Biomed Instrum Technol 25(1):17, 1991.
Wang B, Levenson A. Equipment Inclusion Criteria: A New Interpretation of JCAHO's Medical Equipment Management Standard. J Clin Eng 25(1):26, 2000.

٥١

إدارة شؤون الموظفين
Personnel Management

James O. Wear
Veterans Administration
North Little Rock, AR

إن إدارة شؤون الموظفين هي دور هام لمدير الهندسة الإكلينيكية. وعلى الرغم من أن قسم الهندسة الإكلينيكية قد يكون لديه من ١٠-١٥ موظفاً كحد أقصى، فإنه يمكن لإدارة شؤون الموظفين أن تشكل جزءاً كبيراً من وظيفة المدير.

يحتاج المدير إلى تأسيس مستوى مناسب للتوظيف ومراقبة هذا المستوى من التوظيف. يجب كتابة توصيف مناسب للوظائف وتعديله عندما تتغير تكنولوجيا تجهيزات المستشفى التي تتم صيانتها. إن تعيين الكادر هو إحدى وظائف المدير، كما هو الاختيار لمجموعة من الموظفين. إن وجود برنامج جيد للاستبقاء بحيث لا توجد شواغر وظيفية للملء على مدى فترة من الوقت يمكن أن يقلل من هذا الجزء من العمل.

إن الإشراف على الكادر هو وظيفة هامة لضمان أن المهندسين والفنيين لديهم الحافز لتقديم خدمة جيدة للزبائن، والحد الأقصى من الإنتاجية. إن التقييم العادل للأفراد، بما في ذلك خدمة الزبائن والإنتاجية، هو جانب هام من عملية الاستبقاء. وفي الوقت نفسه يجب أن يكون هناك تعويض مناسب.

إن أحد الأجزاء الهامة لأي برنامج هندسة إكلينيكية هو أن هناك بعض المسارات لتطوير المهنة والسلم الوظيفي الذي يمكن للموظفين تسلقه. إن استبقاء الموظفين هو أكثر صعوبة بدون السلم الوظيفي لأنهم سوف يسعون إلى ترقيات وفرص عمل أكثر تحدياً في أماكن أخرى. يجب على المدير المحافظة على علاقات عمل إدارية ملائمة عندما يكون الفنيون والمهندسون منتمين إلى نقابة.

مستويات التوظيف
Staffing Levels

تعاني معظم المستشفيات من نقص التوظيف في أقسام الهندسة الإكلينيكية. هذا يعني أن عمل مدير القسم كمدير يكون هاماً وأن جدولة وتحديد الأولويات أمر بالغ الأهمية. يوجد في قسم الهندسة الإكلينيكية مهندسين إكلينيكيين وفنيي هندسة طبية حيوية (BMETs) وموظفي دعم مكتبي. يمكن أن يُسمّى الـ BMETs "فنيي أجهزة طبية حيوية" أو"فنيي إلكترونيات طبية حيوية". قد لا يكون لدى القسم أشخاص في جميع هذه المناصب ولكن يجب تنفيذ جميع هذه الوظائف. قد يكون هناك بدلاً من المهندس الإكلينيكي فني رفيع المستوى كمدير للقسم وبدلاً من الكادر المكتبي قد يقوم الـ BMETs بعملهم المكتبي. ستتم مناقشة أدوار ومسؤوليات كل من هؤلاء فيما يلي.

عند استعراض حالة توظيف لقسم هندسة إكلينيكية، فإن هناك على الأقل أربع حالات. قد تكون الأولى التزويد بالكادر لمستشفى جديد تم بناؤه وتجهيزه حديثاً. وهذا يتطلب وضع برنامج توظيف على مدى فترة من الوقت، لأن المتطلبات من الكادر لن تكون كبيرة في البداية (عندما تكون التجهيزات جديدة) بنفس القدر التي سوف تكون عليه عندما تتقادم هذه التجهيزات.

إن الحالة الثانية هي لمستشفى لا يوجد فيه برنامج داخلي. وهذا مشابه لمستشفى جديد باستثناء أن هناك بالفعل تجهيزات موجودة تحتاج إلى صيانة، وهندسة إكلينيكية تحتاج إلى تطوير مُدخلات بمشتريات جديدة. يتطلب هذا تجهيز القسم بالموظفين بالكامل بأسرع وقت ممكن ولكن لديه أيضاً فرص لإظهار وفورات حقيقية حيث يتم صيانة التجهيزات من خلال عقود خدمة أو الخدمة عند الطلب.

الحالة الثالثة هي لبرنامج موجود وهو عبارة عن برنامج سيء للهندسة الإكلينيكية. وهذا هو الوضع الأسوأ الذي قد يواجهه مدير من وجهة نظر التوظيف. حيث إنه ليس من الممكن عموماً الدخول والتخلص من الموظفين ومن ثم استبدالهم. يتطلب هذا الوضع تحليل احتياجات التوظيف ومطابقة ذلك مع الكادر الحالي وتحديد كيف يمكن ملء هذه الثغرات من خلال التدريب أو التعيين لكادر عندما تكون تلك الفرصة سانحة.

الحالة الرابعة هي التوظيف في برنامج موجود يشكل برنامجاً جيداً. وعلى الأرجح سيكون هذا البرنامج مزوداً بالفعل بالموظفين على نحو جيد، ومن ثم تصبح الحالة واحدة من حالات الحفاظ على مستوى التوظيف وزيادته حسب الحاجة.

إن حجم المستشفى هو أحد العوامل التي تلعب دوراً في تحديد عدد الموظفين المطلوب ولكن كمية التجهيزات والتطور التقني للتجهيزات ربما تكون أكثر أهمية. يمكن أن يتعلق بعض هذه العوامل بنوع المستشفى. إن معظم المستشفيات هي مستشفيات طبية وجراحية عامة. وهي تتراوح بين الصغيرة جداً والكبيرة، ووحدات العناية من المستوى الثالث، ولكنها توفر بشكل رئيسي الرعاية الحادة. هناك أيضاً مرافق الرعاية طويلة الأجل، التي هي بشكل

رئيسي مستشفيات أمراض نفسية، والتي قد يكون لديها عدد كبير من أسرة المرضى وليس كمية كبيرة من الأجهزة. تحتوي معظم المستشفيات الطبية والجراحية العامة الكبيرة على عدد من الأسرة للأمراض النفسية أيضاً. إذا كان المستشفى عبارة عن مستشفى تعليمي، فإن هناك مزيد من التجهيزات لديه متطلبات صيانة أكثر لأن الكثير من الطلاب والمتدربين يقومون باستخدام هذه التجهيزات. وهذا هو المكان حيث يؤدي الناس المختلفون والمستخدمون الكثيرون للتجهيزات إلى زيادة التضرر الناتج عن الاستخدام، وليس هناك أي مستخدم مسؤول في الواقع عن الحفاظ على التجهيزات في حالة جيدة. سيكون للمستشفى التعليمي أيضاً قدراً كبيراً من الأبحاث، التي تشمل بعض التجهيزات الفريدة، وكذلك بعض الاحتياجات لتعديل التجهيزات. إن المستشفى ذا النشاط البحثي الكبير لديه بعض الاحتياجات المحددة من الهندسة الإكلينيكية زيادة على ما يحتاجه المستشفى العام، في منطقة الصيانة أو خارجها.

إن إحدى الخطوات الأولى في وضع مستويات التوظيف بشكل مثالي، بالإضافة إلى أعداد الكادر، هي استخدام تقييم المهارات. هناك ست خطوات في تطوير تقييم المهارات: (١) تحديد الكفاءات المطلوبة؛ و(٢) تحديد أشكال (بروفيلات) الكادر؛ و(٣) تقييم الموظفين الحاليين؛ (٤) وتحديد الفجوات بين البروفيلات والموظفين؛ (٥) وتحديد خيارات التطوير؛ و(٦) المتابعة لتلبية احتياجات الكفاءة.

إن الخطوة الأولى هي اتخاذ قرار بشأن التجهيزات التي سيتم صيانتها والوظائف الأخرى التي سوف يتم تنفيذها (على سبيل المثال، تقييم التجهيزات، وتدريب الخدمة، وإدارة العقود). بعد ذلك يقوم المرء بتوزيع هذه المهام على الاختصاصات المطلوبة. إذا كان الأشخاص يقومون بصيانة تجهيزات الأشعة، فإنهم بحاجة إلى الكفاءات التالية: (١) المعرفة نظرية بالأشعة السينية، و(٢) المعرفة بتشغيل تجهيزات الأشعة السينية، و(٣) الإلكترونيات الرقمية الجيدة؛ و(٤) أنظمة تشغيل الكمبيوتر؛ و(٥) الربط الشبكي؛ و(٦) المهارات الميكانيكية العامة، و(٧) وضبط جودة الأشعة. كما أن هناك حاجة إلى كفاءات مشابهة لأية فئة من التجهيزات التي يتعين صيانتها.

هناك حاجة إلى بعض الكفاءات المماثلة لإدارة العقود، على الرغم من أن الناس هنا لا يقومون في الواقع بصيانة التجهيزات. بالإضافة إلى ذلك، ويجب أن يكون لديهم مهارات اتصال شفهية وكتابية جيدة. يجب أن يكون لديهم معرفة أساسية بالعقود، بما في ذلك معرفة كيفية كتابة المواصفات المناسبة في عقد ما، وحس بماذا يجب فعله عندما لا يستوفي المقاول شروط العقد.

يتطلب تقديم الدعم للكادر الإكلينيكي في تقييم التجهيزات معرفة عامة وشاملة وقدرة على قراءة وتفسير المواصفات في التجهيزات. إنه يتطلب مهارات اتصال جيدة للتعامل مع الكادر الإكلينيكي وكسب ثقتهم.

إن التدريب أثناء الخدمة هو وظيفة هامة لبرنامج الهندسة الإكلينيكية ويتطلب مهارات اتصال خاصة ومعرفة بالتقنيات التعليمية. ويتطلب تعلم كيفية استخدام المساعدات البصرية المناسبة والقدرة على تقييم ما إذا كان الناس

قد تعلموا الموضوع أم لا. إنه يتطلب قدرة على كسب ثقة الكادر الإكلينيكي أو أي أعضاء من كادر آخر يتم تدريبهم. يتطلب هذا معرفة واسعة بالتجهيزات في حال تدريب الكادر على استخدام التجهيزات، بالإضافة إلى القدرة على قراءة الكتيبات ووضع تدريب ذي مغزى.

بعد تطوير الكفاءات، يجب على المرء وضع بروفيل الكادر الذي يُطلب أن يكون لديه تلك الكفاءات. على سبيل المثال، إذا كان هناك شخص يقوم بصيانة تجهيزات العناية المشدَّدة ومسؤول عن تدريب الكادر على استخدام هذه التجهيزات والسلامة الكهربائية، فإن هذا الشخص عندئذ بحاجة إلى الكفاءات المناسبة من أجل صيانة التجهيزات ومن أجل التدريب. ولا ينبغي الافتراض أنه إذا كان الشخص جيد في صيانة التجهيزات، بأنه مدَرِّب جيد أولديه مهارات الاتصال الجيدة للعمل مع الكادر الإكلينيكي.

إن الخطوة التالية هي لتقييم الموظفين الحاليين لمعرفة ما إذا كان أي منهم يحقق البروفيلات التي تم وضعها. بعد النظر في كفاءات الموظفين، يمكن للمرء ضبط المناطق التي يعملون بها بحيث يقتربون أكثر من المعالم المطلوبة. ويمكن القيام بذلك من خلال مصفوفة من الكفاءات المطلوبة مع كفاءات الكادر الموجود. إن أحد التفاصيل التي ينبغي أخذها في الاعتبار هنا هو ما إذا كان لدى الموظفين كفاءات لا يتم استخدامها حالياً وهي إما من أعمال سابقة أو تدريب سابق. من الممكن جداً أن تكون الاستفادة من الكادر الموجود بالمهارات التي لديه أقل مما ينبغي.

بعد تقييم الموظفين الموجودين، سيجد المرء ثغرات في ما هو موجود وما هو مطلوب فيما بين الموظفين. على سبيل المثال، قد يكون هناك شخص لديه جميع المهارات التقنية لصيانة التجهيزات في المختبر الإكلينيكي ولكن ليس لديه المهارات اللازمة لتدريب الناس في هذا المجال. قد يكون الشخص جيداً للغاية في الإشراف على عقد ما ولكن قد لا تتوفر لديه المهارات لتطوير هذا العقد. يمكن للشخص في مجال الصيانة أن يكون قادراً على صيانة تجهيزات الأشعة التمثيلية (analog) ولكن قد لا تتوفر لديه المهارات المطلوبة في مجال الإلكترونيات الرقمية لصيانة التجهيزات الرقمية الأحدث.

بعد النظر في تحليل الفجوات، يجب على المرء تحديد ما هي الخيارات المتاحة لتطوير الكفاءات. إذا كان هناك شواغر في الكادر، ومن ثم فرصة لتوظيف أشخاص جدد، يمكن عندئذ تعيين شخص ما لملء هذه الثغرات. ويجب أن يقترن التعيين بالبروفيل بحيث يتم تعيين الأشخاص وفقاً للمعالم المطلوبة وليس لملء الفجوات التي ليس لها علاقة مع بعضها البعض. يجب على المرء الأخذ في الاعتبار السبل التي يمكن من خلالها تدريب الموظفين لملء الثغرات من خلال الكادر الموجود. على سبيل المثال، بالنسبة إلى شخص جيد في صيانة تجهيزات المختبر الإكلينيكي ولكن لا يوجد لديه خبرة في التدريس، يجب على المرء تقييم ما إذا كان لديه الشخصية المناسبة للتدريس. (إذا كان الأمر كذلك، يمكن تدريبه في مجال تقنيات التدريس والتقييم). يمكن تدريب الشخص الجيد في الإشراف على عقد

ما على كتابة عبارات العمل ويمكن أن يعمل مع مكتب التعاقد لوضع عقد ذو مغزى. يمكن تدريب فني الأشعة السينية الذي لديه خبرة جيدة في المجال التمثيلي على الإلكترونيات الرقمية وبعد ذلك يمكن تدريبه على صيانة أجهزة الأشعة السينية الأحدث.

بعد أن تم النظر في كل من هذه الخيارات وتطويرها، فإن العامل الحاسم هو متابعة سد هذه الثغرات من خلال التوظيف أو تدريب الكادر الموجود. ويجب وضع أولويات لأنه لا يمكن القيام بكل شيء دفعة واحدة. سيعتمد وضع الأولويات على التجهيزات التي يجب صيانتها، بما في ذلك التطور التقني وكمية التجهيزات. ويؤثر التطور التقني للتجهيزات على مستوى مهارات الكادر المطلوب أكثر من تأثير عدد أعضاء الكادر. وفي الواقع، قد يكون لبعض التجهيزات الأكثر تطوراً مشاكل صيانة أقل نظراً للوثوقية العالية والتشخيصات المبنية فيه. ومع ذلك فإنه يحتاج إلى فنيين أكثر مهارة لصيانته.

إن لكمية التجهيزات التأثير الأكبر على الكادر المطلوب. ويمكن النظر إلى هذا من حيث إجمالي القيمة النقدية للتجهيزات، وكذلك من حيث عدد بنود التجهيزات. إن المقياس الأفضل هو على الأرجح عدد بنود التجهيزات؛ حيث كلما كانت قطع التجهيزات التي يجب صيانتها أكثر، كلما كان الوقت المطلوب من الفني أكثر. ويتطلب هذا مزيداً من الوقت لوضع قائمة جرد التجهيزات وكذلك تدريب المستخدمين.

إن الموارد الخارجية المتاحة هي عامل آخر يجب أخذه في الاعتبار. وفي بعض الأحيان يكون التعاقد من أجل صيانة التجهيزات أكثر فعالية من حيث التكلفة.

هناك بعض القواعد المعتمدة على التجربة بالنسبة إلى عدد أعضاء الكادر المطلوب. ويمكن أن تكون هذه القواعد مفيدة عند عدم توفر أي معلومات أخرى. إن BMET واحد لكل ١٠٠-١٥٠ سريراً كانت نسبة جيدة في أوائل تسعينيات القرن العشرين. ولكن عند تنفيذ المزيد والمزيد من خدمات المرضى الخارجيين، يصبح هذا العدد أقل وثوقية. إن المحافظة على BMET واحد لكل ١٠٠٠٠٠٠ دولار من قيمة التجهيزات هي قاعدة أخرى معتمدة على التجربة. يعتمد هذا بطبيعة الحال على نوع التجهيزات التي يملكها المستشفى. علاوة على ذلك قد يكون هذا العدد أكبر اليوم وذلك عندما أصبحت تجهيزات المستشفيات أكثر تكلفة. إن النسبة الأخرى التي تم استخدامها هي BMET واحد لكل منطقة خدمة خاصة، مثل العناية المشدَّدة، أو المختبر الإكلينيكي، أو الأشعة. مرة أخرى، يتوقف هذا على كمية التجهيزات أو حجم الخدمات. إن الرقم الآخر الذي تم استخدامه هوBMET واحد لكل ٤٠٠ بند من التجهيزات. يعمل هذا جيداً بشكل معقول في منشأة كبيرة لديها عدة آلاف من الأجهزة الطبية.

وعند النظر إلى التوظيف من وجهة النظر هذه، فإن مشرفاً لكل ٨- ١٠ BMETs وشخص واحد مكتبي لكل ٨-١٠BMETs قد يكون مناسباً.

من المغري القول إن أي حجم مستشفى يحتاج إلى فني واحد لصيانة التجهيزات أو شخص يشرف على العقود. ومع ذلك، إذا كان لدى المستشفى فني واحد، يجب أن يكون لديه بعض الطرق للدعم لأن ذلك الفني سيكون لديه أيام عطلة ومرضى وتدريب. ولذلك يجب أن يكون لدى المرفق اثنين من الفنيين أو ترتيباً لتأمين تغطية خارجية من خلال خدمة البائعين أو ربما اتفاقية مشاركة مع مستشفى آخر.

إن أفضل الوسائل لتحديد احتياجات التوظيف هي بيانات عبء العمل والمعلومات التاريخية للصيانة. توفّر المعلومات التاريخية لأوامر العمل أنواع التجهيزات التي تحتاج إلى إصلاح، بالإضافة إلى تقديرات لمقدار الوقت المطلوب لإجراء الإصلاحات المختلفة. يمكن للمرء أن يأخذ في الاعتبار الصيانة الوقائية، أو ما يسمى العمل المجدول، لتحديد عدد ساعات الكادر المطلوبة. مع ذلك، يجب أن يُنظر إلى الصيانة الوقائية بشكل واقعي لأنه لا يمكن لأي مستشفى إنجاز جميع عمليات الصيانة الوقائية التي أوصى بها المُصنِّعين. يجب وضع برنامج صيانة وقائية ملائم لتجنب النفقات القليلة جداً أو الكثيرة جداً للموارد البشرية. ويجب الأخذ في الاعتبار سياسة عطلة المستشفى مع توقعات بالإجازة المرضية والتدريب، لحساب مقدار الساعات التي تتوفر للفنيين.

إن لدى وزارة شؤون المحاربين القدامى في الولايات المتحدة ١٧٢ مستشفى وحوالي ٥٠٠٠٠ سرير وحوالي ١٠٠ مهندس إكلينيكي وحوالي ١٠٠٠ BMETs وحوالي ١٠٠ من الكوادر المكتبية. إن لديها ما يقرب من ثلاثة مليارات دولار في التجهيزات الطبية. إن معظم هذه المرافق هي مستشفيات تعليمية. كما أن بعضها صغير نسبياً، أقل من ١٠٠ سرير، ولكن معظمها في المجال ٢٥٠-٤٠٠ سرير. بالنظر إلى هذه البيانات، فإن هناك مهندساً واحداً لحوالي ١٠ BMETs؛ وهناك مهندس واحد لكل ٥٠٠ سرير، ومهندس واحد مقابل ٣٠ مليون دولار من التجهيزات. في الوقت نفسه، هناك BMET واحد لكل ٥٠ سريراً، وBMET واحد مقابل ثلاثة ملايين دولار من التجهيزات. تقوم وزارة شؤون المحاربين القدامى بصيانة أكثر من ٩٠٪ من هذه التجهيزات داخلياً بتكلفة سنوية قدرها نحو٤٪ من تكلفة شراء التجهيزات.

يوجد في برنامج الهندسة الإكلينيكية عدة مستويات من المناصب. يذكر الجدول رقم (٥١,١) هذه المناصب المختلفة ويصفها، استناداً إلى المسوحات السنوية للمرتبات التي نشرت في مجلة الهندسة الإكلينيكية (Journal of Clinical Engineering). يبدأ فني الهندسة الطبية الحيوية بوصفه BMET I ويمكنه التقدم في السلم الوظيفي إلى BMET II وBMET III، وإلى BMET متخصص يشترك في العمل في منطقة معينة للتجهيزات الطبية وإلى BMET مشرف.

قد يبدأ المهندس بصفة مهندس إكلينيكي (المستوى المبتدئ) وقد يصبح مع الخبرة احد كبار المهندسين الإكلينيكيين. قد يكون المهندس الإكلينيكي مشرفاً أيضاً. ويوجد في المنصب الأعلى للإدارة مدير الهندسة الإكلينيكية الذي يمكن أن يكون مهندساً إكلينيكياً، أو أحد كبار فنيي الهندسة الطبية الحيوية خاصة في المستشفيات الصغيرة.

الجدول رقم (٥١,١). التوصيف الوظيفي المُعمَّم.

المنصب	عام	التوجيه الذي يتلقاه	مستوى التعليم	الشهادة	متوسط سنوات الخبرة	المسؤوليات الإشرافية
BMET I: في تجهيزات طبية حيوية I (BMET مبتدئ)	BMET بمستوى الدخول أو مبتدئ. ليس لديه الخبرة ذات الصلة أو ما يعادلها أولديه الحد الأدنى منها. ينفذ عمل يتطلب مهارة لمشكلة روتينية تحت إشراف دقيق. يقوم بتعبئة استمارات التقرير. ينفذ بشكل رئيسي الصيانة الوقائية والإصلاحات واختبار السلامة.	يعمل تحت إشراف دقيق. يتلقى تعليمات محددة ومُفصَّلة. يتم التحقق من العمل خلال التقدم وتتم مراجعته من أجل الدقة عند الانتهاء.	درجة مشارك بالعلوم (٥٨٪) لا توجد درجة (٣١٪) درجة بكالوريوس (١١٪)	غير مُصدَّقة	٢,٢ سنة	ليس مشرفاً
BMET II: في تجهيزات طبية حيوية II (BMET)	تحت الإشراف العام، ينفذ عمل يتطلب مهارة لمشكلة متوسطة. لديه على الأقل عدة سنوات من الخبرة ذات الصلة أو ما يعادلها. لديه معرفة جيدة بالرسومات التخطيطية. يحتفظ بالسجلات ويعمل التقارير. يقوم بشكل رئيسي بالصيانة الوقائية والإصلاحات واختبار السلامة. يستطيع أن يدرب الكادر على سلامة التجهيزات والتشغيل المناسب لها. يختار ويطلب قطع الغيار اللازمة؛ ينسق الإصلاحات مع الشركات الخارجية.	يعمل بشكل مستقل في الإصلاح وبرامج الصيانة الوقائية. يتلقى إشراف عام.	درجة مشارك بالعلوم (٦٨٪) لا توجد درجة (٢٤٪) درجة بكالوريوس (٨٪)	حوالي ١٩٪ مُصدَّقة	٦,٥ سنة	قد تتم مساعدته من قبل BMET I أوفنيين آخرين، ولكنه ليس مشرفاً
BMET III: في تجهيزات طبية حيوية III (BMET متمرس)	يعمل في الإصلاح والصيانة الوقائية وفحص الاستلام. لديه قدر كبير من الخبرة والتدريب. ينفذ عمل يتطلب مهارة عالية لمشكلة كبيرة. قد يتخصص في أنواع معينة من التجهيزات. ماهر بأجهزة الاختبار والرسومات التخطيطية وكتيبات الخدمة. يستطيع تدريب الكادر على مبادئ تشغيل التجهيزات وسلامتها. يمكن أن يشارك في اختيار التجهيزات الإكلينيكية الجديدة.	يعمل بشكل مستقل تحت حد أدنى من الإشراف	درجة مشارك بالعلوم (٥٦٪) لا توجد درجة (٣٠٪) درجة بكالوريوس (١٤٪)	حوالي ٤١٪ مُصدَّقة	١١,٦ سنة	يعمل بشكل مستقل وليس مشرفاً. قد تتم مساعدته من قبل فنيين آخرين.

تابع الجدول رقم (٥١.١).

المنصب	عام	التوجيه الذي يتلقاه	مستوى التعليم	الشهادة	متوسط سنوات الخبرة	المسؤوليات الإشرافية
اختصاصي تجهيزات: RES أوLES	يعمل في الإصلاح والصيانة الوقائية وفحص الاستلام. لديه تدريب وخبرة متخصصين على تجهيزات الأشعة (RES) أو المختبرات (LES). ينجز عمل يتطلب مهارة عالية لمشكلة كبيرة. لديه معرفة شاملة بالممارسات والإجراءات والتجهيزات المتخصصة. ماهر لدرجة عالية بأجهزة الاختبار المتخصصة والرسومات التخطيطية وكتيبات الخدمة. يستطيع إجراء تدريب للكادر أثناء الخدمة على مبادئ التشغيل والاستخدام الآمن لتجهيزات طبية متخصصة. يمكن أن يشارك في اختبار وإدارة التجهيزات والأنظمة الإكلينيكية الجديدة.	يعمل بشكل مستقل تحت حد أدنى من الإشراف	بشكل عام درجة مشارك بالعلوم أو أعلى	شهادات CRES أوCLES المتاحة من ICC		يعمل بشكل مستقل تحت حد أدنى من الإشراف. قد تتم مساعدته من قبل فنيين أو متخصصين آخرين. ولكنه ليس مشرفاً.
مشرف على الـ BMET (هوBMET ذو مسؤوليات إشرافية)	يشرف على نظير أو يرأس عمال الـ BMET. لديه قدر كبير من التعليم أو التدريب أو ما يعادلها من الخبرة. ينجز عمل يتطلب مهارة عالية لمشكلة كبيرة. ينسق ويجدول ويخصص العمل للآخرين. قد يتخصص في أنواع معينة من التجهيزات. لديه معرفة شاملة بالممارسات والإجراءات وأنواع التجهيزات. ماهر بأجهزة الاختبار والرسومات التخطيطية وكتيبات الخدمة. يواصل تنفيذ الإصلاحات التي تتطلب مهارة عالية ولكن لديه أيضاً مجموعة واسعة من المسؤوليات على المستوى المهني	يقدم عادة التقارير إلى رئيس القسم	درجة مشارك بالعلوم (٦٢٪) لا توجد درجة (٢١٪) درجة بكالوريوس (١٧٪)	حوالي ٤٦٪ مُصدَّقة	١٣,٥ سنة	يشرف على BMETs آخرين ويدعم الموظفين. يمكن أن يكون رئيساً للقسم في بعض المستشفيات أوالأقسام الصغيرة.

تابع الجدول رقم (٥١,١).

المنصب	عام	التوجيه الذي يتلقاه	مستوى التعليم	الشهادة	متوسط سنوات الخبرة	المسؤوليات الإشرافية
مهندس إكلينيكي (CE)	يعمل في تصميم أو تعديل أو تحليل أو اختبار التجهيزات أو التقييم أو التخطيط أو اختبار الأداء أو البحث والتطوير (R&D). ينجز عمل على مستوى هندسي لمشكلة كبيرة. يستطيع إدارة عملية اختيار وشراء التجهيزات الطبية عالية التقنية. لديه القدرة على تصميم وتعديل الأجهزة الطبية وإجراء تحليل للأجهزة والأنظمة. يدير التجهيزات الطبية ضمن بيئة رعاية المرضى. ينجز مجموعة واسعة من المهام على المستوى المهني. يمكنه تقديم تدريب شامل وتعليم أثناء الخدمة.	يعمل بشكل مستقل تحت حد أدنى من الإشراف	عادة ما يكون مهندس حصل على الشهادة. بكالوريوس (٦١٪) ماجستير (٣٥٪) دكتوراه (٢٪) ملاحظة: قلة من الأشخاص الذين لم يحصلوا على شهادة أو يحملون درجة مشارك هم رواد في المجال أو تم اعتمادهم من قبل الـ ICC كمهندسين إكلينيكيين	حوالي ٢١٪ مُصدَّقة	٨,٥ سنة	يعمل بشكل مستقل ولكنه ليس مشرفاً.
مشرف على مهندس إكلينيكي (هو مهندس إكلينيكي ذو مسؤوليات إشرافية)	مهندس إكلينيكي يشرف على الـ BMETs أو النظير وبرأس المهندسين الإكلينيكيين. عادة ما يكون مهندس حاصل على الشهادة. لديه القدرة على تصميم وتعديل الأجهزة الطبية والقيام بتحليل الأجهزة والأنظمة. ينجز مجموعة واسعة من المهام على المستوى المهني بما في ذلك تخطيط وتقييمات ما قبل الشراء والبرامج أثناء الخدمة وتنسيق الخدمات ومقداراً كبيراً من الإشراف	يقدم التقارير إلى رئيس القسم	درجة بكالوريوس (٥٢٪) درجة ماجستير (٤٢٪) دكتوراه (٦٪)	حوالي ١٦٪ مُصدَّقة	١٣,٩ سنة	يشرف على الـ BMETs والمهندسين الإكلينيكيين ويدعم الموظفين، ولكنه ليس المدير العام للقسم.

تابع الجدول رقم (٥١,١).

المنصب	عام	التوجيه الذي يتلقاه	مستوى التعليم	الشهادة	متوسط سنوات الخبرة	المسؤوليات الإشرافية
مدير أو رئيس قسم الهندسة الطبية الحيوية الإكلينيكية	يتم عادة تعيين رئيس قسم الهندسة الإكلينيكية أو الطبية الحيوية "مديراً" أو "رئيساً". (تقدم معظم هذه الأقسام التقارير مباشرة إلى إدارة المستشفى). إن معظم رؤساء هذه الأقسام متعلمين وذوي خبرة كمهندسين إكلينيكيين أوBMETs. إن الآخرين متعلمين في إدارة الأعمال أو إدارة المستشفيات أو ربما لديهم خبرة إشرافية واسعة بالرعاية الصحية مكتسبة من مناصب إدارية في مستشفى آخر. يجب أن يكون لدى رئيس القسم قدراً كبيراً من التعليم الفني أو الإداري أو ما يعادلها من الخبرة. إن لديهم المهارات الضرورية لإدارة عملية اختبار وشراء التجهيزات الطبية عالية التقنية؛ وإدارة الصيانة والإصلاح لجميع التجهيزات عالية التقنية بالمستشفى ؛ والمشاركة في أو توجيه برنامج الحوادث وإدارة المخاطر المتعلقة بالتجهيزات؛ ومراقبة فعالية تكلفة القسم والإنتاجية والتحكم بهما؛ والقيام بالتخطيط ووضع الميزانية؛ والتنسيق مع الأقسام الأخرى؛ والتخطيط والتوجيه لتطوير القسم، والإشراف على الآخرين.	يتلقى التوجيه عادة مباشرة من إدارة المستشفى، ولكن يقوم في بعض الحالات بتقديم التقارير إلى رئيس القسم الأكبر.				يشرف على الـ BMETs والمهندسين الإكلينيكيين ويدعم الموظفين. يشارك في عملية التوظيف، ويراجع الإجراءات التأديبية. إنه الرئيس العام للقسم أوالمجموعة.

إن الجدول رقم (٥١,٢) هو ملخص للعمل الذي قام به المهندسون الإكلينيكيون والـ BMETs في المستشفيات، استناداً إلى مسح حديث لمجلة الهندسة الإكلينيكية (Journal of Clinical Engineering). ويبين الجدول النسبة المئوية للوقت الذي يكرِّسه الشخص في كل من هذه الفئات لمهام وظيفة معينة.

الجدول رقم (٥١,٢).مسؤوليات الوظيفة الإكلينيكية والـ BMET وفقاً للنسبة المئوية للوقت.

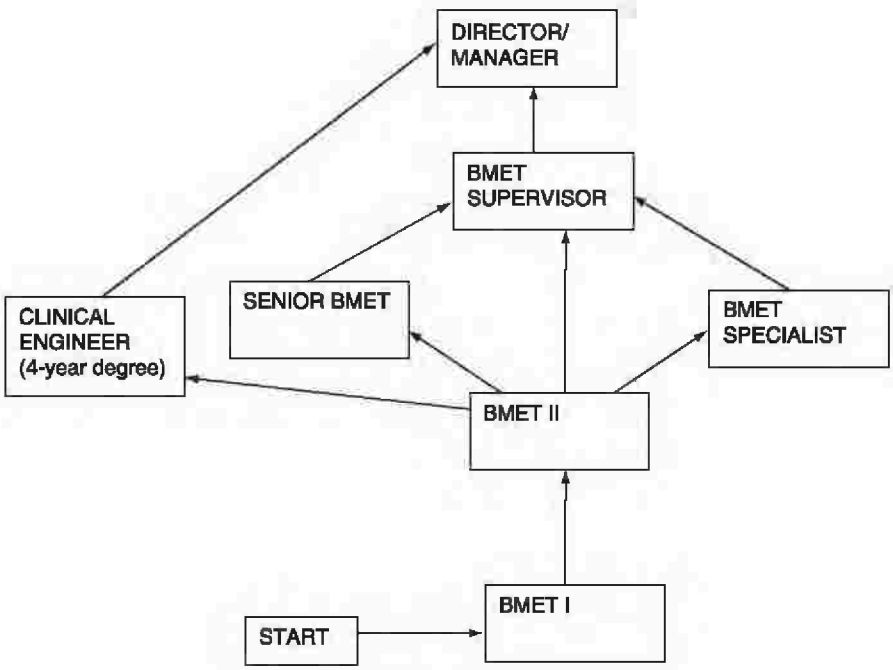
الوظيفة	BMET I	BMET II	BMET III	اختصاصي BMET	مشرف BMET	مهندس إكلينيكي	مشرف إكلينيكي	مدير هندسة إكلينيكية
إصلاحات/صيانة وقائية/اختبارات السلامة	٧٣٪	٦٩٪	٦٦٪	٦٨٪	٢٩٪	٢٤٪	١٣٪	١٢٪
الدعم الإكلينيكي	٣٪	٥٪	٦٪	٦٪	٦٪	١٤٪	٩٪	٧٪
اختبار الاستلام	٥٪	٥٪	٥٪	٣٪				
تلقي التدريب	٤٪	٣٪	٣٪					
تقديم التدريب	٤٪	٤٪	٤٪					
تنسيق الخدمات الخارجية	٤٪	٥٪	٧٪	٧٪				
الشراء	٤٪	٤٪	٥٪	٧٪				
تقييم قبل الشراء	١٠٪	٦٪						
الإشراف على الآخرين	٢٥٪	٦٪	٢٥٪	٢٧٪				
تطوير القسم	٩٪	٩٪	١٤٪	١٨٪				
أخرى	١١٪	١٤٪	١٦٪	١٨٪	٢٢٪	٢٨٪	٢٥٪	٢٣٪

إن الشكل رقم (٥١,١) هو تمثيل للسلم الوظيفي لقسم هندسة إكلينيكية. ويبين الطريقة التي يمكن أن يتقدم بها الـ BMET في مستويات الـ BMETs أو التي يمكن أن يصبح من خلالها مهندساً إكلينيكياً من خلال تعليم إضافي.

التعليم
Education

قد يكون لدى الـ BMET خبرة عسكرية. إن لدى الولايات المتحدة أكبر برنامج تدريب لهؤلاء الفنيين. وقد يأتون من برنامج شهادة بسنة واحدة إما في الإلكترونيات أو تكنولوجيا التجهيزات الطبية الحيوية. ولديهم على نحو متزايد درجة مشارك لمدة عامين إما في الإلكترونيات أوفي تكنولوجيا الهندسة الطبية الحيوية. لقد نال العديد من أولئك الذين يملكون خبرة عسكرية درجة المشارك من خلال ارتباطات الجيش مع العديد من الكليات، أومن خلال

كلية المجتمع للقوات الجوية. وهناك عدد قليل من الـ BMETs يحمل درجة بكالوريوس، ولكن عادة ما يكون هؤلاء في مجالات غير ذات صلة.



الشكل رقم (٥١,١). مسارات مهنة الـ BMET .

التوظيف

Recruitment

قد يكون الجيش الأميركي والقوات الجوية اثنين من أفضل المناطق لتوظيف فنيي الهندسة الطبية الحيوية. لقد كان لديهم برامج تدريبية منفصلة، ولكن تم جمعها منذ بضع سنوات في برنامج تدريب واحد في Wichita Falls بولاية تكساس. يتلقى فنيو هذا البرنامج تدريباً شاملاً على الإلكترونيات، وتدريباً واسعاً على التجهيزات الطبية، بما في ذلك الأشعة السينية.

لقد كانت كليات المجتمع مصدراً آخراً يقدم درجة المشارك مع تخصص في مجال التجهيزات الطبية الحيوية أو تكنولوجيا الإلكترونيات الطبية الحيوية. وعادة ما كانت هذه البرامج صغيرة بـ ١٠- ٢٠ خريج كل عام. هناك اختلاف كبير في جودة البرامج بسبب عدم وجود الاعتماد، مثل برنامج الأجهزة الطبية الحيوية أو الإلكترونيات. إن بعض هذه البرامج معتمد كبرامج إلكترونيات. لقد كان التركيز الرئيسي لهذه البرامج على الإلكترونيات، ويعتمد التعمق في التجهيزات الطبية الحيوية على توافر التجهيزات اللازمة للطلاب للعمل عليها. إن لدى البرامج الأفضل

تدريب داخلي (لمدة فصل دراسي أو أكثر) مع المستشفيات حتى يتسنى للطلاب الحصول على خبرة الحياة الواقعية والخبرة العملية. وفي أي وقت من الأوقات، فإن هناك ٣٠- ٤٠ من هذه البرامج في الولايات المتحدة

إن توظيف المهندسين الإكلينيكيين هو أكثر صعوبة لأن معظم البرامج في الولايات المتحدة التي تدرب المهندسين الطبيين الحيويين تدرب بشكل رئيسي في مجالات البحوث بدلاً من الهندسة الإكلينيكية في المستشفى. لقد منحت بعض البرامج التي كان لديها تدريب داخلي مقره المستشفى درجة الماجستير في الهندسة الإكلينيكية. إن العديد من المهندسين الإكلينيكيين هم على مستوى درجة بكالوريوس وقد تم توظيفهم من برامج الهندسة الإلكترونية. لقد كان إيجاد مهندس مبتدئ أو مهندس في المرتبة الثانية في مستشفى أحد أفضل مصادر التوظيف. فهؤلاء قد اكتسبوا الخبرة الإكلينيكية من العمل وتعلموا تطبيق مهاراتهم الهندسية في البيئة الإكلينيكية.

إن إحدى التفاصيل التي تجعل توظيف الفنيين والمهندسين صعب على المستشفيات هو التعويض المادي. بصفة عامة، يمكن لهؤلاء الأشخاص الحصول على وظائف بأجور أعلى خارج المستشفى، باستثناء بعض التخصصات مثل فنيي التصوير. وبشكل عام تدفع شركات التجهيزات الطبية أكثر من المستشفيات، ولكن المرشحين ليسوا مهتمين كثيراً بالوظائف مع شركات التجهيزات الطبية بسبب السفر المطلوب. في الواقع، تشكّل الشركات أحياناً مصدراً جيداً للتوظيف وخاصة عندما يكون الفني قد قرر أنه لم يعد يحب قضاء الوقت في السفر وذلك حتى يتمتع بالعمل مع التجهيزات الطبية.

إن إحدى مشاكل تعيين الفنيين والمهندسين الجيدين هي بيئة عمل المستشفى، حيث لا يستطيع الأشخاص في كثير من الأحيان تحمُّل روائح ومشاهد وأصوات بيئة المستشفى. إن منظر الدم، وحقيقة أن المرضى يموتون، قد تكون مزعجة للبعض، مثلما يمكن أن تكون الضغوط النفسية للعمل على جهاز طبي وإدراك أن حياة شخص ما يمكن أن تتوقف على مدى الجودة التي يتم بها إصلاح هذا الجهاز. ينجذب بعض الناس الراغبين في مساعدة الآخرين نحو المجال الطبي ولكنهم ليسوا راغبين في أن يصبحوا ممرضين أو أطباء. بدلاً من ذلك، فقد اختاروا المجالات المكافئة نفسياً لتكنولوجيا الهندسة الطبية الحيوية والهندسة.

الاستبقاء
Retention

إن الاستبقاء مهم في أي مجال، ولكن يجب أن يكون هناك تركيز خاص على الاستبقاء خاصة عندما يكون التعويض المادي ليس مرتفعاً كما هو في أماكن أخرى، وعندما يكون هناك استثمار كبير للتدريب أثناء العمل. إن هذا صحيح بالنسبة إلى كادر الهندسة الإكلينيكية. إن أحد أفضل مجالات الاستبقاء هو التدريب المستمر للفنيين والمهندسين لمساعدتهم على مواجهة تحديات التكنولوجيا المتغيرة. إن التعرض إلى بعض أحدث التقنيات في المجال

الطبي والعمل معها يساعد على الاستبقاء. يحب الفنيون وبصورة خاصة الحرية التي يتم منحها في برنامج يُدار جيداً للعمل كجزء من فريق الرعاية الطبية مع أقسام معينة.

الدافع
Motivation

ينبغي أن يكون الدافع أحد المعايير في تعيين كادر الهندسة الإكلينيكية. يعتمد البرنامج الجيد على الأشخاص الذين يعملون لحسابهم والذين تم تحفيزهم جيداً لمساعدة الكادر الإكلينيكي في تقديم الرعاية للمرضى. يتم تعزيز الدافع من خلال تطوير العلاقة حيثما يكون كادر الهندسة الإكلينيكية جزء من فريق تقديم الرعاية الصحية وحيثما يمكن لمقدمي الرعاية أن يعتمدوا عليه للقيام بكل ما يلزم للحفاظ على أداء التجهيزات. إن أحد دوافع الـ BMET والمهندسين الإكلينيكيين هو أنهم يؤدون معظم أعمالهم في البيئة الإكلينيكية وليس في ورشة ومن ثم هم قادرون على رؤية نتائج عملهم وتأثيره على رعاية المرضى.

علاقات الإدارة والعمل
Labor and Management Relationships

إن معظم المستشفيات ليست نقابية، ولكن أينما يوجد المشرفون والإدارة فيجب عليهم إيلاء مزيد من الاهتمام للقضايا التي قد تصبح فيها النقابة معنية. عندما يكون هناك نقابة، فسوف يكون هناك عقد نقابي، ويجب أن تكون جميع مستويات الإشراف مطلعة بشكل جيد على هذا العقد. ينبغي ألا يكون هناك أي فرق في إدارة البرنامج عندما ينتمي الكادر إلى نقابة وإدارة قسم الهندسة الإكلينيكية عندما لا ينتمي الكادر إلى نقابة.

من بين القضايا التي يجب أن يكون المشرفين حذرين بشأنها في مؤسسة نقابية هي واجب العمل والتأكد من أن عبء العمل عادل وضمن التوصيف الوظيفي لكل شخص. تمتد قضية العدالة إلى التدريب وفرص الترقية. عندما تكون الإدارة مفتوحة لتقديم شكوى بموجب عقد نقابي، فإن جميع هذه المجالات يجب أن تكون موثّقة بشكل جيد. وعند اتخاذ إجراء تأديبي ضد موظف، فإن له الحق في تمثيل نقابي يجب احترامه بشكل مناسب.

إن التفاوض الدوري بشأن العقد هو تفصيل لمجال رئيسي آخر حول عقد النقابة.وهذا المجال ليس لإشراف المؤسسة عليه إلاّ قليلاً من السيطرة. يحدث ذلك مع إدارة المستشفى؛ وتشمل القضايا الرئيسية التعويض المادي والاستحقاقات. ويعتبر هذا في معظم الحالات عقداً بالنسبة إلى جميع الموظفين الإكلينيكيين، أو على الأقل، أولئك الذين يمارسون مهام هندسية. ينبغي في معظم الحالات أن لا تكون هناك مسائل تتعلق بعلاقات العمل والإدارة، ما دام الإشراف والإدارة يعاملان جميع الموظفين بالتساوي وعدم تحيز.

الإدارة
Management

يجب أن يكون المشرفون والمديرون قادرين على قياس ما يحدث في منظمتهم. وإذا لم يكن بالإمكان قياس وظيفة ما، فإنه لا يمكن إدارتها عندئذ. إن المدراء مسؤولون عن التخطيط لسير العمل في المنظمة، وتنظيم الطرق التي يمكن من خلالها إنجاز العمل، وتحديد الكادر المطلوب. ومع ذلك، فإن وظيفتهم الأساسية هي بناء الفريق من أجل تحقيق النتائج المطلوبة.

لا يستطيع المديرون القيام بجميع الأعمال، ولذلك يجب أن يعملوا من خلال الناس ومع الناس، ومن ثم يجب تطوير الناس الذين يعملون من أجلهم. يجب أن يكونوا قادرين على تحقيق الإمكانات البشرية لكل موظف لديهم والتعرف على رغبات هؤلاء الموظفين. سوف يقوم المديرون بتشكيل المنظمة لإنجاز ما هو مطلوب من خلال تطوير الموظفين من أجل عمل أفضل ومهام جديدة.

تكمن إحدى أهم وظائف المديرون في التفويض لأنهم لا يستطيعون القيام بجميع الأعمال. إن التفويض هو الطريقة التي يعمل بها المرء من خلال الناس. وفي الوقت نفسه، هذا لا يعني أنهم يفوضون شيء ما وينسوه. إن التفويض هو فن يجب أن يتعلمه المدير. عندما يتم التفويض بمهمة ما، فإنها يجب أن تكون مشروحة بشكل واف، ويجب أن يكفل المدير أن الموظف يفهم هذا الشرح. إذا كان هناك أي مشاكل محتملة بالمهمة، فيجب تحديدها في وقت المهمة أو حالما يتم التعرف عليها. ينبغي الموافقة على نقاط التحقق بوضوح من قبل المدير والموظف؛ وينبغي فيما بعد تلخيص المهمة بحيث يفهمها كلاً من المدير والموظف. يجب ألا ينسى المدير نقاط التحقق من المهمة لأنها فرص لقياس العمل الذي تم إنجازه وتشجيع وتقييم الموظفين.

إن بناء فريق ومن ثم تدريبه والحفاظ عليه هو أحد الأدوار الهامة للمدير. يجب أن يتعلم الفريق الاعتماد على بعضه بعضاً. كما يجب أن يكون أعضاء الفريق مدركين للحقيقة أنهم فريق وللسبل التي يمكنهم من خلالها العمل معاً. ويمنحهم هذا الإدراك القدرة على العمل وتحقيق أفضل النتائج. قد يكون هناك حاجة إلى اختيار أعضاء الفريق وفقاً لرغبتهم بالعمل كفريق. وهذا هو المكان الذي يجب أن يكون فيه المدير نافذ البصيرة في شخصيات ورغبات الموظفين.

يجب أن ينشئ المدير بيئة عمل للفريق. وبعبارة أخرى، فإن إزالة العقبات التي من شأنها منع الفريق من أداء وظيفته هو أحد أدوار الإدارة. يجب أن يعرف الفريق البيئة ويفهمها، ويجب عليه أن يثق بالمدير، كما يجب على كل من الفريق والمدير أن يكونا ملتزمين بالعمل الجماعي. يجب أن يتعاون جميع أعضاء الفريق والإدارة لما فيه مصلحة الفريق للتطوير و الحصول على أفضل النتائج.

ينبغي أن يتوقع المدير إنتاجية عالية من الفريق. كما ينبغي التوقع من الفريق أن يكون أكثر ابتكاراً حيث إنه يعمل معاً. ينبغي للفريق أن يكون قادراً على حل المشاكل بشكل أفضل حيث يبني الأعضاء على نقاط القوة لدى

الآخر. ينبغي أن ينال الأعضاء رضاً ذاتي عندما ينجز الفريق عملاً ربما لم يستطع الأعضاء إنجازه بشكل منفرد (أو على الأقل ليس بالطريقة الجيدة أو المناسبة). ومن خلال العمل في فريق والبناء على نقاط القوة لدى الآخر، فإن كل عضو لديه نمو شخصية زائد، ويصبح عضواً أقوى في الفريق.

يصبح المدير مدرباً للفريق، مثل المدرب لفريق رياضي. إنه يمنح الفريق والأعضاء المنفردين التقدير. يقوم المدير بتقديم النقد البنّاء، ويجب في الوقت نفسه أن يكون قادراً على تلقي الانتقادات من الفريق. يجب أن يكون لدى المدير مهارات استماع جيدة حتى يتسنى له الاستماع إلى الفريق (وخاصة للأعضاء المنفردين) وفهم احتياجاتهم الشخصية. يجب أن يكون المدير قدوة حسنة وأن يُنشئ اتصال مفتوح مع الفريق حتى يتسنى له الاستماع ومناقشة العمل معهم. لا بد له من رعاية كل فرد من أعضاء الفريق، ويجب أن يكون قادراً على التوسط في النزاعات بين أعضاء فريق معين، أو بين الأعضاء للفرق المختلفة.

وفي النتيجة يتلقى المدير اللوم إذا لم يقم الفريق بإنجاز العمل، وذلك بنفس الطريقة التي يتلقى فيها مدرب اللوم لخسارة فريق رياضي. في الوقت نفسه، يتلقى الفريق التقدير إذا تم إنجاز العمل بشكل جيد.

تقييم الأداء
Performance Evaluation

يجب أن يكون هناك بعض التفاهم والاتفاق مع الموظف حول ما هو متوقّع منه وذلك من أجل تقييم أداء الموظف. يمكن إجراء التقييمات في عدة طرق. إن تقييم النظير هو إحدى الطرق المفيدة بشكل خاص في حالة الفِرق؛ ويمكن لأعضاء الفريق تقييم كل منهما الآخر. يستطيع المستشفى استخدام تقييم الزبائن. يعتبر هذا جزء هام من التقييم الشامل لقسم الهندسة الإكلينيكية وكذلك للموظفين الفرديين. يمكن إجراء تقييم الزبائن من خلال مسح دوري للأقسام.

الإنتاجية
Productivity

يجب أن يكون المدير على دراية بالإنتاجية وما يتعلق بها، حتى إنه قد يحتاج إلى تزويد الإدارة بتقارير عن الإنتاجية. ومع ذلك، يتم تعريف الإنتاجية بطرق مختلفة ويصعب قياسها بدقة. يمكن للمرء قياس التغيرات في الإنتاجية بعد أن يتم تعريفها وكيفية قياسها.

إن مقدار الوقت الذي يتوفر للفنيين هو أحد التفاصيل الضرورية. ويبين الجدول رقم (٥١,٣) توزيع الوقت لموظف واحد، على أساس ثماني ساعات باليوم لخمسة أيام في الأسبوع، لمدة ٥٢ أسبوعاً مدفوعة. وبحساب العطلات والإجازات ومتوسط الإجازات المرضية واستراحتين مدة كل منها ١٥ دقيقة باليوم، يكون لدى المرء ٢٠٤ أيام متاحة، أو ٧٨,٥٪.

إن هذا المثال هو لفنيين مخضرمين يعملون لحساب وزارة شؤون المحاربين القدامى، حيث إن الموظف لديه ٢٦ يوماً مدفوعاً من العطلة. والمثال الأكثر نموذجية قد يكون ١٠ أيام من العطلة، من شأنها تغيير الحساب إلى ٢٢٠ يوماً متاحاً، أو٨٤,٦٪. لذلك يتم بناء الإنتاجية على أساس الوقت المدفوع. إن الحد الأقصى المطلق الذي يستطيع صاحب عمل أن يحققه من شخص ما قد يكون هذه النسبة.

الجدول رقم (٥١,٣). الوقت المتاح.

الأيام المدفوعة ٥٢×٥	٢٦٠
الأعياد (الولايات المتحدة)	١٠
الإجازة	٢٦
الإجازات المرضية	٦
الاستراحات (٢/١ ساعة يومياً)	١٤
٢٠٤ أيام متاحة أو٧٨,٥%	

يبين الجدول رقم (٥١,٤) بيانات عن الوقت غير المنتج أو الضائع بالنسبة لعامل صناعي متوسط وبالنسبة لعمال الصيانة في المراكز الطبية بوزارة شؤون المحاربين القدامى (VAMC). إن هذه البيانات ليست فقط لفنيي الهندسة الطبية الحيوية بل للعاملين في مجال الصيانة بصفة عامة. تم أخذ البيانات من مسوحات للمشرفين الذين قدموا التقديرات. لم يُبلِّغ مشرفو الـ VAMC عن أي وقت تكاسل في العمل. إن الوقت الضائع أو الوقت غير المنتج، هو أي وقت لا يجري خلاله الموظف إصلاحات، أو يتشاور مع الكادر، أوفي التدريب ذو الصلة بالصيانة. إن هذا هو أحد المجالات التي يمكن لمدير أن يعمل فيها على تخفيض بعض من هذا الوقت الضائع، وعلى زيادة الإنتاجية.

الجدول رقم (٥١,٤). الوقت الضائع لعامل صيانة.

	الصناعة	VAMC
ممارسات الشركة	٪١٦,١	٪١٧,٤
تكاسل عن العمل	٪٩,٢	–
السفر	٪١٦,٠	٪٦,٠
شخصية	٪٧,٣	٪٣,٨
مغادرة العمل في وقت مبكر	٪٤,٤	٪٣,٢
الانتظار	٪٤,٦	٪٤,٤
تعليمات	٪٤,٤	٪٤,٢
تنظيف	٪٥,٢	٪٥,٦
الوقت الضائع	٪٦٧,٢	٪٤٤,٤

تتعلق الإنتاجية بالمردود. فكلما كان البرنامج أكثر فعالية، كلما كان أكثر إنتاجاً. إن الخرج مقسوماً على الدخل هو تعريف بسيط للإنتاجية. وتعتمد النتائج النهائية بطبيعة الحال على الوسائل التي تعرِّف الخرج والدخل.

إن أحد التفاصيل التي يجب مراعاتها في مناقشة الإنتاجية هو ما يأخذه المرء في الاعتبار للمهمة كي تكون منتجة. وفيما يلي بعض التعاريف للمهام:

- المهام ذات الإنتاجية المباشرة: مثل الإصلاح والتركيب والفحص والتدريب أثناء الخدمة.
- المهام ذات الإنتاجية غير الموثّقة: هي نفس المهام ذات الإنتاجية المباشرة، ولكن لا يوجد لها سجل. وهذه قد تكون إصلاحات صغيرة ومناقشات غير رسمية.
- المهام ذات الإنتاجية غير المباشرة: هي المهام التي لا تتعلق مباشرة بالإصلاح. وتشمل حضور الاجتماعات وقراءة المجلات والتدريب التقني.
- المهام غير المنتجة: هي وقت العطلة والمرض والاستراحات.

إن زمن الإصلاح (إذا تعمقنا في التعريف) هو الوقت اللازم لتشخيص المشكلة والحصول على قطع الغيار والقيام بالإصلاح وتوثيقه. إن زمن التنقل، الذي هو أحد المجالات التي يمكن فيها زيادة الإنتاجية من خلال تقليل زمن التنقل، يتم تضمينه في زمن الإصلاح. إن زمن الصيانة الدورية أو زمن الصيانة الوقائية هو ذلك الوقت المطلوب للتحقق من الجهاز الطبي عن أية عيوب والقيام بأي اختبارات مطلوبة، بما في ذلك اختبارات السلامة الكهربائية. إن زمن التنقل هو الزمن اللازم للذهاب إلى موقع الإصلاح والعودة منه. يمكن أن يكون زمن التنقل عاملاً هاماً لأن العديد من الأجهزة في بيئة المستشفى يتم إصلاحها في المكان الذي تُستخدم فيه. إن زمن توقف المُستخدِم (user down time) هو الوقت الذي يمكن فيه استخدام التجهيزات لأداء عمل في البيئة الإكلينيكية ولكنها ليست متاحة لأنها بحاجة إلى إصلاح. وهذا لا يشمل الوقت الذي قد تكون فيه التجهيزات متوقفة بساعة الإطفاء عندما يتم إجراء الصيانة الوقائية. إن زمن عمل المستخدم (user time up) هو الوقت الذي يعمل فيه المستخدم والتجهيزات متاحة للاستخدام. إن كتابة هذا الوقت في عقود الخدمة ذا أهمية.

إن إحدى طرق تقديم إنتاجية الصيانة هي من خلال إظهار النسبة المئوية لتكلفة الصيانة، وهذه النسبة تساوي تكلفة الصيانة مقسومة على قيمة المخزون.

الاستنتاج
Conclusion

يشير هذا الفصل إلى أهمية إدارة شؤون الموظفين بالنسبة إلى برنامج هندسة إكلينيكية ناجح. ركّزت المواضيع المختلفة التي تمت مناقشتها على المجالات التي يجب فيها على مدير القسم تطوير المهارات. إن مهارات الاتصالات والتدريب وبناء الفريق هي أهم المهارات التي يجب أن يملكها المدير. يمكن للمدير خلق بيئة عمل لقسم ناجح ومثمر للغاية وذلك من خلال إدارة شؤون الموظفين.

٥٢

تحديد المهارات
Skills Identification

Nicholas Cram
Texas A & M University
College Station, TX

المعرفة الأكاديمية
Academic Knowledge

لقد حصلت بعض المؤسسات الأكاديمية على رايات للتميز مبنية على سنوات من التطوير لمنتج جاهز للهندسة الإكلينيكية أو سوق الرعاية الصحية (Baker, 2002). إن أصحاب العمل هم أكثر ألفة مع المنتَج الدراسي لهذه المؤسسات ويعتمدون على فرضية أن بعض المفاهيم الأساسية هي جزء من المهارات الأساسية للمهندس أو الفني. ليست هذه هي الحالة دائماً، إلاّ أن هناك مستوى مريح لصاحب العمل. ينتظر صاحب العمل عموماً ستة أشهر قبل القيام بتقييم المهارات الأساسية للمتخرج الجديد، سواء كان ذلك المتخرج من برنامج مشارك لمدة عامين في العلوم التطبيقية أو بكالوريوس بأربع سنوات لبرنامج علوم في الهندسة.

إن إدارة وصيانة التجهيزات الطبية الحيوية هي مجال وظيفي ديناميكي وواسع، ولكنها ساحة صغيرة نسبياً بالمقارنة مع أي مهنة أخرى تقريباً. تنقل وسائل ترويج الإشاعات والإنترنت المعلومات المتعلقة بالمؤسسات الأكاديمية بسرعة في هذا المجال الصغير. وإذا أصبحت معايير الدخول ومتطلبات المقرر ضعيفة، فإنه يمكن لسمعة مؤسسة أكاديمية دامت لفترة طويلة أن تتشوه بسرعة.

يجد فنيو التجهيزات الطبية الحيوية (BMETs) ذوي التدريب العسكري أنفسهم في وضع غير مناسب أحياناً إذا كان صاحب العمل يتمتع بصلات قوية مع المؤسسات الأكاديمية المدنية الأخرى. يجب توخي الحذر أيضاً في تقييم مهارات الـ BMETs ذوي التدريب العسكري بسبب كثرة المتغيرات المتعلقة بتدريب الـ BMET في الجيش (Wear, 2003). على سبيل المثال، يركّز الجيش على التدريب على الأشعة بوصفه هدفه النهائي. إذا تلقى الـ BMET

هذا التدريب ولكن تم تعيينه في محطة مساعدة لموقع ميداني، فإن مهارات الـ BMET في مجال إصلاح وصيانة الأشعة لن يكون لها فرصة للازدهار. من ناحية أخرى، إذا تم تعيين BMET عسكري في مركز طبي رئيسي، فإن هذا الـ BMET سيتلقى خبرة ممتازة وربما تدريباً إضافياً. ولذلك فإن التفاوت الكبير في مستوى المهارة يمكن مواجهته تماماً من قبل الـ BMETs ذوي التدريب العسكري. (انظر الفصل ٩).

المهارات العملية
Hands-on Skills

يتلقى الـ BMETs بشكل عام تدريباً تجريبياً وعملياً أكثر من المهندسين، ويستمرون في التفوق في العمل على الطاولة خصوصاً إذا كانوا يتلقون تدريباً عن طريق مُصَنِّع التجهيزات الأصلية (OEM) أو الحلقات الدراسية حول المهارات. عادة ما يكون المهندسون الإكلينيكيون (CEs) أكثر ميلاً للاستفادة من الفرص لتطوير قدراتهم في الخطابة والاتصالات ومهارات الإدارة. كما يمكنهم أن يتطوعوا من أجل تدريب مُصَنِّع التجهيزات الأصلية وقد يميلون إلى التعلم بسرعة أكبر من الـ BMETs. إن الـ CEs موجهون ببساطة نحو حل المشاكل، بينما BMETs موجهون نحو العمل. إن هذه المهارات مفيدة وتعتمد قيمها بالنسبة إلى صاحب العمل على احتياجاته، التي هي في نهاية المطاف لتلبية احتياجات زبائن قسم الهندسة الإكلينيكية. تختلف متطلبات المهارات من مِرفَق إلى آخر ومن مشروع إلى آخر ضمن نفس المِرفَق. هناك حاجة إلى مهارات مختلفة تبعاً لمهمة مِرفَق الرعاية الصحية. قد يدعم قسم الهندسة الإكلينيكية البحوث في مِرفَق ذي تبعية أكاديمية، في حين أن القسم في مستشفى تخصصي قد يدعم الأجهزة المستخدمة في العمليات القلبية وعمليات زرع الأعضاء. تغيِّر مطالب الزبائن المهارات المطلوبة من أجل تلبية هذه التوقعات للزبون. سيبحث مدير الهندسة الإكلينيكية ذو الخبرة عن فرص لتقديم الخدمة للزبائن غير الراضين حالياً. قد ينطوي هذا على التحديد وإعادة هندسة عملية غير فعالة.

يجب أن يتكيف الـ BMETs والمهندسون الإكلينيكيون، عند إدخال تكنولوجيا جديدة، تبعاً لذلك من خلال تحسين مهاراتهم وفهمهم للتكنولوجيا. إن مدير الهندسة الإكلينيكية مشغول باستمرار في عملية تحديد المهارات، ويسعى جاهداً إلى جعل القسم أكثر فعالية. إن المهارات الأساسية التي تُدرَّس في المؤسسات الأكاديمية هي الركائز الأساسية التي تقوم عليها المهارات الإضافية. إن المدير المعلِّم لا يُقدَّر بثمن. ويمكن أن تزيد الخبرة التي تم الحصول عليها من معلِّم جيد من فرص التقدم المهني والموقف ضمن القسم.

يجب على قسم الهندسة الإكلينيكية أن يكون مرناً ويحافظ على وتيرة معينة عندما يوسِّع مِرفَق الرعاية الصحية خدماته نحو المجتمع. يجب أن يزيد القسم من وضوحه بالنسبة إلى الموظفين الإكلينيكيين والإداريين. ويساعد تطوير مهارات الاتصالات بسد الفجوة بين العالمين الإكلينيكي والإداري، ويسهِّل التركيز على السلم الوظيفي.

يرى المدير الذي يحافظ على بيئة عمل صعبة أن الموظفين يستمتعون بالتحدي والإثارة، وأنهم يستمدون الرضا عن العمل كنتيجة لذلك. يطور الموظفون الفنيون مهارات جديدة وشعوراً بالإنجاز والكفاءة أثناء أداء مهام ممتعة وصعبة. ذكر Babcock (1991) "أن النظرة المهنية لما هو تحدي يجب أن تتوافق مع احتياجات المنظمة، وأن التحدي بالنسبة إلى المشرف لا يقتصر فقط على اتخاذ قرارات سليمة بل هيكلتها قدر الإمكان لاتخاذ إجراءات وقائية ضد التحدي المطلوب ومن ثم إقناع الشخص بأهميتها".

قبول المخاطر والتحديات الجديدة– تطوير مهاراتك

Accepting Risks and New Challenges–Developing Your Skills

إن واجبات ومسؤوليات الهندسة الإكلينيكية مُعمَّمة في التوصيف الوظيفي. تلتزم أقسام الهندسة الإكلينيكية الناجحة بالمهام التي قد تعتبرها أقسام فنية أخرى أكبر من التزامات الموارد أو خارج نطاق خبرتها الفنية. إن التطبيب عن بعد (راجع الفصل ١٠١)، وأنظمة أرشفة وتبادل الصور (PACS) (انظر الفصل ١٠٢)، وأنظمة إدارة الصيانة المحوسبة (CMMS) (انظر الفصل ٣٦) هي مجرد أمثلة قليلة على تكنولوجيا الرعاية الصحية الجديدة بدون حدود إدارية محددة. إذا تم قبول التحدي لهذه التكنولوجيات الجديدة، فإنه ينبغي للمرء أن يقوم بالتزام كامل لضمان النجاح. وإذا كان المرء قلقاً من أن القسم سوف يفشل في إثبات كفاءته، فإنه ينبغي له أن لا يقوم بتنفيذ المشروع. ومع ذلك، إذا لم يغامر المدير على الإطلاق إلى ما بعد القاعدة (المعتاد)، فسوف يعكس القسم وما يرتبط به من مستويات مهارة ذلك النقص في الالتزام.

الاتصالات والشبكات

Contacts and Networks

ينبغي أن يكون الـ BMETs والمهندسون الإكلينيكيون مشاركين في منظماتهم المهنية المعنية، كما ينبغي الحصول على شهادات مُقدَّمة داخل المهنة. (انظر الفصل ١٣٣). تنقل الشهادة أو الرخصة المعتمدة قاعدة المعرفة إلى زميل مشارك في نفس المهنة. لا بد من الذكر أن تحسين المهارات المهنية هو ليس الهدف من الشهادة أو الترخيص بالنسبة لأولئك الذين يشاركون في النقاش حول ما إذا كانت الشهادة أو الترخيص يجعل من المرء فنياً أو مهندساً أفضل. بل هو بالأحرى اعتراف مهني بأن الفرد المُعتمَد أو المُرخَّص له لديه معرفة أساسية مُثبتة لازمة للمهنة. أكد العديد من مسوحات المرتبات أن أولئك المهندسين الإكلينيكيين والـ BMETs المعتمدين يتلقون تعويضاً مادياً أعلى (Baker, 2002).

يتيح حضور الاجتماعات المهنية والانخراط في الجمعيات المهنية فرصة لتبادل المعلومات الفنية والإدارية، ومناقشة بيئات العمل، واستكشاف مستويات المعيشة. إذا كان الفحص الذي تقوم به اللجنة المشتركة لاعتماد

منظمات الرعاية الصحية (JCAHO) وشيك الحدوث، فإن المناقشات مع زملاء BMETs والمهندسين الإكلينيكيين الذين عانوا مؤخراً من هذه العملية سوف تكون ذات قيمة. إن البصيرة المكتسبة من هذه المناقشات يمكن تقاسمها مع قادة فريق المستشفى.

يوفّر الربط الشبكي رابطاً لأفضل الممارسات والقياس المعياري دون الحاجة إلى إعادة اختراع العجلة. وباختصار، هو قناة إدارة فعالة وموثوق بها تؤدي في أغلب الأحيان إلى جمعيات مهنية تدوم مدى الحياة. ويمكن أن يكون بمثابة أداة تطوير وظيفي، كما يمكن أن يوفر نظرة ثاقبة لقرارات فنية وإدارية وشخصية. عند استخدام شبكة مهنية، ينبغي التمسك بالأخلاقيات المهنية وتجنب قنوات القيل والقال. وينبغي دائماً مراعاة المقيدات الزمنية لأولئك الذين تم الاتصال بهم والسعي إلى علاقة تبادلية (quid pro quo).

السير الذاتية

Resumes

يوفّر التمعن في السيرة الذاتية بما يتعلق بعملية التوظيف معلومات قيّمة عن إنجازات الشخص المُسجَّلة. ومع ذلك فهي لا توفر إلاّ القليل من المعلومات عن حجم تلك الإنجازات، ومدى جودة أي من المهارات المطلوبة لزيادة أداء القسم. تزوِّد المقابلة الشخصية والسيرة الذاتية المدير بحوالي ٥٠٪ من المعلومات اللازمة لاتخاذ قرار توظيف حكيم. هناك العديد من الأمور غير الملموسة التي تحدد النجاح طويل المدى في عملية التوظيف التي لا يمكن تحليلها من خلال سيرة ذاتية ومقابلات. على سبيل المثال: هل سيكون هناك الانسجام المشترك المطلوب لجميع الشراكات التقنية التفاعلية لتكون ناجحة؟ هل سيتم تعزيز خدمتك أو منتَجُك؟ إن أفضل ما يمكن أن يتمناه مدير هو أن يكون قد تم تحديد المهارات لإمكانية النجاح في عملية التوظيف. إن الجانب الآخر الهام لموضوع ما إذا كان الموظف من شأنه أن يعزز الخبرة الفنية لقسم الهندسة الإكلينيكية ورضا الزبائن هو بيئة العمل نفسها. يعتمد هذا بشكل كبير على نوع الإدارة التي قد أسسها أو ورثها المدير، وقدرة المدير على التحفيز، والبراعة التي يستطيع المدير من خلالها أن يُبرِز أفضل المواهب لدى كل موظف.

المراجع

References

Babcock DL. Managing Engineering and Technology. Englewood Cliffs, NJ, Prentice-Hall, 1991.
Baker T. Survey of Salaries & Responsibilities for Hospital Biomedical/Clinical Engineering & Technology Personnel. J Clin Eng 27(3):210-236, 2002.
Cram N. Clinical Engineering Manual. Biomedical Engineering Department, Texas A&M University, 2001.

٥٣

أساليب الإدارة وتنمية الموارد البشرية

Management Styles and Human Resource Development

Alice L. Epstein
CNA Health Pro, Durango, CO

Gary H. Harding
Greener Pastures, Inc., Durango, CO

تقدم إدارة المهندسين والكادر التكنولوجي تحديات متميزة. إن الكادر عبارة عن مهنيين مُدربين ومُركزين وشديدين إلى أبعد حد مع درجة عالية من الدافع الذاتي والتوجيه. تتطلب إدارة الأنانيين والمهارات الضخمة والشخصيات الفردية لمثل هذا الكادر إدارة حاذقة ومدرَّبة تفهم طريقة تشكيل الكادر في فريق متماسك. إن المهام الرئيسية للمدير الفني هي تقديم الدعم والتسهيل بدلاً من الحفاظ على تمسُّك وثيق بالاتجاه.

لا يُشترط في المديرين الفنيين أن يكونوا أشخاصاً ذوي فكر أو قدرة عظمى لأداء المهام التقنية. وفي حين يجب أن يكون لدى المدير إدراكاً ثابتاً للمفاهيم والعلوم، فإنه من المهم جداً للمدير أن يملك المهارات الضرورية لضمان أن المهام تم تحديدها وانجازها بشكل مناسب. من المهم جداً أن يسهِّل المدير الدعم، مثل التأكد من أن المجموعة والأشخاص الموجودين ضمنها يتلقون التدريب والدعم المطلوب للتحسين والتقدم. يستطيع الكادر في أغلب الأحيان تطوير جيوب من الخبرات التي من شأنها أن تظل معزولة إلا إذا أراد المدير الفني تسهيل نشر الخبرة على آخرين قد يستفيدوا منها في مهامهم.

تقدم الأقسام التالية معلومات محددة عن الموضوعات التي تعتبر مهمة بالنسبة للإدارة الفنية والموارد البشرية.

تطور نظرية الإدارة

The Evolution of Management Theory

لفتت أوائل القرن العشرين انتباه الصناعة إلى دراسة الوقت والحركة كوسيلة لتحسين مردود ممارسة العمل. أدخل Frederick W. Taylor مفهوم الهندسة العلمية، الذي اعترف فيه بأنه يمكن فحص كل مهمة علمياً وتحقيقها

على الوجه الأمثل منطقياً لتحسين الإنتاجية. إن Taylor شخصية مثيرة للجدل في تاريخ الإدارة لأنه وعلى الرغم من أن ابتكاراته في مجال الهندسة الصناعية حققت نتائجها بتحسينات هائلة في الإنتاجية، فقد كان له الفضل في القضاء على "روح" العمل وتجريد المصانع من إنسانيتها. اعترف Taylor بأهمية تدريب الموظف إلى أعلى مستوى من قدراته وبأهمية مسؤولية الإدارة لإعداد أنظمة تمكّن العامل من العمل بشكل أفضل وبسرعة أكبر مما كان يمكنه بخلاف ذلك. اعتقد Taylor بأن ينبغي تعليم العمال، وأنه ينبغي لهم أن يحصلوا على "المساعدة الأكثر ودية" من مديريهم بدلاً من قيادتهم أو إجبارهم من قبل رؤساء عملهم أو تركهم إلى أجهزتهم الخاصة التي لا تتم مساعدتها.

قدمت شركة فورد للسيارات خطوط إنتاج وأدخلت حوافز نقدية (عمل قطعة وأجور أعلى). لقد تحسَّن الإنتاج على الرغم من أنه أصبح واضحاً أن الوتيرة الزائدة استهلكت العمال في عدد قليل من السنين.

أدخل Henri Fayol و Luther Gulick تغيرات على الإدارة العلمية في عشرينيات القرن العشرين. لقد احتجوا بأن استخدام مبادئ مثل التخصص في العمل وهياكل القيادة الهرمية من شأنه أن يؤدي إلى الأداء التنظيمي الأمثل. تضمنت العناصر الأساسية لـ Fayol التخطيط والتنظيم والقيادة والتنسيق والتحكم. وكانت العناصر الأساسية لـ Gulick مماثلة.

استكشفت Elton Mayo في عشرينيات القرن العشرين العلاقات الإنسانية من خلال دراسة التغيرات في الإنتاجية في أعمال هوثورن لشركة الكهرباء الغربية (Hawthorne Works of the Western Electric Company). لقد لاحظ بأن التغييرات التي أُدخلت على الإضاءة والعمليات واستراحات العمل (زيادة أو نقصاناً) أدت إلى زيادة في الإنتاجية. لقد استنتج أن إشراك الناس في الأفكار والتغييرات (حتى غير العقلانيين أو غير الاقتصاديين منهم) يحسِّن المعنويات والإنتاجية. وأظهرت الاستنتاجات أن:

- الشكاوى ليست دائماً حول ما يبدو أنها عليه، بل قد تكون نتيجة لبعض الاضطرابات الشخصية.
- جميع الإجراءات في المنظمة يتم إعطاؤها معنى اجتماعي. قد يكون المعنى المُدرَك والمقصود مختلفاً جداً.
- سلوك الشخص في عمل ما هو نتيجة لأكثر من تعليمات أو توصيفات وظائف. إنه متأثر بالشخصية والقيم والمواقف التي عبَّر عنها زملاء العمل.
- حالة العمال مهمة جداً ويتم تحديدها من خلال الطريقة التي يفهم بها العامل بيئة عمله.
- هناك منظمة غير رسمية داخل أي واحدة رسمية. ويتكون هذا من علاقات ونماذج اتصالات وتصورات.

تمت مهاجمة وجهة نظر الإدارة العلمية من قبل Herbert Simon (1946)، الذي احتج بأن مبادئ الإدارة العلمية كانت غامضة ومتناقضة. إن تحول العلماء نحو أهمية التخصص، وسلسلة القيادة، ووحدة القيادة (رئيس عمل واحد)، وتوسُّع التحكم (مرؤوسين جيدين)، ومستويات السلطة بحدها الأدنى حظيت جميعها بقبول واسع.

تم إدخال الدافع على أنه أحد مفاهيم الإدارة من قبل A. H. Maslow في خمسينيات القرن العشرين. حدد Maslow أن لدى جميع الأشخاص تسلسل هرمي للاحتياجات:

١- البيولوجية (الأكثر أساسية): الجوع والدفء والراحة.

٢- السلامة: الحماية من الخطر.

٣- التنشئة الاجتماعية: الحب والمودة والانتماء.

٤- احترام الذات: الاستقلال والكرامة والاحترام.

٥- تحقيق الذات: تحقيق لإمكانات المرء من خلال الكفاءة والإبداع والإنجاز.

قدَّم E.H. Schein نظرية الرجل المعقد في ستينيات القرن العشرين. لقد اعتقد Schein بأن دراسة نظرية الإدارة كان مُبسَّطاً جداً، وأنه لا يوجد أسلوب وحيد للإدارة يمكنه أن ينجح في تحسين الأداء لجميع العمال. قد تكون دوافع الشخص معقدة للغاية وعرضة للتغيير على مر الزمن. لقد اعتقد بأن وجود مستوى عال من الرضا لا يؤدي بالضرورة إلى زيادة الإنتاجية.

قدم Peter Drucker في ستينيات وسبعينيات القرن العشرين "الإدارة بالأهداف" لتشمل أساسيات الإدارة الإستراتيجية من خلال وضع أهداف للكادر وتقييم إنجازاته. لقد اعتقد بأن تحقيق اللامركزية كان إلزامي، وذلك لمواجهة التغيرات المفاجئة وإلى الاستفادة من الأوضاع الجديدة.

زعم Peter Senge في وقت مبكر من تسعينيات القرن العشرين بأن تلك المنظمات القادرة على تحقيق اللامركزية في القيادة لتعزيز قدرة جميع الناس على العمل بشكل منتج نحو أهداف مشتركة ينتج عنها منظمات تعليمية قادرة على التغير السريع. وذلك فقط المنظمات التي تتسم بالمرونة والتكيف والتفوق بالإنتاجية. إن لدى جميع الناس القدرة على التعلم، ولكن الهياكل التي يعملون فيها غالباً ما تكون غير مشجعة على التعلم لأنها تفتقر إلى الأدوات والإرشاد للموظفين لإعطاء الحالات التي يواجهونها معنى.

لقد تم النظر دائماً إلى التمكين على أنه محفِّز لدرجة عالية وفعال للغاية، ولكنه لا يُستخدم إلا قليلاً؛ لأن القادة غالباً ما يرغبون ويتحكمون بالسلطة والفعالية. تم وعلى مر التاريخ تنفيذ قيادة التمكين عندما كان "لإنهاء العمل" الأولوية على التحكم. إن التمكين بوصفه أسلوب إدارة يخوِّل الموظفين أداء عملهم من دون الحاجة إلى الحصول على موافقة من المشرفين. ومع ذلك، فإنه يُحَمِّل الموظفين المسؤولية أيضاً عن أعمالهم ونتائج المشاريع التي يضطلعون بها. لا تقبل الإدارة التقليدية التمكين لأن المديرين يترددون في التخلي عن السيطرة. تتطلب برامج التمكين الفعالة إعادة هيكلة وإعادة تعلم للمسؤوليات من قبل المدراء والموظفين.

الغرب يواجه الشرق
West Meets East

يتغير أسلوب الإدارة بصفة عامة، مثل المجتمع، من الولايات المتحدة والمنظمات الأوروبية إلى منظمات الشرق الأقصى. إذا قمنا بتبسيط الأساليب، فإنه يمكن وصف أسلوب الإدارة الغربية بأنه مفتوح ومباشر ومجابه، مشدداً على الربحية قصيرة الأجل. يشدد أسلوب الإدارة الشرقي على الأقدمية والعلاقات والروابط العائلية، مشدداً على الربحية طويل الأجل والتوظيف. قد تتقلص الفوارق مع تقدم العولمة وتعاظم التحديات المالية ربما بأخذ الأفضل من كلا الأسلوبين ودمجهما في أسلوب واحد، ولكن الأرجح بأخذ صفات كلا الأسلوبين التي تحسِّن الفرص لبقاء الاقتصاد واستمراره.

أجرى Arthur Andersen ومركز Batey للأبحاث والمعلومات (Batey Research and Information Centre) مسحاً في عام ١٩٩٧م فحص الاختلافات في أساليب الإدارة من وجهة نظر كبار المدراء التجاريين التنفيذيين (٤٠٥) أنفسهم[١]. وعلى الرغم من أن النتائج تدعم موقف استمرار اختلاف أساليب الإدارة، إلاّ أن النتائج تشير أيضاً إلى أساليب متقاربة. على سبيل المثال، إن "الاحترام من قبل مجتمع الأعمال التجارية" و"الحصول على راتب جيد" تم تصنيفها أولاً وثانياً على أنها مؤشرات لمدير جيد من قبل المدراء التنفيذيين الشرقيين والغربيين. في حين أن المديرين الغربيين يضعون قدراً كبيراً من التركيز على المبادرة ويتخذون قرارات من جانب واحد في كثير من الأحيان "كرؤساء عمل"، يفضل المديرون الشرقيون في أغلب الأحيان الاجتماعات الشخصية وتطوير الاتفاق بالآراء. يميل المديرون الغربيون إلى البقاء ضمن حدودهم، والتركيز على النتائج بدلاً من الوسيلة التي يتم فيها انجاز المهمة، في حين أن المديرين الشرقيين يقدِّمون عادة الأهداف التفصيلية والتعليمات والجداول الزمنية ويتجاوزون تحديد مهام مجموعاتهم إلى الطريقة التي يمكن فيها لعملهم أن يتفاعل مع مجموعات أخرى.

تتفق الغالبية على أن الكثير من عولمة السوق ناجمة عن التوسع في المنظمات الغربية نحو فرص سابقه غير مُستغلّة أو محدودة (الأسواق، وقدرات الإنتاج على حد سواء). لقد درس المديرون التنفيذيون الشرقيون هذه الطرق بدقة واعتمد البعض منهم صفات خاصة بهم، كما أشير آنفاً، على الرغم من أنهم قد لا يتبنون الطرق الغربية. ومع ذلك نادراً ما يتلقى المديرون التنفيذيون الغربيون تدريباً في أساليب الإدارة الشرقية، وإن كانت هناك استثناءات. إن التحديات بالنسبة إلى المديرين الشرقيين والغربيين هي التعلم والاستمرار في أن يكونوا منفتحين لتلك الممارسات في كل منطقة من مناطقهم الخاصة، التي لا تعمل فقط في مجالهم الأساسي، بل أيضاً في المجالات التي يمكن أن يتوسعوا فيها أو خلاف ذلك يتصلوا فيها. يستطيع مديرو الهندسة من خلال التوصل إلى فهم الخصائص التاريخية والمنطقية والمحددة لكل أسلوب اعتماد الممارسات التي لا تتعارض إلى حد ما مع الممارسات التجارية

---

(١) Asia 21, 16-19, September 1997.

المقبولة التي من شأنها أن تؤدي إلى فشل المشروع، أو فقدان التحالفات الإستراتيجية، أو فقدان الموارد التكنولوجية والبشرية. وهناك فرق بسيط، على سبيل المثال، يواجه المدير الغربي مباشرة المشارك الشرقي علانية بشأن خلاف (في مقابل أخذ الوقت لمناقشة القضية على المستوى الشخصي سراً) يمكن أن يؤدي إلى ضرر لا يمكن إصلاحه بالنسبة إلى علاقة أو تحالف. أحياناً حتى الحقيقة بأن الضرر قد حدث لا يتم الاعتراف به من قبل المدير حتى تصبح الآثار طويلة الأمد واضحة (على سبيل المثال، انحلال التحالف، أو الانخفاض في الإنتاج، أو فقدان الموظفين). يمكن توقُّع نتائج سلبية مماثلة إذا تحكم المدير الشرقي على نحو صارم بالمهندس الغربي بدلاً من "السماح له القيام بعمله". إن إدخال المرأة إلى بيئة العمل لا يزال متباعداً جداً فيما بين بعض الثقافات. عندما جاءت ثقافات الإدارة الغربية لتتبنّى وتعزِّز (بالقانون) التوظيف المتساوي بين الجنسين، كان لدى الفروق الاجتماعية في مناطق أخرى من العالم وجهة نظر مختلفة كثيراً عن المرأة في الأعمال التجارية والأنشطة الدينية من حيث ما قد تعنيه المساواة. يمكن لهذه الاختلافات بكل تأكيد التأثير على فرص العمل أو الإدارة إذا كان الشخص امرأة. يبدو في الوقت الراهن، من وجهة نظر غربية، أنه ليس هناك إجابة جيدة على ما نعتبره مشكلة وعدم مساواة غير مقبول. يكفي أن نقول إنه يجب دراسة فرص جديدة في الشرق (وغيره) بعناية فيما يتعلق بهذه المسألة، وأنه يجب أن تُناقش ما بين المديرين التنفيذيين من الذكور والإناث لبناء أسلوب المنظمة للحفاظ على الانسجام داخل المنظمة.

إن استخدام الموجِّهين ذوي الخبرة، والاستشاريين الخارجيين الذين هم على دراية بالمجال والأساليب والتدريب والتعليم لهذه الموضوعات يمكن أن يساعد على جعل التجربة ناجحة ومفيدة.

التنوع الثقافي
Cultural Diversity

إن الهندسة في الطب في الولايات المتحدة هي اختصاص مهني متعدد الثقافات. إن مهنيي الهندسة المُدرَّبين ومهنيي الهندسة في التدريب يجلبون معهم تنوعاً في كل جانب من جوانب الشخصية تقريباً (على سبيل المثال، اللغة والدين والحياة المنزلية)، والتجربة المهنية (على سبيل المثال، التعليم والتعرض لمستوى التكنولوجيا). إضافة إلى هذه العولمة في الصناعة والجهود الإنسانية ذات الصلة بالتكنولوجيا التي تُبذَل في مختلف أنحاء العالم، يصبح من الواضح كم هو مهم بالنسبة للمديرين الهندسيين تطوير فهم للاختلافات الثقافية وإستراتيجيات من أجل التغلب ليس فقط على العقبات، وإنما أيضاً للاستفادة القصوى من هذه الاختلافات لتعزيز نجاح المشروع. وقد تشمل العوائق الرئيسية ما يلي:

- سوء جودة الاتصال والتفاهم، مما يؤدي إلى أخطاء في التطوير الفني و/أو تنمية المشاريع.
- عدم القدرة على تطابق التفاهم الاجتماعي الشخصي والتجربة مع هذا المجتمع، وذلك سواء عندما يدخل مهندس أجنبي إلى مجتمع الولايات المتحدة أو عندما يدخل المهندس الأمريكي مجتمعاً أجنبياً.

- التطبيق غير الصحيح لتحليل المخاطر/ التكلفة/ الفوائد على هذا المجتمع.
- عدم القدرة على توفير خدمات الدعم المناسبة (على سبيل المثال، مواد الغذاء الثقافي، والخدمات الدينية، ومرة في يوم ما لأغراض خارج نطاق الممارسة الأساسية الأميركية للأعمال التجارية) لتلبية الاحتياجات لكامل المهنة تبعاً للوضع الثقافي الذي كان قد تم وضعه فيه.

لا تخصص المناهج الدراسية الهندسية عادة قدراً كبيراً من الوقت لمعالجة هذه القضايا. وبالمثل لم يتم في الصناعة وضع الكثير من الوقت جانباً لإعداد مديرين أو مهنيين عاملين من أجل المهام الصعبة والحساسة بعض الأحيان لمعالجة الاختلافات الثقافية. ومع ذلك، فقد خلصنا من تجربتنا إلى أن الأساس الفكري المتبادل للهندسة، بغض النظر عن التنوع الثقافي، يمكن أن يوفّر خلفية متينة ينبغي السعي إليها ويفهم طبيعة زملائنا واحتياجاتهم واحتياجات مجتمعاتهم.

إن الخطوة الأولى في معالجة التنوع الثقافي هي تعزيز الاهتمام بين مهنيي الهندسة والطلاب من خلال استكشاف وتجربة التنوع الثقافي مباشرة؛ قد يأتي ذلك بشكل تبادلات للموظفين، أو تعلم المطلوب، أو تجربة العمل جنباً إلى جنب. في حين أن طبيعة اختلافاتنا الثقافية يمكن أن تتغير من علاقة إلى علاقة، فإن الرغبة في البحث عن معلومات حول مبادرتنا الخاصة، وطرح الأسئلة حول مسألة قد تكون غير واضحة وتبقى غير محكوم بها ومقبولة، يمكن أن تقطع شوطاً طويلاً نحو تعزيز التفاهم. إن تعيين موجّهين عانوا التجربة فعلاً وعالجوا بنجاح ما يمكن توقعه من قبل المهندس الأقل خبرة هو أيضاً طريقة ممتازة لمعالجة قضايا التنوع الثقافي. لا يستطيع هذا النوع من الموجّهين أن يعلّموا الزميل المختلف ثقافياً فقط بل أيضاً الزميل الأقل خبرة الذي يعاني من التنوع الثقافي لأول مرة.

ينبغي عدم تخفيض قيمة الاستفادة من التنوع الثقافي إلى الحد الأدنى أيضاً. كما ينبغي أن يسعى المهنيون الذين يشاركون في مشروع متنوع ثقافياً إلى زملائهم ذوي الخبرة الذين من المحتمل أن يكونوا قادرين على المساهمة في القضايا المحددة التي يمكن أن تواجه الإدارة والمهني العامل. في حين أن حاجز اللغة هو مسألة يتم التعرف عليها بسهولة حيث إن قيمة التدخل الجماعي مفهومة، فإنه يمكن من خلال مراجعة مماثلة لأهداف المشروع والتصميم النظري تجنب سوء الفهم أو الأخطاء أو فشل المشروع والاستياء الشخصي أو المهني.

العملية الإبداعية

The Creative Process

يجعل العديد من المنظمات أرباحه اليومية على "اللحوم والبطاطا" فاعلة بالضبط أفضل ما قد فعلته وبشكل روتيني. ليس هناك أي خطأ في هذا ما دام هناك نزعة إلى روتين (١) لا يؤثر على قدرة المنظمة على القيام بأمور أفضل أو أرخص أو أكثر أمناً؛ أو(٢) لا يعيق الابتكار الذي يمكن أن يساعد على ضمان النجاح في المستقبل؛

أو(٣) لا يخلق بيئة عمل تعيق الطبيعة الإبداعية لموظفيها بحيث لا يمكن تلبية جزءاً هاماً من احتياجات شخصيتها الأساسية. إذا كانت المنظمة لا تقبل التحدي لفعل الأشياء على نحو أفضل أو أرخص أو أكثر أمناً، وقد يظهر منافس ويأخذ تلك اللحوم والبطاطا من على الطاولة تماماً. إذا توقف خط منتجات جديدة، أو مشاريع جديدة، أو عملاء جدد، يمكن للمنظمة أن تتلاشى ببطء، أو أن تصبح هدفاً لعملية استحواذ. إذا كان الموظفين المبدعين غير مزودين بوسيلة للتخلي عنهم، قد يترك الموظفون أو يصبحوا غير فعّالين عندما تكون المنظمة أكثر حاجة إليهم.

إن العملية الإبداعية هي كل شيء عن بناء فريق العمل، والعمل الجماعي، وحل المشاكل، والتفكير الإبداعي المنتج. إذا قفزت مجموعة إلى حل المشاكل أو التفكير الإبداعي من دون بناء فريق أو أن يكون لديها عمل جماعي مصقول، فقد يشعر العديد من المشاركين بأنهم مقيَّدون أوقد يفضلون عدم التعبير عن أنفسهم بحرية في حال أن هناك آثار سلبية على العملية الإبداعية. قد لا يعرف الآخرون كيفية المشاركة. يحتاج المهندسون إلى أن يكون لديهم مفهوماً وتصوراً للفريق وتقديراً لمكانتهم ضمنه، من أجل الشعور بالراحة بشكل روتيني متبادلين الأفكار التي لم يتم التفكير فيها ملياً بالكامل. كما أنهم بحاجة إلى معرفة أن العملية نفسها ليست خاطئة ؛ على سبيل المثال، أن العملية سوف تلتقط فكرة يبدو أن لديها إمكانات ولكن هذا في النهاية خاطئ بدون الاعتبار السليم من قبْل أن يوجهها شخص ما إلى الاستخدام. وعلى العكس، فإنهم بحاجة إلى معرفة أن تلك الأفكار التي لديها إمكانات سوف لن تتعرض للسخرية، أو الإيقاف، أو التنحية جانباً بسبب وجهة نظر أو عيوب شخص واحد.

يقترح بعض المتحمسين للعملية الإبداعية أنه ينبغي لتبادل الأفكار أن يكون حدثاً مجدولاً، مع فرض قيود على حجم المجموعة وبدلات الوقت. في حين لا يوجد أي سبب لعدم عقد مثل هذه الاجتماعات، فإن التفكير الإبداعي يحدث فعلاً على مدار اليوم والشهر والسنة. إن تطوير بيئة يكون فيها لتبادل الأفكار حرية مدعومة في جميع الأوقات، حتى عندما يكون الموظف في المنزل أوفي عطلة، قد يكون وسيلة أكثر فاعلية لالتقاط تلك الأفكار التي تحدث لأشخاص من نوع خاص في جميع أنحاء عملهم. قد يكون هذا في شكل تطوير بيئة يتم فيها تشجيع كل موظف على تدوين أفكاره عندما تظهر، وتقديم طرق مختلفة يمكن من خلالها نقل ومناقشة أفكاره مع الآخرين. لا يبدع بعض المفكرين المبدعين كثيراً عند الطلب، ولكن يمكن أن يسمحوا لتفكيرهم الإبداعي بالتدفق عندما تكون البيئة مناسبة لهم.

لقد قيل الكثير حول قيمة الاجتماعات، وبالتأكيد يؤثر الاعتماد الزائد على البريد الإلكتروني والاتصالات الأخرى والراحة معها على الحاجة إلى الاجتماعات وجهاً لوجه. مع ذلك، فإن الحجج ضد الاجتماعات وجهاً لوجه يجب أن تكون أكثر وزناً مقابل القيمة الجوهرية للمواجهة وجهاً لوجه، حيث قراءة لغة الجسد للشخص للحصول على إشارات، واستجابة فورية وغير محمية. يحتج الكثيرون بأن الاجتماعات وجهاً لوجه مكلفة للغاية. على سبيل المثال، لقد رأينا إحدى الحجج تشير إلى أن أحد الموظفين دفع حوالي ٤٠٠٠٠ دولار سنوياً بتكلفة ٣٠٠

- ٤٠٠ دولار أمريكي للساعة الواحدة في الاجتماع الواحد. على أي حال، يكفي القول أن المحتج لم يكن المدير المالي (CFO)، ولا شخص جيد جداً في الرياضيات. وبشكل مشابه، فقد وجدنا أن مهنيي الهندسة يتركون طريقتهم عادة (على سبيل المثال، حضور اجتماع عشاء ليلي ليس على حساب وقت الشركة، على الرغم من أن الشركة قد تشتري العشاء) للمشاركة في العملية الإبداعية في حال كانت البيئة مناسبة للعملية، وإذا تم تقديم المخرَجات الإبداعية القابلة للتطبيق.

لقد وضع الميسِّرون بعض الهياكل الأساسية من أجل تبادل الأفكار، وحل المشكلات، والتفكير الإبداعي. على سبيل المثال، إن لدى بعض البرامج قسم أول حيث يتم أخذ جميع الأفكار، من دون السماح بأي تعليق سلبي. يسمح القسم الثاني بفترة اعتبار خاصة من قبل مجموعات صغيرة. يجلب القسم الثالث كل المجموعات معاً مرة أخرى لدراسة النتائج التي توصلوا إليها، وتشجيع مزيد من المناقشة. وتجدر الإشارة إلى أنه ليس كل المجموعات أو الأشخاص يستجيبون بشكل جيد (أي بشكل مبدع) إلى هيكل محدد. ينبغي للمجموعات والأشخاص أن يساعدوا في تحديد الهيكل، بدون "برنامج مُعلَّب" مقبول على نحو اعتباطي دون هذا الدخل. إنه مثل القول: "مهلاً، دعونا جميعا نفكر بشكل مبدع، ولكن داخل هذا الصندوق". شهدنا بعض التوصيات بأنه ينبغي للمديرين الحفاظ على ملف سري عن كل موظف. والغرض من القيام بذلك ظاهرياً هو أن يراقب المدير الإنتاجية لأغراض إدارة الوقت. في حين أن مثل هذه الأنشطة يمكن أن تعمل بشكل جيد بالنسبة إلى العمليات من النوع "أدر الكرنك" فقط، إلاّ أنها تعمل بشكل سيء بالنسبة إلى العملية الإبداعية. يوجد عادة مهني إدارة محاسبة/وقت مهتم في الحصول على أكبر ربحية من العمليات الموجودة، ولسوء الحظ، لا يوجد في كثير من الأحيان مكان داخل النماذج للإبداع، على الرغم من أن رواتبهم وتلك للجميع داخل الشركة قد تتوقف في نهاية المطاف على ذلك الإبداع والعمليات الأساسية التي قد تكون نتجت عن إبداع ماضي.

ينبغي وباختصار تطوير العملية الإبداعية في كل مؤسسة. وعلى الرغم من أنه قد يتم تقديم اهتمام أكثر لها في مجموعات معينة (مثلا، البحث والتطوير)، إلاّ أنه من المهم أن ندرك أن الإبداع هو جزء من الطبيعة البشرية. البعض أكثر، والبعض أقل، والبعض بطريقة واحدة، والبعض بأخرى، والبعض الذي قد يكون مفيداً للمنظمة في مهمتها، والبعض الذي قد لا يكون مفيداً للمنظمة، وغيرها في تطوير بيئة عمل جيدة للجميع.

مهارات الاتصال
Communication Skills

تؤثر الاتصالات على جميع جوانب الأعمال التجارية بالرغم من إدراكنا أهمية الاتصالات في سد ثغرات التنوع الثقافي. تعد مهارات الاتصالات ضرورية للقيادة. إن قدرة المدير على التواصل وربط الأهداف التنظيمية إلى

الأشخاص الذين يتم منحهم القيادة مرتبطة مباشرة بنجاح هذا المدير. يجب على مدير الكادر الفني ضمان جريان الاتصالات في كلا الاتجاهين لتحقيق النجاح.

من المهم الإدراك أن الاتصال يمكن أن يكون شفوياً أو مكتوباً أو يفسره العمل - عمل الشركة (مثلا، عدم وجود تمويل لخلاف ما تم تفسيره وتوقعه بالنسبة إلى الآخرين على أنه برنامج أو قطاع هام)، أو العمل من قبل الشخص (على سبيل المثال، لغة الجسد). إذا قدَّمْتَ رسالة لها معنى واحد ولكنك نقلتَ رسالة مختلفة بواسطة واحدة من طرق الاتصال الأخرى، فينبغي ألا تندهش إذا أصبح الكادر مشوشاً أو واضحاً في الدعم أو انعدامه الناتج، أو متجمداً في المكان.

يعتبر اختصاص إدارة المخاطر دائماً تقريباً أن الرسائل المكتوبة والتوثيق مقبولان وذوا دلالة للممارسة المرجوة أكثر من الرسائل المنطوقة؛ إلاّ إذا كانت الرسائل المكتوبة والتوثيق لا يليهما ممارسة فعلية بشكل متكرر على مر الزمن (وهو حدث غير سار يعيد نفسه في أحيان كثيرة جداً). قد تكون الرسالة الفعلية المنقولة إلى أعضاء الكادر المختلفين مختلطة ومختلفة جداً نتيجة لحزمة الاتصال الكلية التي يقدمها مدير واحد للكادر، مقابل ما يمكن أن ينقله ذلك العضو من الكادر بعدئذ إلى الآخرين، أو مقابل ما يقدمه مدير آخر. إن أحد الأمثلة البسيطة على ذلك يمكن أن يكون نقل كبير مديري الإدارة التنفيذيين إلى مديره للبحث والتطوير التابع له الحاجة إلى إكمال المشروع ضمن قيود الميزانية والوقت؛ قد ينقل المدير الرسالة، ولكن مختلطة، من خلال إزاحة بصره عن كادره الهندسي مما يمكن تفسيره من قبل الكادر أن أحد أوكلا الهدفين غير واقعيين أو أن نتيجة عدم القدرة على تحقيق الأهداف يمكن أن ينشأ عنها بطالة.

يمكن أن يتضرر الاتصال بالعديد من الأنواع المختلفة للحواجز. إن الحواجز المادية للاستماع الجيد غالباً ما تكون بيئية؛ حار جداً أو بارد جداً أو محيِّر. توجد الحواجز النفسية في شكل من أشكال الإجهاد، والحكم المسبق على المواد أو المتحدث، أو التجوال من قبل المتحدث. ينبغي أن يدرك المدير وجود هذه الحواجز، وينبغي أن يضع بيئة لا يُحتمل فيها وجود مثل هذه الحواجز.

هناك عدد من أخطاء الاتصالات التي تؤدي إلى نتائج عكسية ينبغي تجنبها، مثل:

- عدم تحية الآخر.
- اتصال العين قليل جداً أو مكثف جداً.
- جعل الشخص ينتظر.
- استقبال المكالمات الهاتفية أو العمل في مشاريع أخرى خلال الاجتماع.
- المقاطعة.

- استخدام كلمات أو تعابير لا معنى لها أو الخلط بينها.
- تعتيم أو تزيين الرسالة.
- الاستماع السيئ.
- بناء البيئة المادية أو النفسية التي لا تساعد على تعزيز مناقشة صادقة.

لا تنطبق هذه الأخطاء على المناقشات والاتصالات داخل المنظمة فقط، ولكن أيضاً على الاتصالات (مثل اتصالات خدمة العملاء) التي قد تكون لدى المنظمة مع الآخرين خارج المؤسسة. يمكن أن تكون بعض أخطاء الاتصالات هذه موجهة داخل المنظمة إذا تلقى المديرون التدريب الكافي، وفهموا طرق تخفيف الأخطاء، وتقبّلوا النقد البناء المبني على أساس الممارسة الفعلية. ينبغي تجنب النقد القائم على المواجهة (، على سبيل المثال، خلال مراجعة الراتب) دون استعداد مسبق بتدريب وخبرة كافيين؛ تشير مثل هذه الأنشطة إلى مزيد من الحاجة إلى إعادة تدريب المدير على الاتصالات. إن المدير الذي يمارس فن الاتصال الفعال لن يفكر أو يفترض أبداً أن يكون لدى أعضاء الكادر جميع المعلومات الأساسية بالنسبة لأدائهم المُرْضِ لواجبات الوظيفة.

يمكن أن يقوم الموجِّهين بمساهمة هامة لتحسين الاتصالات. إذا كان يمكن رؤية الموجِّه من قبل الشخص الذي يتم توجيهه (mentee) بصفة مهتم أولاً في التطوير المهني للشخص الذي يتم توجيهه، وربما فقط ثانياً في نجاح المنظمة في القضية الخاصة، فإنه يمكن إيصال رسالة النقد على نحو أكثر فعالية لأن الشخص الذي يتم توجيهه قد يكون مستعداً للاستماع بشكل أفضل. يمكن أن يكون الاستشاريون الخارجيون مفيدين حيثما يتضح من خلال المراجعة أو المصادفة أن أنظمة الاتصالات لديها مشاكل.

من المهم فهم ودعم أن الاستماع هو مسؤولية جميع الأطراف، بما في ذلك الإدارة المخضرمة جداً، التي قد تقاوم انتقاد قدراتها أو أنظمتها التي قد تم وضعها، أو الموظفين الجُدد، الذين قد يكون لديهم خبرة محدودة في الاستماع. يتطلب الاستماع التركيز. وغالباً ما يؤدي التواصل السيئ إلى أداء دون المستوى الأمثل.

الكلمة المكتوبة
The Written Word

قد يكون الكثير من الكتابات التي يُحضِّرها المهندس ذات صلة جيدة بالمسائل التقنية، على سبيل المثال، مراجعة التصميم ذو العلاقة بالمفاهيم (conceptual)، أو توزيع موارد المشروع، أو تفاصيل الاجتماع، أو توصيات الخدمة، أو تعليمات المستخدم. وعلى عكس الاتصالات الشخصية المكتوبة التي يمكن أن نقوم بها للأصدقاء والعائلة، يمكن النظر إلى وثائق الأعمال التجارية على أنها سجلات دائمة بعد إنهاء المشاريع التي تم كتابتها من أجلها بفترة طويلة، أو بعد رحيل الأشخاص الذين ألّفوها أو قرءوها بفترة طويلة عن المنظمة. وبشكل مشابه، على

عكس المناقشات الشفهية التي قد نجريها مع زملاء العمل أو الزبائن أو الآخرين، حيث الحوار المتضمن تبادل وجهات النظر المقدمة، فإن الوثائق المكتوبة لا توفّر تبادل فوري للمعلومات أو الاهتمامات أو توفّر فرصة لاستخدام الطرق الأخرى للاتصال (على سبيل المثال، لغة الجسد أو تعبيرات الوجه) لتأكيد الفهم أو الالتباس. نتيجة لهذه العوامل وغيرها، فإنه من المهم أن يكون المهندسين مهرة في فن كتابة الأعمال التجارية. ينبغي لكل منهج هندسة أن يعلّم الكتابة الفنية، وينبغي أن يتناول جميع أنواع وثائق الأعمال التجارية المعتادة، وينبغي أن يحدد الأخطاء المحتملة وطرق تفاديها. بالإضافة إلى ذلك، ينبغي أن يوفّر صاحب العمل تدريباً مركّزاً على طرق كتابة الأعمال التجارية وسياسات وإجراءات متعلقة بكتابتها ؛ يمكن أن يكون التوجيه مفيداً للغاية لتقديم نقد مستمر وغير منحاز للأمثلة الفعلية لكتابة عمل تجاري.

إن أحد الأسئلة الأولى التي ينبغي طرحها هو"أي نوع من الوثائق هي، أو ينبغي أن تكون؟" على سبيل المثال، بعد تلقي تقرير مستخدم من الميدان، بخصوص تحديده المُفترض لقيد في الاستخدام الآمن لمنتَج، فإنه من المهم الأخذ في الاعتبار إي وثيقة (وثائق) سوف تستجيب بشكل أفضل لمعالجة المسألة (المسائل) التي نشأت. ويمكن لرسالة خدمة زبون موجهة إلى الزبون الذي قدم التقرير أن تكون مبررة، وربما مذكرة إلى الشؤون التنظيمية، وربما تعليم المستخدم الجديد، مع التأكيد على الطرق الصحيحة لاستخدام المنتَج، والنتيجة (النتائج) المحتملة لسوء الاستخدام.

والسؤال الثاني الذي ينبغي سؤاله هو"من هو المُرسَل إليه؟" ربما ستكون الكتابة ذات طبيعة حساسة إلى المحامي القانوني داخل المنظمة، أو إلى المستخدم الذي ليس مهندساً أو خريج إحدى الكليات أو المدارس الثانوية، أو إلى المهني الفني الذي يجب عليه إجراء تغيير في الصفة المادية أو الفيزيائية.

والسؤال الثالث الذي ينبغي سؤاله هو"ما هو الهدف من الوثيقة المكتوبة؟" قد تكون لمساعدة المستخدم الذي لديه مهارات قراءة من الدرجة السابعة، ولفهم كيفية استخدام المنتَج بأمان. قد تكون للفت انتباه محام إلى أن مضاعفات خطيرة قد تكون على وشك الحدوث، أو لإقناع الإدارة العليا لتمويل مشروع، أو لنقل معلومات أو توجيهات فنية لزميل أو كادر.

إن لهجة ومضمون الكتابة يمكن أن يصبحا أكثر وضوحاً بعد أن يتم طرح هذه الأسئلة الثلاثة الأولية والإجابة عليها. يمكن أن تكون الكتابة مباشرة ولطيفة وصادقة، ويمكن أن توفر التركيز المناسب، ويمكن أن تكون مكتوبة بمستوى مناسب للمرسَلة إليهم. يمكن أن يكون التركيز في شكل من أشكال التعامل مع الكلمة (أي تسميك الحروف (Bolding)، ووضع خط أفقي تحت الكلمة (underlining)، والكتابة بأحرف كبيرة (capitalization)، وإمالة الحروف (italicization))، أو صناعة الكلمة (word-smithing). من المهم تجنب استخدام اللغة التمييزية، أو التعتيم،

أو التزيين للمسألة، وتجنب التركيز الزائد (مثلاً، الصراخ، أو CAPS في رسائل البريد الإلكتروني) عندما لا يكون مُشاراً إليه أو ضرورياً. من المهم تحديد المسألة، لتفصيل ما هو متوقّع، والتأكيد على الفوائد بالنسبة للقارئ. وإذا كنت واثقاً من وجهة نظرك، فمن المفيد التأكيد على هذه الثقة.

يجب عدم النسيان أن الوثيقة قد تظهر حيث لا يُتوقع. ويمكن أن تُقرأ وتُفسَّر من قبل شخص لم توجَّه له. إذا تضمنت الوثيقة في القراءة الثانية (عادة ينبغي للجميع تبنّيها قبل إرسال الوثيقة) معلومات محددة في الكتابة لا تسهم في تحقيق الهدف من الوثيقة، فإنه ينبغي أخذها في الاعتبار للحذف أو التنقيح حتى يسهم كل ما تبقى في تحقيق الهدف. إذا تم الاعتراف بأن الوثيقة هامة أو حساسة بشكل خاص، فإن "رأياً ثانياً" قد يكون مجدياً، وقد يأتي هذا الرأي الثاني أحياناً من المتلقي الرئيسي الذي تم توجيه الوثيقة إليه.

يجب التذكر أن الوثائق المكتوبة قد لا تغني عن الحاجة إلى إجراء مناقشات بين الأشخاص، أو اجتماعات، أو تقديم وسائط إضافية (على سبيل المثال، شرائح عرض، وأشرطة فيديو، وجلسات تدريبية). ومن المهم أيضاً أن يكون المرء على دراية تامة بموقف المنظمة من وثائق الشركة. يمكن تعريف الوثائق التي تم إعدادها لأغراض أعمال تجارية على أنها منتجات أعمال تجارية، ومملوكة بالكامل للأعمال التجارية، وقد لا يُسمح للمرء استخدام هذه الوثائق أو الحفاظ عليها حتى داخل مكتبه. إن لدى العديد من المنظمات سياسات للاحتفاظ بالوثائق، ومن المهم أن يكون المرء على دراية بها.

التوجيه
Mentoring

إن التوجيه هو توفير الإرشاد من طرف ذي خبرة للذي قد يكون أقل خبرة عموماً، أو للذي قد يكون أقل خبرة في مجالات محددة فقط. تتضمن أهداف التوجيه ما يلي:

- تقديم التوجيه والسياسة والإجراء.
- التدريب الفني والتطوير.
- التطوير المهني والتنويع.
- إدارة الخطأ/المواضيع.
- النقد غير المنحاز والروتيني والذي لا يعتمد على المواجهة.

قد يحتاج الموجِّهين إلى تخصيص مسؤوليات إدارة؛ أي، إذا كان وضع الأعمال التجارية يقضي بأن يكون رئيس العمل هو الموجِّه أيضاً، فإنه يجب على الموجِّه المهني أن يكون قادراً على تخصيص العديد من المسؤوليات لرئيس عمله من أجل توفير فرصة لعملية التوجيه لكي تعمل. على الرغم من أن عملية التوجيه تهدف إلى مساعدة

الشخص الذي يتم توجيهه، إلاّ أن المرء كثيراً ما يغفل عن أحد جوانب العملية وهو أنه يجب تدريب الموجِّهين، ويجب أن يفهموا كيف يكونوا موجِّهين فعّالين. لا يمكن لجميع المهندسين ذوي الخبرة أو الاستثنائيين أن يكونوا حتى موجِّهين ملائمين من دون تدريب. وتشمل أوجه الشبه:

- على الرغم من أن الشخص قد يكون شخصاً عظيماً بمعايير ومعرفة عاليين، إلا أنه قد يكون أحد الوالدين الرهيبين.
- على الرغم من أن الطالب قد يكون لديه خبرة كامنة، إلا أنه يمكن للمعلم السيئ أن يعيق تحقيق الطالب لإمكاناته، وربما لمدى الحياة.

يمكن أن يكون التوجيه رسمياً أو غير رسمي، وعادة فإن قدراً من التوجيه (الذي قد يكون بسيطاً مثل الإظهار للأشخاص الذين يتم توجيههم بأن هذه هي الطريقة التي تُؤدى بها الأشياء) أفضل من لا شيء. لا يمكن توفير الحاجة إلى التوجيه من قبل المهندسين وحدهم ضمن مجموعة الأشخاص الذين يتم توجيههم؛ إن التوجيه من قبل فنيين ضمن شعبة منفصلة أو مجموعة منفصلة، على سبيل المثال مجتمع محلي مهني، غالباً ما يكون أكثر قبولاً لأن العلاقة تقع خارج القيود السياسية للعمل. يتفق معظم الخبراء على أن التوافق والاحترام هما أساس علاقة التوجيه.

إن توفير الاهتمام لتطوير برنامج الموجِّه ودعم جميع المشاركين في هذا البرنامج يمكنه توفير مزايا هامة في الرضا الوظيفي، والأداء الوظيفي في جميع مستويات التسلسل الهرمي للإدارة، واستبقاء الموظفين.

الدافع
Motivation

قد يعتقد المديرون أن الموظفين يعملون فقط من أجل المال أو المكافآت المادية. ولكن عندما تم السؤال أي المكافآت تحدث فرقاً، نادراً ما سجل الموظفون المال على رأس القامة، بدلاً من تحديد الاعتراف بالخدمات، أو المشاركة في صنع القرار، أو المكافآت بين الأشخاص. إن أداء الناس أفضل عندما تتم مكافأتهم على جهودهم، مع أنه ليس بالضرورة أن تكون المكافآت مالية دائماً. إن الطريقة التي يعامل فيها المدير موظفيه يمكن أن تكون مكافأة فعالة. تشمل المكافآت غير المالية الاعتراف العلني والثناء، وتوفير الفرصة لتوسيع نطاق مسؤولية العمل، والكلمات الرقيقة في مراجعة الأداء، وإبلاغ الإدارة العليا بالإنجاز.

إن التغذية الراجعة هي أحد الأشكال الهامة للدوافع. ينبغي أن تكون التغذية الراجعة بنّاءة إيجابية كانت أم سلبية. إن الثناء هو أسلوب غير مكلف لزيادة الروح المعنوية والدافع والإنتاجية. يستجيب معظم الناس للثناء من

خلال العمل بجد. ومن المحتمل أن يخفّض أولئك الذين يشعرون بأنهم غير مقدَّرين ما يبذلوه من جهود، معتقدين أن الإدارة لا تهتم بذلك.

ينبغي أن يضمن المدير بأن الانتقادات يمكن تفسيرها بشكل واضح على أنها نقد للسلوك أو الأداء، وليس للشخص. يجب على المديرين أن يتحملوا كامل المسؤولية عن نقل تصورهم للعمل إلى الموظفين. إن التغذية الراجعة المجدية فورية. إن أحد الأشياء الأولى التي ينبغي للمديرين أن يسألوها لأنفسهم قبل النقد هو تحديد ما إذا كان يجب على الموظف أن يكون قادراً على أداء المهمة المطلوبة بالمهارات الحالية. إذا كان الجواب بالنفي، فإن مسؤولية المدير والمنظمة مراقبة أنه يتم توفير التدريب المناسب لهذا الموظف.

يمكن أن يكون التدريب وفرص التعليم دوافع فعالة. أنها تثبت أن المدير يعترف بإمكانية الموظف، وأنه مهتم بتقدم الموظف، وأنه يتوقع توسيع مشاركة الموظف داخل المنظمة. إن من واجب المدير الاعتراف بقيمة الفرصة ومن واجب الموظف فهمها. قد يكون الموظف بحاجة إلى الوقت لكي يتم تخصيصه في الجداول ومهام المشروع من أجل الحصول على أقصى استفادة من التعليم دون أن يأسف الموظف لكونه بعيداً عن عمل محدد.

إن الموظفين المُحَفَّزين هم أولئك الذين يشعرون بالارتياح مع مهامهم والذين يعتقدون أن مديريهم يقدرونهم. من الضروري أن تكون معايير الأداء محددة بوضوح مسبقاً. إذا لم يكن المدير والموظفين على اتفاق حول ما هو متوقع، فمن المحتمل أن ينتج ارتباك وإحباط. يجب أن ينقل المدير وبشكل واضح الأهداف الفردية والتنظيمية. من المهم عند إسناد المشاريع شرح المهام بوضوح، حيث يحصل الموظفين في كثير من الأحيان على معلومات ناقصة أو رسائل متضاربة حول ما يُتوقع منهم إنجازه.

ينبغي تأسيس مناخ يعزز أسئلة الموظف عندما تتم إحالة العمل. قد يكون الموظفين محرجين من طرح الأسئلة لأنهم يخشون من أنها قد تبدو غير كفء. ينبغي توفير الخيار لطرح مزيد من الأسئلة في مواقع متعددة، ومن مشاركين مختلفين. يجب على المدير السماح للموظفين بأن يعلموا أنه يقدرهم وأنه يقوم بتزويدهم بالمهام لأنه حقاً يعتقد أنهم قادرين على إنجاز المهمة بامتياز. وينبغي له تحمُّل المخاطرة، ويعطي الشخص المكلف بالمهمة كامل المسؤولية عن التنفيذ الناجح للمهمة. إن التنظيم الفعال مبنياً من الموظفين الذين يرغبون في القيام بمهامهم وتحمل مزيد من المسؤولية.

لقد اكتشفت بعض المنظمات طرقاً للتعبير عن تقديرها واهتمامها بالنسبة للموظفين، مثل قضاء كادر الإدارة عدة أيام في السنة يعمل على "الخط" أو"الأرضية". هناك بعض الأشياء التي تحفّز الموظفين وتترك لديهم أثراً أكثر من رؤية مديرهم يتحدث معهم بنبرات عالية عندما يكون هناك ضغط عمل. إن تعطيل أيام إضافية أو بعد الظهر، والتي لن تحسب مقابل إجازة مدفوعة الأجر، قد نجح كذلك. يجب التحقق بالاشتراك مع أخصائي في الموارد

البشرية قبل منح أية مكافآت غير تعويضية/نفعية (benefit-type). إذا نفذت الأفكار الجديدة؟ ينبغي سؤال الموظفين عن ما من شأنه أن يكون ذا معنى لهم، وينبغي سؤالهم سنوياً. لا أحد أفضل من الموظف في معرفة ما سوف يثيره أو يحفّزه أو يكافئه.

يعمل الموظفون بجد وعلى نحو أكثر فعالية في بيئة إنسانية تعامل الموظفين على أنهم أشخاص عاملين في بيئة جماعية. تُعتبر السلالم الوظيفية هامة لتحفيز الموظفين نحو تحسين الذات. يمكن وضع السلالم الوظيفية لمنح المهنيين الفنيين الفرصة للانتقال من متخصصين وظيفيين إلى مديرين. يمكن أن تكون السلالم الوظيفية الكلاسيكية في الهندسة (على سبيل المثال، ألقاب جديدة، ومسؤوليات إدارة الكادر) صعبة البناء. إن اختيار المهمة تبعاً لتعقيد المشروع وأهميته قد يحل محل السُّلم الكلاسيكي. ومن المستحسن توفير الفرص من أجل التقدم كلما كان ذلك ممكناً. من الصعب بالنسبة للموظفين أن يكونوا راضين بالعمل في مقصورات في الوقت الذي لا ينطبق الأمر ذاته على الإدارة العليا، وخصوصاً إذا كانت الفروقات زائدة عن حدها. في حين أن معظم الموظفين يدركون الدلالات المالية لمكان العمل وحاجة المديرين لأن يكون لديهم مكان يسمح بالسرية، فإنه من المهم توفير أماكن عمل هادئة وخصوصية من أجل الموظفين المُلزَمين بالعمل في مقصورات.

تحفّز المكافآت المالية الموظفين بالتأكيد. إن معظم الكوادر على دراية بما يتم دفعه لأقرانهم وبالصفقات ذات المنافع المماثلة في أماكن أخرى. ومن السخف التفكير بأن الموظف الذي يستطيع، على سبيل المثال، حساب الزيادة التي تحدث في ارتفاع بناء Empire State Building عندما يكون القمر فوق الرأس مباشرة، فإنه لن يعرف كيفية تعويض زميله في منظمة منافسة. يحتاج المديرون إلى أن يكونوا مدركين لمسوحات الصفقات ذات المنافع والرواتب، وأنهم بحاجة إلى أن يكونوا على استعداد لنقل المعلومات إلى الموظفين وإلى الإدارة الأعلى.

تواجه المنظمات التي توظف مهنيين فنيين معضلة عامة: هي كيفية إنشاء أنظمة مكافآت وبيئات عمل تكون محفّزة لمهنيي وإنتاجية المنظمة معاً. إن إستراتيجيات الإدارة القياسية للتحفيز والمكافأة وقيادة العاملين غير الفنيين كثيراً ما تفشل في العمل لأولئك الذين يشاركون في الأبحاث والتطوير والهندسة، مما يؤدي إلى عمليات أداء تكون دون المستوى الأمثل بالنسبة للشخص والمنظمة. وحتى إذا كانت التعويضات المالية غير متوفرة (لسبب وجيه)، فقد يكون الموظفون متقبلين لبدائل إبداعية تحفيزية.

إدارة الأداء
Performance Management

تتطلب إدارة الأداء مشاركة كلا الطرفين في هذه العملية؛ المدير/المشرف والموظف. ويمكن تعريفها بأنها الاتصال المستمر بين الأطراف في حالة العمل، والمراجعات أو التغييرات المطلوبة، وأخذ الأداء في الاعتبار لتحسين

الجهود في المستقبل. كما أن إدارة الأداء ليست فقط المراجعة السنوية. تعاني فعالية عملية إدارة الأداء من الفترات الطويلة حيث لا يوجد اتصال. وتوفر أفضل العمليات ما يلي: الاستمرارية، والمراجعة والتغذية الراجعة الفورية، والتصحيحات في الوقت المناسب، والمرونة، والتدريب الذي يركّز على معالجة نقاط الضعف المعترف بها. يمكن أن تستبعد إدارة الأداء الفورية والمستمرة الجانب "المالي" من عملية إدارة الأداء، باستثناء، ربما، المراجعة السنوية ونصف السنوية. من المُعترف به، لسوء الحظ، أن المديرين والموظفين يمكن أن يكونوا غير مريحين بل وفي وضع دفاعي على حد سواء في المراجعات السنوية. ويمكن لحذف الجانب المالي أن يسمح لكل من المدير والموظف بالتركيز على الأحداث الفعلية التي تحدث، وعلى تحديد الدعم الذي قد يحتاجه الموظف من أجل التعلم، والتحسن والتقدم.

تتضمن قاعدة عملية إدارة الأداء تعريفاً واضحاً للعمل والتوقعات والطرق التي سيتم بواسطتها قياس الأداء والعملية التي سيتم استخدامها. يمكن للمديرين والموظفين أن يصبحوا محبطين حقاً على حد سواء بسبب التغيرات المستمرة في هذه العملية، أو التعتيم على التوقعات، أو إدراج توقعات غير محددة بشكل واضح أو سيئ، أو عدم القدرة على قياس الأداء. وعلى الرغم من أن هناك حاجة لبعض المرونة في العملية، فإن المنظمات التي لديها عشوائية، وعملية إدارة أداء مُنسَّقة بشكل ضعيف، أو التي ينقصها دعم كبير لنفسها عادة ما تسهم في المشاكل التي تنشأ بين المديرين والموظفين. إن المنظمات التي لا تحدد بوضوح علاقة المدير/الموظف، والتي لا تشجع تغذية راجعة فورية ومستمرة، يمكن أن تجد نفسها تضم مديرين غير فعالين وموظفين راكدين أو تائهين.

مراجعة الأداء
The Performance Review

إذا كانت عملية إدارة الأداء فورية ومستمرة، فإن مراجعة الأداء ليست بحاجة إلى إمعان النظر في أحداث معينة تحدث حوالي تاريخ المراجعة. بدلاً من ذلك، فإنه يمكن التركيز على قضايا أوسع مثل الراتب والترقية والتدريب والانضباط، وإنهاء الخدمة. وفي حين أن العديد من المديرين الهندسيين يودون تجنب مناقشة الانضباط وإنهاء الخدمة، فإن الجوانب المالية للمنظمة أو لمشروع محدد تحتاج أحياناً إلى تخفيض في الموارد البشرية التي يمكن أن تضم مهندسين جيدين ومنتجين. يمكن لمراجعة الأداء، إذا كانت منفَّذة بشكل صحيح ومستمر، أن توفر إحدى قياسات القيمة ومساهمة لنجاح المنظمة. ولسوء الحظ، إذا كان هناك عيب في العملية (على سبيل المثال، إذا كانت التوقعات مبالغ فيها إلى أبعد من المعقول، أو إذا كانت قابلية القياس مستحيلة)، أو مُنفَّذة بشكل غير متجانس، أو تفتقر إلى الموضوعية، فإن القياس لا طائل منه. ليس هناك عجب أن يصبح الموظفين في موقع الدفاع، أو يختاروا مغادرة العمل هناك، أو أنهم مثبِّطي الهمة بحيث يؤثر ذلك على الإنتاجية إلى الحد الذي لا يدركه أحد في جميع أنحاء المنظمة كلها، على سبيل المثال، توقع الأداء.

معايير مراجعة الأداء Performance Review criteria

ينبغي أن تكون المعايير مبنية على أساس العمل الفعلي وهي واجبات ومسؤوليات الوظيفة. لا شيء يمكن أن ينظر إليه بسخف بالنسبة إلى موظف أكثر من تقييم الأداء المبني على أساس معايير تقع خارج سيطرته. إن وضع مثل هذه المعايير خارج سيطرة المهني يؤدي في كثير من الأحيان إلى تساؤل الموظف عما إذا كانت الإدارة الأعلى أو المشرف المباشر يعرف فعلياً (أو يهتم لمعرفة) ما هي مساهمة مهني معين فعلياً.

إن إحدى طرق تصنيف المعايير هي قابلية القياس والسلوكية. يمكن تقييم المعايير القابلة للقياس من حيث التعابير الكمية والنوعية. على سبيل المثال، تم الانتهاء من جميع المشاريع في الوقت المحدد وفي حدود الميزانية؛ أو تم القيام بـ ٢٠ زيارة للزبون من أصل ٢٠ متوقعة؛ أو ارتفعت الربحية بنسبة ٥٪ بالغة الهدف المحدد، أو تم الانتهاء من المشاريع بطريقة مقبولة بالنسبة إلى المنظمة. إن المعايير السلوكية هي الإجراءات التي يمكن ملاحظتها أو وصفها (على سبيل المثال، فشَلْ موظف بالإضافة إلى آخرين في الوصول بالوقت المحدد، أو إسهامه دائماً في العمليات الإبداعية، أو نقله المستمر لرسالة المنظمة).

إن إحدى الطرق البسيطة لتحسين فعالية وفائدة مراجعة الأداء هي تدريب المشرفين على العملية والموظفين فيها. إن التدريب على تقديم وتلقي النقد البناء يمكن أن يحسِّن ليس فقط العملية، وإنما أيضاً الموقف. إن تدريب المدراء بطرق معينة لمراقبة وتفسير السلوك أو العوامل المشتركة التي تشوِّه المراجعات يمكن أن يحسِّن قيمة العملية. ولسوء الحظ يمكن التوقع للمنظمات التي تضع القليل من التشديد على عملية إدارة الأداء أن تضع تشديداً أقل أيضاً على التدريب وذلك لأن العملية نفسها مضطربة جداً.

من المهم أن تتضمن المراجعة حواراً مفتوحاً؛ يمكن التوقع لمونولوج من خلال المشرف أن يضمن الدفاعية وتعزيز سوء الفهم. يجب أن يكون توثيق الأداء والسلوك الدعامة الأساسية للعملية. يطرح المدير في الكثير من الحالات أمثلة غير معهودة معاً لكليهما، في آخر لحظة، من أجل تحقيق الحاجة المتوقعة لمراجعة الأداء لكي تحدث، من دون تنفيذ عملية تشمل إدارة أداء فوري ومستمر وتوثيق نفسه طوال السنة السابقة.

إن مناقشة النتائج التي ينبغي أن تحدث ليس بالضرورة أن تنتهي باتفاق أو توافق في الآراء. كما أن المراجعة الموضوعية لهذه المناقشات والاختلافات المتبقية يمكن أن تؤدي في كثير من الأحيان إلى تحديد معايير غير صالحة، وميل إلى عدم رضا الموظف أو سوء فهمه، أو طلب المديرين للمساعدة.

إن تطوير خطة عمل للمضي قدماً في الفترة المقبلة ينبغي ألا يكون موضوعاً فقط ولكن متفق عليه. إذا لم يتم الاتفاق على خاصية من خصائص خطة العمل، فمن الأفضل معالجة تلك التفاصيل على الفور. وهذا قد يتطلب التحكيم أو الوساطة أو المناقشة مع الآخرين. من النادر، من تجربتنا، أن يتخذ الموظفون موقفاً ضد جانب معين من خطة العمل لمراجعة الأداء. وعندما يفعلون ذلك، فإنه غالباً ما يكون هناك شيءٌ ما خاطئ حقاً بهذه الخاصية، أو

أن المناقشة قد أدت بهم إلى سوء فهم طبيعة هذه الخطة. وعلى الرغم من أن لدى مراجعة الأداء دلالة سلبية في كثير من الأحيان، وتشجع الصور السلبية للموظف، إلاّ أنها يمكن أن تصبح فرصة لتعزيز بناء فريق العمل، أو تعزيز الفرصة لمدرب أو موجِّه أحد الموظفين، أو تحفيز أو تشجيع الموظف لتحسين وضعه، أو التأكيد على أمن وقيمة موظف بالنسبة إلى المنظمة.

إدارة التوتر
Stress Management

استرخ. خذ قسطاً من الراحة. اذهب وطيِّر طائرة ورقية، أو فقط اجلس بهدوء وشاهد العالم من حولك. من السهل قول ذلك، ولكن غالباً ما يكون القيام به صعباً وربما مسبباً للتوتر أيضاً. إن التوتر موجود في حياة كل فرد، ولكن ليست جميع أنواع التوتر سيئة بالضرورة. إن ما يسبب التوتر لشخص قد لا يسببه لآخر. قد يكون لدى المديرين توتر خاص بهم، بالإضافة إلى التوتر الموروث للآخرين. إن كيفية تجلي التوتر، وكيفية التفاعل معه، وكيفية إدارته يمكن أن تكون مختلفة بالنسبة لكل واحد منا. على سبيل المثال، قد تكون فرصة عرض النتائج والنجاح لمشروع فريق على الإدارة العليا مشهداً أليماً بالنسبة لأحد الموظفين، ولكنه شرف وتحدي ومتعة كبيرة بالنسبة لآخر.

يمكن أن تأخذ استجابتنا للتوتر أشكالاً مختلفة:

- فيزيولوجي: زيادة معدل ضربات القلب، والتوتر العضلي.
- سلوكي: التحدث بشكل أسرع، والعزلة الاجتماعية، وانخفاض أو زيادة الإنتاجية.
- معرفي: التفكير السلبي، والأفكار المتكررة غير المرغوب فيها، والأفكار الجديدة.
- عاطفي: الإثارة والقلق والاكتئاب.

يمكن أن يقوِّض التوتر فعاليتنا. تثبط الإثارة والفيوزات المقصورة همة الموظفين أو الزملاء من الاقتراب من بعضهم بطريقة منفتحة وغير دفاعية. إذا كنت متوتراً، فإن الآخرين يعرفون ذلك، والأثر ينخفض. يمكن للقيادة الرزينة والمُتحكَم بها أن تنشأ موظفين رزينين ومُتحكَم بهم. إن القدرة على تحديد مسببات التوتر (stressors)، وآثارها، وطرق الاستفادة من الطاقة التي ينتجها التوتر يمكن أن تجعل المديرين أكثر فعالية. وسيكون مثالياً لو تمكنا من التخلص من جميع الضغوطات، ولكن ذلك سيكون غير واقعي في العالم المعقد الذي نعيش ونعمل فيه. يمكن للمرء إزالة بعض مسببات التوتر من حياته، مثلاً العملية التي يمكن أن تثبت توتراً بحد ذاتها ولذاتها. يأخذ بعض الناس راحتهم فعلاً في معرفة أنهم متوترين، إنهم في حاجة، أو أنهم يعتبرون أن أسباب توترهم مهمة. إن أية طريقة يجدها المرء فعالة في معالجة التوتر مقبولة طالما أن التوتر لا يؤثر سلباً على حياته أو على من حوله.

إن الناس مختلفين، فهم يريدون أو يحتاجون إلى أشياء مختلفة، إلا أنهم يتصرفون بشكل مختلف (حتى في ظل الظروف نفسها) وربما يعتقدون بشكل مختلف. يحب بعض الناس أن يكون حوله ناس آخرين، بينما يفضل البعض الآخر أن يكون بحاله، مثلاً الذهاب إلى حفلة هو في الواقع توتر بالنسبة للبعض. يتخذ البعض القرارات بسرعة، بينما يفضل البعض الآخر أن تبقي خياراته مفتوحة، وربما يجمع المزيد من المعلومات قبل اتخاذ قرار ما. يستمتع البعض بالعمل من قوائم التحقق، واضعين الأمور بشكل منظم ومنهجي ومنجزين البنود في وقت واحد. يجد الآخرون إبداعهم في وضع حرج إذا كانوا مُجبَرين على العمل في ظل هذه الشروط، وما يجدونه مضحكاً إلى مزعج أنه قد يتم استهلاك وقت في توثيق أداء الأنشطة أكثر من وقت القيام بأداء هذه الأنشطة في الواقع. إن البعض على درجة عالية من العقلانية والمنطقية والتنظيم، بينما البعض الآخر تأملي وحسي. يذهب البعض "بالكتاب"، ويقومون بأشياء بشكل مستمر ومتوقع في كل مرة. يسعى الآخرون إلى الإبداع والابتكار، ويزدهرون في ظل الفوضى ويضجرون من الروتين.

تبين التجربة أن بعض الأساليب الشخصية مناسبة بشكل أفضل عموماً لمحاولات الفني، والأنشطة العلمية والهندسة. ليس كل المهندسين على حد سواء بالتأكيد، ولكن هناك العديد من أوجه التشابه في سمات الشخصية التي تؤدي إلى أوجه تشابه في إدارة التوتر. هناك العديد من أدوات اختبار الشخصية متاحة اليوم. لا شيء يقترب من قياس جميع الفروق الدقيقة لشخصية الإنسان، لكنها يمكن أن تساعدنا في الحصول على لمحة عن من نكون. إن مؤشر المعالجة Meyers-Briggs هو واحد من أفضل المؤشرات المعروفة. يتألف الاختبار الكامل من عدة مئات من الأسئلة، على الرغم من أنه تم تطوير نسخة أقصر من قبل David Kiersey وMarilyn Bates. تفحص الاختبارات الطريقة التي يدرك الناس بها العالم والطريقة التي يحددون من خلالها ما يجب القيام به. لقد تم تحليل ردود أفعال الإنسان وتصوراته، وتم تصميم التجارب لتحديد سمات الشخص، أي الأساليب العامة للشخصية. غالباً ما ينتمي الناس إلى أكثر من فئة واحدة، كما يمكن للفئات أن تتداخل. يعتقد مصممو الاختبارات أنه من المهم إيلاء اهتمام لعناصر الشخصية تلك (أي التفضيلات والاحتياجات النفسية) التي لها أهمية قصوى، على الرغم من الاعتراف بالتداخل.

إن نتيجة الاختبارين معاً مع المقاييس الأربعة نفسها مذكورة فيما يلي وهي متوفرة على شبكة الإنترنت أو من خلال استشاريي الإدارة. ينبغي التذكر أن هذه التجارب ليست معصومة من الخطأ وإنما هي مجرد مؤشرات للشخصية والمزاج. يمكن خداع أدوات الاختبار إذا لم تتم الإجابة عليها بشكل مباشر وصادق. بالإضافة إلى ذلك، يمكن للمزاج في يوم الاختبار أن يؤثر على النتائج بشكل معتدل. يمكن للنتائج تحديد مواطن القوة والضعف في القيادة وكذلك مسببات التوتر التي تحتاج إلى أن يتم السيطرة عليها لكي تكون القيادة أكثر إنتاجية وفاعلية.

١- E/I = المنفتح/الانطوائي (E/I = Extrovert/Introvert): يقيس هذا المقياس الطرق التي يكون فيها استخدام الإدراك الحسي وإصدار الحكم متأثرين بالشخص وبمن حوله. إن الشخص الذي يفضل أن يكون مع أشخاص آخرين ربما تكون نتيجة اختباره E أكثر منها I. والشخص الذي يفضل عالمه الداخلي من الأفكار والتفكير ربما تكون نتيجة اختباره I أكثر منها E. إن نتيجة اختبار ٧٥٪ تقريباً من السكان هي على الأرجح E، و ٢٥٪ بـ I.

٢- N/S = الحدس/التحسس (N/S = Intuition/Sensing): يقيس هذا المقياس الطرق التي يجمع من خلالها المرء البيانات اللازمة لاتخاذ القرار. إن الشخص الذي يعتقد أنه عملي وواقعي التوجُّه ربما تكون نتيجة اختباره S. وربما تكون N هي نتيجة اختبار الشخص الذي يعتمد على التصورات اللاواعية، وردود الفعل "المعتمدة على الحدس" أو"الإحساسات الداخلية")"gut" reactions or "hunches". ويقول الخبراء إن الفروقات في هذا المقياس هي المصدر الأكبر لسوء التواصل وسوء الفهم من بين المقاييس الأربعة. يدرك الشخص S من خلال الحقائق والاعتقادات أن التجربة هي خير معلم. إن الشخص N مهتم بشأن ما يمكن أن يكون. ويمكن إزعاجه بواسطة الواقع، وهو يفضل التأمل حول الاحتمالات. تظهر نتيجة اختبار المهندسين والعلماء في معظم الأحيان كـ S. إن نتيجة اختبار حوالي ٧٥٪ من السكان هي S في حين أن ٢٥٪ هي N.

٣- T/F = التفكير/الشعور (T/F = Thinking/Feeling): يقيس هذا المقياس الطرق التي يمكن للشخص أن يختار أو يقرر من خلالها كيفية اتخاذ القرارات. يشعر الناس من النوع T براحة أكبر مع الأحكام الموضوعية وغير الشخصية. ويشعر الناس من النوع F براحة أكبر مع الأحكام الشخصية، وموجَّهة القيمة، وغالباً ما يتم تأخيرهم من خلال القواعد. يميل التعليم الرسمي في المدارس إلى تطوير جوانب T لدينا، ويميل المهندسون والعلماء إلى أن تكون نتيجتهم T. هذا هو المقياس الوحيد المتأثر بنوع الجنس: ٦٠٪ من النساء تكون نتيجة اختبارهم F، في حين أن ٦٠٪ من الرجال تكون T.

٤- J/P = الحكم/الإدراك (J/P = Judging/Perceiving): يقيس هذا المقياس الطرق التي نستجيب بها لما يحدث. يفضل الأشخاص الذين تكون نتيجة اختبارهم عموماً J قدراً كبيراً من الانغلاق مع حاجة كبيرة لتثبيت الأمور، بما في ذلك المواعيد النهائية. يفضل الناس من النوع P إبقاء خياراتهم مفتوحة، وغالباً ما يرغبون في تأخير أحكامهم، بما في ذلك المواعيد النهائية. إن نتيجة اختبار ٥٠ ٪ من السكان تقريباً هي J و٥٠٪ هي P.

تقنيات إدارة التوتر للانطوائيين (Introverts): ابحث عن الراحة في سلامك الداخلي. تعرف على نقاط قوتك وعلى معرفتك. اعتمد على نقاط قوتك لزيادة التواصل والتفاعل مع النظراء. استمع بهدوء إلى مداخلات الآخرين. قم بالعمل عندما تكون مرتاحاً مع العمل. تذكر أن أكثر المهنيين ذوي التكنولوجيا العالية انطوائيون أكثر من كونهم منفتحين.

تقنيات إدارة التوتر للمنفتحين (Extroverts) : استخدم تركيزك الداخلي لتقييم أهمية الأفكار قبل مشاركتها مع الآخرين. استخدم ذلك التركيز الداخلي لتقييم مدى الملاءمه قبل التحدث، وفكر قبل أن تفعل.

تقنيات إدارة التوتر للحساسين (Sensors) : ركّز على الصورة الأكبر لإعطاء الأولوية للتفاصيل، وامض قدماً وفقاً لذلك. خذ في الاعتبار حلولاً جديدة من شأنها أن تكون ملائمة للمشكلة التي في متناول اليد.

تقنيات إدارة التوتر للحدسيين (Intuitives) : ركّز على التفاصيل ذات الصلة والحقائق الملموسة والمشكلة الخاصة التي في متناول اليد. خذ في الاعتبار الحلول الموجودة.

تقنيات إدارة التوتر للمستشعرين (Feelers) : اعترف بأن بعض الصراعات أمر لا مفر منه، وأنك لن تكون راضياً عن نتائج جميع الحالات. أكّدْ على اهتماماتك عندما يكون ذلك مريحاً. حاول أن تفهم بأنك لن تفهم الآخرين وأوضاعهم تماماً.

تقنيات إدارة التوتر للمدركين الحسيين (Perceivers) : اتخذ القرار عندما تكون مرتاحاً ومستعداً حتى لو كانت جميع المعلومات التي تعتقد أنها مهمة ليست متاحة. قم ببناء هيكل للحصول على المعلومات التي تحتاج إليها.

تقنيات إدارة التوتر لمصدري الأحكام (Judgers) : خذ في الاعتبار المعلومات الهامة ذات الصلة بالقرار. اعترف بأن المنظمة ليست سوى وسيلة لتحقيق الغاية أي أنها طريقة للتوصل إلى القرار. قيِّم، من أجل أهمية وإكمال العمل، قراراتك التي تم اتخاذها من دون جميع المعلومات ذات الصلة.

إن الهدف ليس التخلص من جميع الضغوط. إذا كنت تعرف مسببات توترك، فإنه يمكنك معالجتها بطريقة استباقية ويمكنك إنشاء طريقة أكثر توازناً ومرونة لمسببات التوتر في المستقبل. يمكن أن تكون نماذج إدارة التوتر مفيدة. تضم الأساليب الأخرى المفيدة التدريب على الاسترخاء، وإعادة الهيكلة المعرفية، والتدريب على التوكيد والجزم، والإجازات، والتمارين الرياضية. إذا كنت تعاني من زيادة كبيرة في مستوى التوتر الذي يؤدي إلى انخفاض ملحوظ في مستوى الوظيفة، فإنك قد تكون بحاجة إلى استشارة أخصائي.

إجراء المقابلات
Interviewing

هل يناسب مقدِّم الطلب الوظيفة والوضع والبيئة! على افتراض أن المنظمة قائمة على المشاركة وجماعية التوجه، فإن الغرض من المقابلة هو إيجاد أفضل شخص ليستكمل أو يحل محل أحد أعضاء الفريق ضمن فريق لديه أهداف مسبقاً. إن الحفاظ على التأكيد على أهداف الفريق، والطرق التي يمكن من خلالها لمقدِّم الطلب أن يسهم (أو يفشل في المساهمة) في تحقيق تلك الأهداف يمكن أن يبقي عملية المقابلة في المنظور الصحيح. يحاول الأشخاص الذين يجرون المقابلة بشكل أساسي كسب معلومات كافية للتوقع من خلالها ما إذا كان وكيف سيعمل مقدِّم الطلب

ضمن الفريق. إن التنبؤ أمر محفوف بالمشاكل، كما أن التنبؤ المبني على معلومات غير صحيحة أو غير مكتملة هو أكثر إشكالية. يتضمن بعض أهداف عملية المقابلة، مع أخذ ما ورد آنفاً في الاعتبار، ما يلي:

- إضافة تفاصيل البيانات على الطلب.
- الحصول على بيانات إضافية ليست على الطلب المُقدَّم.
- سبر مُقدِّم الطلب لتحديد كيفية استجابته في الحالات التي يُحتمل أن تحدث ضمن الفريق ومشاريعه.
- مراقبة وتقييم سلوك المتقدِّمين (على سبيل المثال، الدافع أو المظهر الخارجي أو الشخصية أو الصراحة).

تتضمن الإخفاقات العامة ضمن عملية المقابلة ما يلي:

- عدم دراية الشخص الذي يجري المقابلة بالاحتياجات الفعلية للعمل أو الفريق المحدد.
- عدم استعداد الشخص الذي يجري المقابلة (على سبيل المثال، غير مُدَّرب على عملية المقابلة؛ أو أن لا يكون لديه هيكلية للمقابلة، أو عدم معرفة أهداف المقابلة والتركيز عليها.
- الانحياز (على سبيل المثال، التطبيق بوعي أو بغير وعي لانحيازات أو تفضيلات الشخص الذي يجري المقابلة تجاه الشخص الذي تتم مقابلته أو الموقف).
- الاعتماد غير المعقول على الانطباع أو الحدس الأول.
- تهيئة بيئة مقابلة لا تؤدي إلى المهمة (على سبيل المثال، الضجيج أو المقاطعات المستمرة أو عدم كفاية الوقت المخصص للمقابلة).
- عدم الاستماع (على سبيل المثال، الميل إلى التحدث تاركاً القليل من الوقت لمقدِّم الطلب لنقل البيانات).

يمكن أن يأخذ الشخص (الأشخاص) الذي يجري المقابلة بعض الخطوات الأولية للإعداد بشكل سليم للمقابلات وتجنب، إلى الحد الممكن عملياً، هذه المشاكل. ينبغي أن يتلقى الأشخاص الذين يجرون المقابلات تدريباً على طرق إجراء وتحليل المقابلات وينبغي أن يتذكروا أن هناك قوانين تمنع التمييز (على سبيل المثال، الباب السابع من قانون الحقوق المدنية). ينبغي للأشخاص الذين يجرون المقابلات مراجعة الطلبات المُقدَّمة قبل المقابلة بدقة، وكذلك جوانب العمل والبيئة المحددة التي قد يتم إدخال مقدِّم الطلب الناجح إليها. يمكن أن تساعد المراجعة، مقدَّماً، على وضع الأسئلة التي يمكن أن تستنبط معلومات جديدة عن ثغرات أو غموض في تقديم الطلب؛ وكيف استجاب مقدم الطلب للتحديات في الماضي؛ كيف يمكنه معالجة الموقف لحل مشكلة افتراضية يمكن أن تنشأ داخل البيئة التي سوف يضطر للعمل فيها، والعمل وعادات العمل الشخصية التي قد تمتزج بصورة جيدة أو سيئة داخل الفريق الحالي.

إن تجمع الأشخاص الذين يجرون المقابلات، بعد انتهاء المقابلة، لمراجعة ومقارنة ومناقشة المعلومات التي تم جمعها هي فكرة جيدة عادة؛ ويمكن مشاركة المعلومات والانطباعات الجديدة بين جميع الأشخاص الذين يجرون المقابلات؛ يمكن تحديد المعلومات المضلّلة (التي قدمها الشخص الذي تتم مقابلته وتلك التي جمعها الشخص الذي يجري المقابلة معه)؛ كما يمكن تحديد التحيز وحله. من المهم أنه ينبغي إعادة التأكيد في هذا الوقت على الغرض من المقابلة (على سبيل المثال، إيجاد أفضل موظف ليستكمل أو يحل محل أحد أعضاء الفريق ضمن فريق لديه أهداف مسبقاً).

الموظفون الإشكاليون
Problem Employees

إن إحدى أكثر الحالات المستهلكة للوقت والصعبة التي يمكن أن يواجهها مدير هي أن يكون لديه موظف إشكالي. يمكن أن يكون الموظف الإشكالي موظفاً جديداً يجلب معه "مشاكله" التي تمر خلال عملية المقابلة وفترة التجريب. يمكن أن يصبح الموظف طويل الأجل موظفاً إشكالياً نتيجة لعوامل شخصية أو غيرها.

أولاً، ينبغي أن يحاول المدير تحديد مدى وسبب المشكلة (على سبيل المثال، التأخر، أو عدم القدرة على الوفاء بالمواعيد النهائية، أو تقويض سلطة وفعالية الإدارة). ثانياً، يمكن للمدير دراسة ما إذا كانت المنظمة تساهم بأي شكل من الأشكال في هذه المشكلة. ثالثاً، ينبغي للمدير تقييم ما إذا كان يمكن معالجة الحالة بصورة واقعية أم لا وتقييم الموارد الضرورية للقيام بذلك.

يمكن أن يكون استبدال الموظفين مكلفاً، وخصوصاً في الوقت الذي قد تم فيه إنفاق موارد كبيرة في التوظيف والوقت والتدريب. إذا كان الموظف متقبلاً لمناقشة ومعالجة المشكلة، فإنه يمكن للوضع أن يتحسن. أما إذا كان الموظف غير متقبل لمناقشة ومعالجة المشكلة، فإنه يمكن للمشكلة الانتشار وإضعاف معنويات وإنتاجية الكادر بأكمله.

عندما يشك المدير أويتم التشاور معه بمشكلة، ينبغي أن تكون الطريقة مباشرة وتتم مناقشتها مع جميع الأطراف بثقة، والبدء في عملية التوثيق. ينبغي الحصول دائماً على كافة جوانب القصة، من الموظف المعني (الموظفين المعنيين)، من المتفرجين، أومن آخرين خارج المنظمة. يجب أن يكون المرء مدركاً للحقيقة بأن جميع هذه الأطراف قد تحتاج في نهاية المطاف إلى التفاعل معاً مرة أخرى، وتعزيز الاحترام المتبادل حيثما كان ذلك ممكناً. وبمجرد أن تصبح الحقائق معروفة يجب مواجهة الموظف الإشكالي إذا كان ذلك مناسباً. يجب عدم القيام مطلقاً بانتقاد موظف أمام الموظفين الآخرين، وعدم التسبب "بخسارة ماء الوجه" لأي شخص، والتخفيف من حدة النقد من خلال تركيز المناقشة على المهمة وليس على الشخص.

يجد بعض المديرين أنه من المفيد السماح للموظف الإشكالي بوضع برنامج علاجي يمكن اتباعه لمعالجة المشكلة ووضع معالم يجب تحقيقها لمراجعة التقدم. لسوء الحظ، فإن عدم إمكانية حل جميع المشاكل، يجب أن يكون مقبولاً، وأن التخلص من الموظفين الإشكاليين قد يكون الأفضل لجميع الأطراف. يجب أن يكون المدير على علم، ويجب أن يتبع، بسياسات الموارد البشرية للمنظمة المتصلة بالخطوات اللازم اتباعها في ظل هذه الظروف. إن معظم سياسات التخلص لا تبدأ من نقطة الانتهاء. بدلاً من ذلك، فإنها تبدأ قبل ذلك بأسابيع أو أشهر، لضمان أنه يتم إجراء محاولات كافية لإعادة تأهيل الموظف الإشكالي وأنه يتم تقليل مشكلة المنظمة إلى الحد الأدنى. ولذلك ينبغي للمديرين البحث عن استشارة وإرشاد من مهنيي الموارد البشرية حالما يشكّون أن هناك مشكلة.

قوانين ولوائح التوظيف
Employment Laws and Regulations

ينبغي لجميع المديرين أن يكون لديهم فهم أساسي للعناصر الهامة للقوانين واللوائح المتصلة بالتوظيف. إن أقسام الموارد البشرية والمحامين المتخصصين في قانون التوظيف هم أفضل الموارد عندما تظهر دعوى قضائية أو قضية. يتم تطبيق قوانين التوظيف المتكافئ من قبل مجموعة متنوعة من الوكالات الاتحادية (الفيدرالية)، بما في ذلك مكتب الحقوق المدنية ووزارة العمل الأميركية. تقوم وزارة العمل الأميركية بإدارة وتطبيق أكثر من ١٨٠ قانوناً اتحادياً. تغطي هذه التعليمات واللوائح العديد من النشاطات في أماكن العمل لحوالي ١٠ ملايين من أصحاب العمل و١٢٥ مليون موظف. فيما يلي وصف مختصر لكثير من القوانين السارية، ولكن لا ينبغي أن تُعتبر كاملة أو مفصَّلة على نطاق واسع. إنها تهدف إلى تعريف قوانين العمل الرئيسية، وليس تقديم شرح مفصل لها. راجع القوانين واللوائح للحصول على تفاصيل.

الأجور والساعات: يحدد القانون المنصف لمعايير العمل (FLSA) معايير الأجور وأجور العمل الإضافي. تتم إدارة القانون من قبل شعبة الأجور والساعات التابعة لإدارة معايير التوظيف (ESA). إنها تطلب من أصحاب العمل الدفع للموظفين المشمولين الذين ليسوا بخلاف ذلك معفيين على الأقل من الحد الأدنى للأجور الفيدرالية، وأجور العمل الإضافي لمرة ونصف المرة من الأجر العادي للدفع. تطبق شعبة الأجور والساعات أيضاً شروط معايير العمل لقانون الهجرة والجنسية الذي ينطبق على الأجانب الذين يُسمح لهم بالعمل في الولايات المتحدة في إطار برامج التأشيرة الخاصة لغير المهاجر.

الصحة والسلامة في مكان العمل: تتم إدارة السلامة المهنية وقانون الصحة من قبل إدارة الصحة والسلامة المهنية (OSHA). يتم تنظيم ظروف الصحة والسلامة في معظم الصناعات الخاصة من قبل OSHA أو أنظمة الولاية التي وافقت عليها OSHA. إن لدى أصحاب العمل واجب عام في إطار قانون OSH (الصحة والسلامة المهنية)

لتوفير مكان عمل خال من الأخطار الجسيمة المُعترَف بها. تطبِّق OSHA هذا النظام الأساسي من خلال عمليات التفتيش والتحقيقات في أماكن العمل.

حماية الموظف: تجيز معظم قوانين العمل والسلامة العامة، والكثير من القوانين البيئية، وسائل حماية المُبلِّغين بالنسبة للموظفين الذين يشتكون من انتهاكات القانون من جانب أصحاب عملهم. ويمكن أن تشمل المعالَجات الإعادة إلى العمل ودفع الرواتب المتأخرة. تطبِّق OSHA وسائل حماية المُبلِّغين في معظم القوانين.

قانون حقوق الخدمات المنتظمة للتوظيف وإعادة التوظيف: إن لدى بعض الأشخاص الذين يخدمون في القوات المسلحة الحق في إعادة التوظيف لدى صاحب العمل الذي كانوا معه عند دخولهم الخدمة. ويشمل هذا أولئك الذين تم استدعاؤهم من الاحتياط أو الحرس الوطني. تتم إدارة هذه الحقوق من قبل خدمة التوظيف والتدريب لقدامى المحاربين (VETS).

قانون حماية الموظف من جهاز كشف الكذب: يمنع هذا القانون معظم أصحاب العمل من استخدام أجهزة كشف الكذب على الموظفين، إلا في ظروف محدودة. تتم إدارة هذا القانون من قبل شعبة الأجور والساعات.

الحجز على الأجور: يتم تنظيم الحجز على أجور الموظفين من قبل أصحاب العمل بموجب قانون حماية الائتمان الاستهلاكي، الذي تديره شعبة الأجور والساعات.

قانون الأسرة والإجازة الطبية: تتم إدارة هذا القانون من قبل شعبة الأجور والساعات، ويطلب القانون من أصحاب العمل الذين لديهم ٥٠ موظفاً أو أكثر منح ما يصل إلى ١٢ أسبوعاً من الإجازات محمية الوظيفة وغير المدفوعة، للموظفين المؤهَلين لولادة أو تبنّي طفل أو لمرض خطير للموظف أو الزوج (الزوجة) أو الولد أو الوالد (الوالدة).

هناك عدد من القوانين والضوابط الفيدرالية يمنع التمييز على أساس العِرق أواللون أوالدين أوالجنس أو الأصل القومي من قبل كل من الحكومة الفيدرالية في حد ذاتها ومن قبل المنظمات التي تتلقى أنواع مختلفة من المساعدة المالية الفيدرالية أو العقود الحكومية. وتشمل هذه ما يلي:

- الباب السادس والباب السابع من قانون الحقوق المدنية لعام ١٩٦٤م وتعديلاته في عام ١٩٧٢م و١٩٩١م.
- قانون المساواة في الأجور لعام ١٩٦٣م.
- التمييز على أساس العمر في قانون التوظيف لعام ١٩٦٧م (Public Law (PL) 90-202) (لا ينطبق إلا على الناس الذين هم أقل من ٤٠ سنة من العمر؛ وبالنسبة للمشاركين في البرامج أو الأنشطة الفيدرالية التي تتلقى مساعدة مالية، فإن القوانين ذات الصلة هي قانون التمييز على أساس العمر (ADA) لعام ١٩٧٥م الذي ينطبق على الناس من جميع الأعمار).

- قانون الأمريكيين المعاقين لعام ١٩٩٠م (P.L. 101-336).
- القسم ٥٠٣ و٥٠٤ من قانون إعادة التأهيل لعام ١٩٧٣م وتعديلاته.

يتم نشر ضوابط الـ EEOC (لجنة الفرص المتساوية) سنوياً في الباب ٢٩ من كود القوانين الفيدرالية (CFR). يتوفر الـ CFR مباشرة (online) من خلال مكتب الطباعة الحكومي في الولايات المتحدة. وعنوانه على شبكة الإنترنت .http://www.gpoaccess.gov/cfr/index.html

الموارد

Resources

نظرية الإدارة

McNamara C. Various Styles of Management. http://www.mapnp.org/library/mng_thry/styles.htm
Croft C. The Evolution of Management. University of Western Australia, Department of Electrical and Electronic Engineering. http://www.ee.uwa.edu.au/~ccroft/em333/leca02.html

العملية الإبداعية

MindTool.com. Brainstorming: Generating radical new ideas. http://www.mindtools.com/brainstm.html

مهارات الاتصال

Hirsch H. Essential Communication Strategies: For Scientists, Engineers, and Technology Professionals. Wiley-IEEE Press. Indianapolis, IN. 2nd Ed., 2002.
Building Customer Loyalty. Engineers International. http://www.engineers-international.com/customer_loyalty.html
The Written Word. Online Writing Lab, Purdue University, http://owl.english.purdue.edu/handouts/pw/
Vilmi R. Writing Help. http://www.ruthvilmi.net/hut/LangHelp/Writing/

التوجيه

Yao JTP. Guidelines on Career Paths and Mentoring. ASCE Zone III Younger Members Conference. Department of Civil Engineering, Texas A&M, Houston, TX, February 6, 1999. http://lohman.tamu.edu
Guidelines for Mentoring Relationships. The Institution of Electrical Engineers. http://www.iee.org/EduCareers/Mento/guidelines.cfm

الدافع

Heathfield SM. http://humanresources.about.com/cs/moralemotivation/
HR Web Guide: Employee Motivation. The University of Vermont. http://www.bsad.uvm.edu/hrm/Motivation/motivationhome.htm
Business Bureau, UK. http://www.businessbureau-uk.co.uk/growing_business/employee_relations/motivation.htm
Topics in Motivating People, BusinessTown.com. http://www.businesstown.com/people/motivations.asp
Croft C. Motivating Job Performance. University of Western Australia, Department of Electrical and Electronic Engineering. http://www.ee.uwa.edu.au/~ccroft/em333/lectures/Lec%20L/Notes.htm

إدارة الأداء

McNamara C. Basics of Conducting Performance Appraisals. Management Assistance Program for Nonprofits. http://www.mapnp.org/library/emp_perf/perf_rvw/basics.htm
HR WebGuide. The University of Vermont.
Croft C. Performance Appraisals. http://www.bsad.uvm.edu/hrm/PerfAppraisals/perfhome.htm

Human Resource Management. University of Western Australia. Department of Electrical and Electronic Engineering. http://www.ee.uwa.edu.au/~ccroft/em333/lectures/Lec%20J/Notes.htm

إدارة التوتر

Sime WS. Stress Management: A Review of Principles. University of Nebraska Lincoln. http://www.unl.edu/stress/mgmt/
Kiersey DM. Temperament and Character. http://keirsey.com/
Stress Management Techniques. MindTool.com. http://www.mindtools.com/pages/article/newTCS_00.htm

إجراء المقابلات

Hiring & Firing. BusinessTown.com. http://www.businesstown.com/hiring/index.asp
EEO Guidelines for Interviewing Applicants. Wake Forest University. http://www.wfu.edu/hr/forms/eeo-guidelines.pdf
Recruiting & Hiring. CareerLab. http://www.careerlab.com/hiring.htm

الموظفون الإشكاليون

DelPo A, Guerin L. Dealing with Problem Employees: A Legal Guide., Nolo Press. Berkley, CA 2001.
Managing People: Problem Employees, BusinessTown.com.
http://www.businesstown.com/people/employees.asp
Dealing with Problem Employees. HRTools.com. http://www.hrtools.com/HREssentials/P05_7320.asp

قوانين ولوائح التوظيف

U.S. Department of Labor, Office of the Secretary. http;//www.dol.gov
U.S. Equal Opportunity Employment Commission. http://www.eeoc.gov

٥٤

الجودة
Quality

Thomas M. Judd
Director, Quality Assessment, Improvement and Reporting, Kaiser Permanente Georgia Region
Atlanta, GA

يقوم هذا الفصل عن الجودة بإدخال القارئ إلى المفاهيم الرئيسية لتحسين الجودة (QI) الإكلينيكية والطرق التي يمكن من خلالها تطبيقها على أنشطة الهندسة الإكلينيكية. يحتاج المهندسون الإكلينيكيون (CEs) إلى فهم وتطبيق المبادئ الأساسية للجودة في عملهم، مثل أن يكون هناك أشخاص مناسبون يقومون بالشيء الصحيح في الوقت المناسب (Deming,1986)، وهم بحاجة إلى تعلم كيف يمكن لعملهم بتخطيط وإدارة التكنولوجيا الصحية أن يسهم بأفضل شكل في تحسين جودة الرعاية.

يتم عرض التقنيات لتحسين جودة تقديم الرعاية الصحية وممارسة إدارة التكنولوجيا على وجه الخصوص. ويمكن قياس الجودة وتحسينها من خلال:

- ثقافة الجودة المناسبة والبنية التحتية لتحسين الجودة.
- مبادرات تحسين الجودة ذات الأولوية استناداً إلى الأثر (عبء المرض)، وقابلية التحسين (الفجوة المحسوبة بين أفضل ممارسة حالية وأفضل ممارسة مبنية على الأدلة)، والشمولية (الأهمية والانتشار الواسعين).
- مؤشرات وأدوات تحسين الجودة الملائمة.
- التغذية الراجعة للأداء وغيرها من الطرق.
- استخدام أفضل العلوم للرعاية (العلاج المبني على الأدلة) وممارسات الهندسة الإكلينيكية (CE).

تشمل بعض تطبيقات هذه التقنيات ضمان جودة التجهيزات الطبية وتحسين البرامج وبرامج المطابقة التنظيمية ومسوحات رضا الزبائن وسلامة المريض وتحسين الاستخدام من حيث فعالية التكلفة لموارد التكنولوجيا. ويتم عرض هذه التطبيقات من خلال عدة دراسات حالة.

الثقافة والبنية التحتية للجودة
Quality Culture and Infrastructure

مبادئ الأعمال التجارية Business Principles

- تتضمن القيادة إنشاء وحدة للهدف والاتجاه، والبيئة الداخلية للمنظمة، وخلق بيئة يستطيع فيها الناس أن يشاركوا مشاركة كاملة في تحقيق الأهداف التنظيمية.
- الطريقة الواقعية لاتخاذ القرارات: إن القرارات الفعالة مبنية على التحليل المنطقي أو الحدسي للبيانات والمعلومات. "لا يمكنك إدارة ما لا يمكنك قياسه".
- إشراك الناس: إن الناس على جميع المستويات هم جوهر المنظمة، وتمكّن مشاركتهم الكاملة من استخدام قدراتهم لمصلحة المنظمة.
- إن التركيز على الزبون يعني معرفة من يخدم مؤسستك، وفهم احتياجاته ومتطلباته الحالية والمستقبلية، والسعي إلى تجاوز توقعات الزبائن، والاعتراف بأصحاب المصلحة (stakeholders) الآخرين.
- أسلوب العملية: يتم تحقيق النتائج المرغوب فيها على نحو أكثر فعالية عندما تُدار الموارد والأنشطة ذات الصلة على أنها عملية. تتضمن أمثلة أداء العملية الدقة، والملائمة، والاعتمادية، ودورة الزمن/الإنتاجية، وفعالية ومردود الكادر، والاستفادة من التكنولوجيات، وتخفيض التكاليف.
- يتضمن "أسلوب الأنظمة للإدارة" تحديد، وفهم، وإدارة نظام للعمليات المترابطة من أجل هدف معين يسهم في فعالية ومردود المنظمة.
- التحسين المستمر هدف دائم للمنظمة.
- تعزز علاقات المورِّد ذات الفائدة المتبادلة قدرة المنظمة ومورِّديها على تكوين قيمة لهم.

مبادئ تقديم الرعاية الصحية Health Care Delivery Principles

- يتم التأكيد على الأنشطة الوقائية. إن المنع أو التحديد المبكر للأحداث الضارة يطيل من عمر الموارد.
- تخفيض الاختلاف غير المناسب في التشخيص والعلاج. العثور على أفضل العلوم وتنفيذها؛ تجنب فرط الاستعمال وقلة الاستعمال. ينبغي أن يكون للأنشطة دليلاً مقنعاً، وهو معروف أيضاً باسم "افعل الشيء الصحيح".
- تقديم الرعاية بطريقة تتمحور حول المرضى. توفير جميع المعلومات التي يحتاجون إليها من أجل المشاركة في اتخاذ القرارات.
- يجب على أولئك الذين يعرفون كيفية تقديم الرعاية (أو الخدمة) قيادة عملية التحسين.

- يتم القيام بتحسين الجودة بشكل أكثر فعالية من خلال الفِرَق متعددة التخصصات.
- قياس وإعطاء التغذية الراجعة والتدخل من أجل التحسين. تخفيض النفايات في جميع أشكالها.
- إن الدواء الجيد هو تجارة جيدة، مميز من قبل الأطباء ("الأشخاص المناسبون") الذين يتخذون قرارات الرعاية الصحية و"يفعلون الصواب" للمرضى. إن القيادة في عالمهم التجاري "لجودة الرعاية، والخدمة، والقدرة على تحمل التكلفة" هي القيمة الأساسية لمنظمات الرعاية الصحية، وبشكل متزايد هي إستراتيجية وهدف رئيسي للعمل تجاري.
- إن جودة الرعاية هي مقياس أو مؤشر للمدى المُتوقع للرعاية الصحية لزيادة احتمال النتائج الصحية المرجوة وإلى المدى الذي تكون فيه متسقة مع معايير الرعاية الصحية (المعاهد القومية للصحة في الولايات المتحدة).
- إن مؤشرات الجودة لنظام متكامل لتقديم الرعاية الصحية هي:

• صحة السكان	• الفائدة الاجتماعية	• الرضا	• الأبحاث
• خصائص الحالة	• الأداء المالي	• المردود	• الاستطاعة
• منع الحالة	• جودة الرعاية	• التعليم	

- أثر تكنولوجيات الصحة (HT) على جودة الرعاية الصحية: يعتمد هذا المفهوم على أساس أن التقديم الفعال لخدمات الرعاية الصحية الممتازة يتوقف على مدى التوافر والإدارة السليمة للموارد المناسبة. إن هذه الموارد هي بشكل رئيسي المواد الصيدلانية، والموارد البشرية، والأجهزة الطبية، والمرافق.
- حزمة تكنولوجيا الصحة الأساسية (EHTP): يتم يتحقق العلاقة بين موارد تكنولوجيات الصحة (HT) وتقديم الرعاية الممتازة عن طريق تحديد جميع تكنولوجيات الصحة اللازمة لتوفير تدخلات صحية معزّزة ومرسومة جيداً ووقائية وعلاجية (Heimann et al., 2003).

أولويات تحسين الجودة ونموذج البنية التحتية Quality Improvement Priorities and Infrastructure Model

إن الأهداف الإستراتيجية في عام ٢٠٠٢م في منظمة الرعاية الصحية Kaiser Permanente [KP] التي يمثلها هذا المؤلف كانت من أجل تحقيق نمو بالأرباح، والمحافظة على جودة رائدة في السوق أو زيادتها لأداء الرعاية الصحية والخدمات، وتحسين موقع التكلفة مع المنافسين (Judd et al., 2003). تابعت KP هذه الأهداف من خلال الأطباء والموظفين لديها؛ إن تحسين بيئة العمل هي مفتاح النجاح وهي هدف تنظيمي آخر. تضمنت أولويات جودة الرعاية والخدمة (تجربة الرعاية) في عام ٢٠٠٢م أهداف مُركّزة في إدارة الحالة المرضية، وسلامة المريض، واستمرارية

وتنسيق الرعاية، وقياسات جودة تقرير المتابعة الوطني؛ والحفاظ على مرتبة اعتماد وطنية عالية، للخدمة التي تقدِّمها KP.

تحدد منظمة الرعاية الصحية سنوياً أولويات الجودة وتقيِّم أداء برنامج تحسين الجودة للمساعدة في تحقيق الأهداف الإستراتيجية، لضمان التطابق مع جميع المتطلبات التنظيمية المناسبة ومتطلبات الاعتماد، وتلبية احتياجات رجال الأعمال (على سبيل المثال، الخطرة، والتعاقدية ، والمالية). يتم تغيير أو ترتيب الأهداف والمبادرات والهيكل و/أو المسؤوليات لضمان برنامج فعال ومستمر. يقيِّم المدراء المسؤولون والأطباء الأداء مقابل الأهداف، ويحددون فرص التحسين (والقيود على هذا التحسين)، ويقدمون التقييمات وخطط العمل المقترحة لقادتهم الضامنين للعمليات. تقوم مختلف اللجان وفرق العمل (البنية التحتية للجودة) بتقييم جهودها في مجالات خبراتها وتُقدِّم تقييمات وخطط عمل مقترحة إلى لجنة الجودة الرئيسية.في المنظمة.

تراقب لجنة الجودة الرئيسية في الـ KP الأداء مقابل الأهداف ذات الأولوية المحددة ومواضيع الجودة على مدار السنة من خلال التقارير الدورية والتحديثات، وتراجع اللجنة التقدم باتجاه الأهداف سنوياً. هناك ثلاثة مستويات من المراجعة ذات كثافة متزايدة وهي: مراقبة الجودة، مشاريع تحسين الجودة (QIPs)، وأنشطة تحسين الجودة (QIAs). إن مراقبة الجودة هي القياس المنهجي للعمليات والنتائج الرئيسية المُستخدمة لضمان الأداء المنتظم، والكشف عن الفرص. تستخدم الـ QIPs نموذجاً لوصف الأنشطة المتصلة بالتحسين المنهجي لعملية أو نتيجة مُقاسة وقد تكون إكلينيكية أو خدمية المنحى. إن الـ QIAs هي الـ QIPs طويلة الأمد التي تحقق الصرامة في التدقيق من أجل الاعتماد. إن موضوع الجودة هو مجال لاهتمام تنظيمي واسع يخترق مناطق هيكلية كثيرة. إنه يمثل قضية ينبغي أن تكون موضع اهتمام لبعض الـ QIPs إن لم يكن جميعها. إن مواضيع الجودة لدينا في عام ٢٠٠٢ كانت سلامة المريض، واستمرارية وتنسيق الرعاية، خبرة الرعاية لدى العضو، ورعاية المسنين، وأبحاث خدمات الصحة، والقضايا ذات الاهتمام الواضح بالمجتمع (على سبيل المثال، صحة الأقليات والمرأة). إن موضوعات الجودة والـ QIAs هي أولويات الجودة التنظيمية الأوضح لنا ويتم عرضها في مصفوفة مشاريع الجودة، التي تشكِّل أداة لمساعدة لجنة الجودة الرئيسية في مراقبتها لبرنامج تحسين الجودة.

يتم، على مدار السنة، دمج خطط عمل جديدة بشكل متزامن في خطط عمل موضوعة كاستجابة لقضايا محددة وتوصيات وردت من مصادر داخلية وخارجية. تقوم اللجان في هيكلية الجودة لدينا بتوثيق هذه الخطط الجديدة في محاضر اجتماعات اللجنة. يتم تقييم خطط العمل في نهاية كل عام، ودفع الإجراءات التي لم يتم الانتهاء إلى الأمام، حسب الملاءمة، إلى السنة التالية.

تحسين الجودة في إدارة تكنولوجيا الصحة

Quality Improvement in Health Technology Management

كان تحسين الجودة في إدارة تكنولوجيا الصحة يعني، تاريخياً، في الهندسة الإكلينيكية القيام بأنشطة تحسين الجودة التي تحافظ على النتائج المرجوة مع استخدام التجهيزات الطبية التي تُحدث وتمنع حدوث النتائج غير المرغوبة. لقد تم تطوير عملية تحسين الجودة من قبل هيئة اعتماد المستشفيات في الولايات المتحدة (اللجنة المشتركة لاعتماد منظمات الرعاية الصحية (JCAHO))، من أجل توفير بيئة رعاية للمرضى تكون باستمرار أكثر أمناً وتقدم مُخرَجات للمرضى أعلى جودة. يضم الجدول رقم (٥٤,١) مجموعة نموذجية من مؤشرات تحسين الجودة التي يمكن استخدامها في إدارة تكنولوجيا الصحة (HTM). وعادة ما تكون هذه عملية مستمرة وواسعة على نطاق المستشفى تقع على عاتق الكادر بأكمله وعلى جميع المستويات. وتمكّن هذه العملية الموظفين من إحداث تغييرات تؤدي إلى تحسين نتائج الرعاية والخدمة. إنها طريقة من عشر خطوات تسمح بتقييم وتحسين الأداء، من خلال الهيكل وتحليل العملية وقياس النتائج. تتم الإشارة إلى تطبيقات هذه العملية في دراسة الحالة الأولى الواردة فيما يلي:

الجدول رقم (٥٤,١). مؤشرات جودة الهندسة الإكلينيكية.

الفحص والصيانة الوقائية	الإصلاح
نوع/عدد الأجهزة المحدوّلة للخدمة	زمن التوقف (زمن التشغيل)
نوع/عدد الأجهزة المفحوصة	فشل بتجهيزات محددة
نوع/عدد الأجهزة التي فشلت أثناء الفحص	عدد الإصلاحات
نوع/عدد: الخدمة عند الطلب	متوسط الوقت لكل إصلاح
نوع/عدد الأجهزة التي وُجدت مع أضرار مادية	زمن التوقف بسبب الإصلاح
نوع/عدد الأجهزة التي لم يتم العثور على مشاكل بها	الزمن الكلي لدورة الإصلاح
نوع/عدد الأجهزة التي تم خدمتها أكثر من مرة في سبعة أيام	زمن الاستجابة للإصلاحات
نوع/عدد الأجهزة المشاركة في الحوادث	الإصلاحات المتكررة
نوع/عدد الأجهزة التي تتطلب عمل غير طبيعي أو قطع غيار	الإصلاحات المؤجّلة بسبب أوامر قطع الغيار
الفحوصات التي فشلت	زمن التوقف المرتبط بأوامر قطع الغيار
الفحوصات التي لم تتم بسبب عدم تحديد موقع الأجهزة أو لأنها في الاستخدام	متوسط زمن الإصلاح
المستخدمون	الشكاوى المتنوعة
المشاكل المتعلقة بالمُستخدِم	التحقيق في الحوادث
النسبة المئوية لأخطاء المستخدم المقترنة بالأجهزة عالية المخاطر	عدد مرات استرداد الأجهزة
عدد أخطاء المستخدم	
عدد الإصلاحات الناجمة عن سوء الاستخدام أو الاستعمال من قبل المُستخدِم	
تكرار عمليات الإصلاح وفقاً لأخطاء المُستخدِم	
تكرار أخطاء المُستخدِم بنفس فترة المناوبة (shift) أو نفس وحدة	

دراسات حالة
Case Studies

إن دراسات الحالة هي مشروع هندسة إكلينيكية لتعزيز خدمات الفحص والصيانة الوقائية (IPM) Dennis Autio, OSHU.(انظر الفصل ٥٠).

يستعرض المثال التالي الطرق التي يمكن بها دمج بعض هذه المبادئ في عملية معقدة في الهندسة الإكلينيكية (CE) لمراقبة وتحسين خدمات الفحص والصيانة الوقائية (IPM) المُجدولَة.

المشكلة Problem

إن معدّل الإنجاز الشهري الحالي لـ IPMs هو ٥٢٪. تستغرق بعض الـ IPMs عدة أشهر لإنجازها. بعض الـ IPMs غير منته. تضمنت الـ IPMs مجموعة متنوعة من المهام، بما في ذلك عمليات التحقق من السلامة الكهربائية، واختبارات التشغيل، وإجراءات الصيانة الدورية. لم يتم توثيق الإجراءات بشكل جيد.

الأهداف Goals

تحديد جدول زمني لاستكمال خدمات الـ IPMs الشهرية. تحديد التجهيزات الضرورية التي ينبغي إدراجها في هذا البرنامج. توزيع الموارد على نحو استباقي لتحديد الأولويات واستكمال الـ IPMs في الوقت المناسب.

فريق المشروع Project Team

إن جميع أعضاء الكادر مشاركون في هذا المشروع.

التقييم الابتدائي Initial Assessment

استعرض فريق المشروع الـ IPMs المُجدولَة للعامين الماضيين، وحدد عدة اتجاهات وأشكال:

- يتم معاملة جميع خدمات الـ IPMs بالتساوي، وليس هناك أولويات للخدمات على أساس أهمية التجهيزات.
- لا توجد أي عملية استباقية لتوزيع عبء عمل الـ IPMs.
- تحدد المؤشرات الأولية فقط عدد خدمات الـ IPMs المُنجزة بنهاية الشهر.
- لا توجد أي عملية لمساعدة الكادر في اختيار وتحديد أولويات وإنهاء الـ IPMs المُجدولَة.

المرحلة ١ من خطة العمل Phase 1 Action Plane

- تحديد العملية الحالية بنفس المؤشر. تجدر الإشارة إلى أنه لم يتم تحديد عتبة. هناك حاجة إلى معلومات إضافية ووقت من أجل تحديد الحل المناسب.
- برنامج مراجعة إدارة التجهيزات للتوحيد القياسي لفئات التجهيزات وتحديد تقييم المخاطر على أساس وظيفة التجهيزات والمخاطر المادية ومتطلبات الصيانة. إن تقييم التجهيزات على أنها عالية أو

متوسطة المخاطر، على أساس المعايير الموحدة لتقييم المخاطر، هو الخطوة الأولى نحو التوحيد القياسي للبرنامج.

- التحقق من جدولة الـ IPMs المناسبة ، وتحديد الإجراءات المحددة التي يجب استخدامها، وتحديد الوقت المتوقع لاستكمال وتوفير فرصة لمتطلبات المشروع ذو الموارد المحددة لكل شهر.
- توفير تدريب للكادر على عملية تقييم المخاطر الجديدة والطرق التي يتم بها معالجة الـ IPM.

التقييم الثاني Second Assessment

تمت مراجعة الجدول الزمني المتوقع للـ IPM لمدة عام بمجرد أن تم إنجاز المرحلة الأولى. يمكن تحديد توقعات عبء العمل الشهري على أساس فئة المخاطر من خلال قاعدة بيانات موحدة القياس. تحتاج الجداول الزمنية للـ IPM إلى تعديل لتحسين توزيع عبء العمل. وتحتاج المؤشرات إلى تنقيح، كما تحتاج العتبات المناسبة إلى تطوير على أساس تقييم المخاطر. هناك حاجة إلى التحديد الاستباقي لمهمة الكادر، ومراقبة حالة الـ IPM.

المرحلة ٢ من خطة العمل Phase 2 Action Plane

- بعد تقييم الجداول الزمنية لـ IPM الحالية من منظور فئة التجهيزات، يتم توزيع الفحوصات هذه بالتساوي على مدار السنة. إن ذروة أعباء العمل التي قد تتطلب تخصيص قدر كبير من الموارد من أجل الـ IPMs فقط، مثل آلات التخدير، تم تحديدها على مدار السنة. لقد تم في هذه الحالة جدولة الـ IPMs هذه بشكل ربع سنوي، وجميعها في نفس الشهر، مما يتطلب قدراً كبيراً من وقت الكادر لإنجازها. يمكن إدارة عبء العمل الشهري وتخصيص الموارد بشكل أفضل من خلال القيام بثلث هذه العمليات كل شهر في حين تبقى عملية إجراء الفحوصات بشكل ربع سنوي.
- تم تحديد مؤشرات البرنامج مع العتبات من أجل فئات تجهيزات عالية ومتوسطة المخاطر. كان يجب استكمال جميع التجهيزات عالية المخاطر و٨٠٪ من التجهيزات متوسطة المخاطر في غضون أربعة أسابيع. يتم نشر بيانات المؤشر في بداية كل أسبوع، محددةً عدد الـ IPMs المنتهية خلال الأسبوع الأخير (لكل فئة من فئات المخاطر). تم وضع أهداف إنجاز أسبوعية بنسبة ٢٥٪ من التجهيزات المجدولَة عالية المخاطر و٢٠٪ من التجهيزات المجدولَة متوسطة المخاطر.
- لم يعد تحديد الـ IPMs يتم من قبل الإدارة وإنما يتم اختيارها بشكل استباقي من قبل الكادر في بداية الشهر. يضع الكادر خطة استباقية لجدولة هذا العمل زمنياً لإنجازه أسبوعياً.
- يوفر هذا فرصاً للكادر لتحقيق ومراجعة هذه العملية، وتقديم الملاحظات، والتوصية بالإجراءات المستقبلية.

التقييم الثالث Third Assessment

لقد شعر الكادر بعد المرحلة الثانية أنه أصبح لديه فهم أفضل لما كان مطلوب، وأنه كان مُزوَّداً بالأدوات لمراقبة هذه المهمة. كان هناك حاجة لإجراءات إضافية لتحديد وسيلة لإنهاء الـ IPMs المجدولَة إذا لم تكن منتهية خلال فترة الأسابيع الأربعة. وفّرت اجتماعات المراجعة الشهرية الوقت لتقييم الخدمات المُقدَّمة لتحديد فرص للتحسين.

المرحلة ٣ من خطة العمل Phase 3 Action Plane

- تحديد إجراءات لإنهاء الـ IPM في نهاية الشهر. كان لا بد من استكمال التجهيزات عالية المخاطر. يمكن إلغاء التجهيزات متوسطة المخاطر إذا لم تكن هناك إصلاحات لتجهيزات خلال الأشهر الثلاثة الماضية، وتم إنجاز الـ IPM المجدولة الأخيرة، أو إذا لم يكن من الممكن تحديد موقع التجهيزات.
- الاستمرار باستخدام مؤشرات وعتبات البرنامج لمراقبة الأداء على أساس أسبوعي.
- تم عقد اجتماعات شهرية سريعة لمراجعة مؤشرات الـ IPM للشهر الماضي، وتحديد كل الاتجاهات أو الأشكال، ومراجعة الـ IPM المجدولة للشهر التالي.

مراجعة العملية Process Review

- استغرقت هذه العملية أكثر من سنة لتنفيذها. وعندما اكتملت، كانت هناك عملية محددة لإدارة الـ IPMs داخل القسم، وكانت جميع الكوادر مُدرَّبة على استخدامها.
- كان عبء العمل موزعاً بشكل أفضل على مدار السنة.
- تم تحديد إجراءات موحدة قياسياً، محددةً ما ينبغي القيام به، وكم من الوقت سيستغرق للإنجاز.
- تم تحديد بيانات عبء العمل على نحو استباقي وتوزيعها من قبل الكادر لاستكمالها.
- تم تحديد العديد من الفرص لتحسين الجودة على أساس تحديد الخدمات المُقدَّمة ومن خلال مراجعة البيانات التي تم جمعها، مما يؤدي إلى تحسين الجودة والإنتاجية والوقت المناسب للخدمات.

طريقة Novamed المُركِّزة على تحسين الجودة (Painter, 1999)

Novamed's QI-Focused Approach (Painter, 1999)

- حافظ عليه بسيطاً، وذلك باستخدام اثنين أو ثلاثة مؤشرات فقط.
- ميِّز بين قياسات الجودة والأداء، مثل سرعة حل المشكلة مقابل عدد الفحوصات التي تم إنجازها. وكن متسقاً في عملية القياس.
- انقل العملية إلى الجميع، بما في ذلك المدير الإداري، والكادر الإكلينيكي المناسب، والكادر الخاص بك.
- انشر النتائج في مجال العمل، وراجعها في الاجتماعات.

- شكّل لجنة من كادر قسم الهندسة الإكلينيكية الأعلى لمراجعة البيانات ونتائج التقرير. استخدم اللجنة الداخلية لديك لتقييم البيانات بشكل متكرر وكاف لإحداث فرق وجعلك تتابع الخطوات الملموسة (على سبيل المثال، راجع شهرياً، اكتب تقريراً كل ستة أشهر).
- توقع تحسناً. غيِّر ممارساتك نحو التحسين. ابحث عن تغييرات ثابتة ومتزايدة وليس عن تغييرات رئيسية. غيِّر النظام، وليس الناس، لتحقيق التحسين. والناس سوف يتبعون.
- إذا كان المؤشر غير صالح (على سبيل المثال، ليس جيداً بنفس القدر لمقياس الجودة كما تحب) قم بتغيير المؤشرات.
- لا تتوقف أبداً عن المحاولة للتحسين. حافظ على تغيير النظام للحصول على أفضل النتائج.
- اجعل هذه العملية سهلة فسوف تعمل. اجعل العملية معقدة فسوف تفشل.

طريقة Mediq PRN's المُركّزة على الـ QA (Wang, 1999)

Mediq PRN's QA-Focused Approach (Wang, 1999)

إن هذا البرنامج مصمم لتوفير تجهيزات استخدام طبية آمنة وفعالة للزبائن. تتوافق جميع التجهيزات مع JCAHO، وإدارة الغذاء والدواء (FDA) في الولايات المتحدة، ومعظم توصيات مُصنِّعي التجهيزات الأصلية (OEM) أو تفوقها. هناك خمسة عناصر للبرنامج، وهي كما يلي:

شراء التجهيزات Equipment Acquisition

- جميع التجهيزات موافق عليها فيما يتعلق بالسلامة والفعالية من قبل الـ FDA من خلال الدراسات الإكلينيكية.
- تم اختبار جميع التجهيزات و/أو إدراجها من قبل مختبرات التأمين (UL)، وECRI، ورابطة المعايير الكندية (CSA). (انظر الفصل ١١٨).
- إن شراء التجهيزات يقوم في معظمه على طلب الزبون، واعتبارات عوائد الاستثمار.
- يتم إجراء تقييم واختبار ما قبل الشراء على أكثر التجهيزات الحرجة، وهناك زيارات إلى المصنع فيما يتعلق بالتجهيزات التي تم شراؤها بكميات كبيرة.

الفحص والصيانة Inspection and Maintenance

- يشمل الفحص والصيانة الفئات التالية: التحقق من السلامة والأداء (عند تسليم أو نقل التجهيزات)؛ والصيانة الوقائية (وفقاً لجداول زمنية موضوعة)؛ وتجديد التجهيزات (استبدال شامل للأجزاء الحرجة بعد آلاف من ساعات الاستخدام).
- يتم أتمتة الجدول الزمني للفحص والصيانة على أساس توصيات الـ OEM وتحليل المخاطر والخبرة.

- يتم نمذجة إجراءات الفحص والصيانة والإصلاح على غرار نظام IPM لـ ECRI باستخدام الاختبارات التي أوصى بها OEM (ECRI, 1979).
- يقبل نظام أرشفة سجلات الخدمات التقارير اليومية للخدمات ويحتوي على بيانات مُخزَّنة على أقراص ضوئية من نوع اكتبْ مرة واقرأْ العديد (WORM) من أجل الأغراض القانونية.
- يتم إجراء معايرة أجهزة الاختبار سنوياً على الأقل.

المراقبة النوعية Quality Monitoring

- يقوم كادر مستقل بتفقد التجهيزات المجدولة على أسس عشوائية وذلك بالنسبة لعمليات تفتيش مركز الخدمة (أي الموقع المركزي).
- أما في المواقع الفرعية (أي عن بعد)، فإن كادراً مستقلاً يقوم بالتفقد مرتين سنوياً مع تقديم تقارير إلى الإدارة العليا.
- تسمح تقارير نقل التجهيزات غير المرضية بالتغذية الراجعة بين الفروع، وتوفر الرقابة من خلال إدارة مركزية.
- يتم تقديم تقارير الفحص المتأخرة شهرياً.
- يتم تجميع شكاوى الزبائن مركزياً، من خلال فرع المتابعة، وفي النهاية يتم إنهاؤها مركزياً.
- يتم مراجعة تقارير خدمة كل فني فيما يتعلق بالدقة واستكمال البيانات عن طريق مدققي بيانات الخدمة.
- يتم مقارنة عينة من بيانات تقرير الخدمة لكل فني من خلال نظام كمبيوتر لضمان الدقة والاكتمال عن طريق مدققي إدخال بيانات الخدمة.

التوافق مع اللوائح Regulatory Compliance

- يتم جمع وتحليل معلومات استرداد الجهاز الطبي، كما يتم القيام بالمتابعة المناسبة.
- الحصول على تقارير تتبع الجهاز الطبي للأجهزة المُتَتَبَّعَة حتى الـ OEM.
- يتضمن الإبلاغ عن حوادث الأجهزة التحقيق في كل حالة وفاة أو إصابة خطيرة ذات صلة بالتجهيزات.
- تتم مراقبة اللوائح القادمة باستمرار.
- يتم التأكد من التوافق مع لوائح OSHA فيما يتعلق بمسببات الأمراض التي تنتقل عن طريق الدم والمواد الكيميائية الخطرة.

إدارة الكادر وتحسين الجودة Staff Management and quality Improvement

- تتضمن مؤهلات الكادر والتدريب متطلبات واضحة للخلفية والبداية والتدريب المستمر.
- إجراء مسوحات الزبائن من أجل الزبائن الخارجيين والداخليين.
- إجراء تنقيح برنامج QA باستمرار عندما يظهر علم جديد لـ HTM.

تحسين جودة الخدمة
Service-Quality Improvement

نظرة عامة Overview

ينبغي أن تعترف منظمات الرعاية الصحية بأن العديد من مصادر المعلومات ذات الصلة بالزبائن موجود وينبغي أن تؤسس عمليات لجمع وتحليل واستخدام ونشر هذه المعلومات. ينبغي للمنظمة تحديد مصادر معلومات الزبائن والمستخدمين النهائيين على شكل نماذج خطية وشفوية من مصادر داخلية وخارجية. يمكن أن تتضمن معلومات الزبائن تغذية راجعة من كافة الجوانب للمنتج، ومتطلبات الزبون ومعلومات العقد، واحتياجات السوق، والمعلومات المتصلة بالمنافسة. يمكن أن تشمل مصادر المعلومات عن رضا الزبائن على شكاوى الزبائن، والاتصال المباشر مع الزبائن، والاستبيانات والمسوحات، ومجموعات التركيز، وتقارير من منظمات حماية المستهلك، وتقارير في وسائل الإعلام المختلفة.

يسعى المهندس الإكلينيكي جاهداً لتوفير خدمات عالية الجودة. ويجب على المهندس الإكلينيكي فهم واستخدام مصادر المعلومات المختلفة في جودة الخدمات، أو إرضاء الزبون وذلك من أجل معرفة وتحسين مستوى الخدمة المُقدَّمة، وفهم توقعات وتصورات الزبون لهذه الخدمة. إن أدوات المسح وسيلة فعالة للحصول على هذه المعلومات. يمكن للمهندس الإكلينيكي إنشاء أداة مسح مخصصة لقياس رضا الزبون عن منظمة معينة وذلك من خلال دراسة المسوحات الأخرى.

يتضمن قياس جودة الخدمة عادة الاعتبارات التالية:

- الطلب من الزبائن تغذية راجعة عن خبرتهم بالرعاية.
- التركيز على مقاييس إرضاء قليلة، وفهم الدوافع الرئيسية لجودة الخدمة.
- وضع مسح على أساس احتياجات الزبائن وتغيير المسوحات عندما تتغير احتياجات الزبائن.
- فهم كيف يتناول المسح المواضيع.
- تكرار المسح لجعل النتائج عملية؛ وتوجيه النتائج؛ والتدخل للتحسين.
- جذب التعليقات مع التفاصيل المتعلقة بتجارب الزبائن الفردية.

أمثلة المسح Survey Examples

تم توضيح عدة أنواع من مسوحات الإرضاء المتعلقة بالرعاية الصحية وإرضاء زبون الـ HTM مع صفات رئيسية كما ورد في الجدول رقم (٥٤,٢).

الجدول رقم (٥٤,٢). عناصر مسوحات إرضاء زبائن إدارة الرعاية الصحية وتكنولوجيا الرعاية الصحية.

الصفات المشتركة	مسح لأعضاء الرعاية المُدارة بـ CAHPS*	رضا الزبون الداخلي عن الهندسة الإكلينيكية (John Dempsey Hospital, 1999)	مسح لمقدِّم الخدمة الخارجي بالمستشفى (Novamed, 1999)	رضا الزبون عن الـ OEM (GE Medical Systems Varian Oncology Systems)
الوقت المناسب للبدء	الحصول على الرعاية بسرعة	زمن الاستجابة لوصول الخدمات وتحديد أولوياتها	زمن الاستجابة للوصول	زمن الاستجابة لوصول الخدمات وتحديد أولوياتها
الوقت المناسب للإنهاء	نيل الرعاية اللازمة	زمن الاستجابة للإكمال	زمن الاستجابة للإكمال	زمن الاستجابة للإكمال
نتائج الاتصالات	كيف يتواصل الأطباء بشكل جيد	نتائج مُقدِّم الخدمة المُتصَل به		نتائج مقدِّم الخدمة المُتصَل به
كيف هي الخدمة المُقدَّمة	خدمة الزبون	سلوك مُقدِّم الخدمة		سلوك مُقدِّم الخدمة
مساعدة الكادر	كادر مكتب مفيد ولطيف	سلوك الخدمة من قبل كادر الدعم		سهولة كادر الدعم من حيث الاتصال، والأسلوب وتوفر قطع الغيار
جوانب العمل التجاري	معالجة الشكاوى		تفاصيل التجهيزات	دعم المبيعات: الأسلوب والاستجابة
كفاءة مُقدِّم الخدمة	التقدير الشخصي لمُقدِّم الرعاية	الكفاءة الفنية	الكفاءة الفنية	الكفاءة الفنية
النتائج	تقدير الرعاية الصحية	الرضا العام	الرضا العام	الرضا العام
تقييم الإدارة	تقييم خطة الصحة	استجابة وكفاءة الإدارة		استجابة وكفاءة الإدارة
أخرى	تعليقات	تعليقات؛ مُقيِّم	تعليقات؛ مُقيِّم	تعليقات؛ مُقيِّم

*تقييم الزبون لإرضاء خطة الصحة (CAHPS) المُستخدَمة من قبل اللجنة الوطنية لضمان الجودة (NCQA).

نظرة عامة Overview

أعلن Rosow and Grimes (2003) في مقالتهما "الإدارة ربع السنوية للتمريض" عن "آثار التكنولوجيا على جودة الرعاية الصحية: وجهة نظر الهندسة الإكلينيكية" الرؤى التالية:

عندما تكون المستشفيات مدفوعة بالحاجة للحد من الأخطاء الطبية وأخطاء المداواة، وتحسين سلامة المرضى، وإنشاء عمليات فعالة وخفض تكاليف التشغيل، فإنها تتطلع إلى عمليات إدارة الجودة المُستخدمة من قبل

المُصنِّعين والصناعات الأخرى والاستفادة منها. وفيما يلي أربعة من العمليات الأكثر شعبية والمستخدمة من قبل مؤسسات الرعاية:

١- معايير أنظمة إدارة الجودة سلسلة أيزو ٩٠٠٠ (ISO 9000)، تم اعتمادها لأول مرة في عام ١٩٨٧م من قبل المنظمة الدولية للتوحيد القياسي (ISO). كان المقصود بها أصلاً أداة أنظمة الجودة للصناعة والمُصنِّعين، والمعايير التي تم استخدامها من قبل مؤسسات الرعاية الصحية لتقييم وتحسين أنظمتها وعملياتها.

٢- Six Sigma (الستة سيغما)، التي هي عملية اتخاذ قرار موجَّه بالبيانات وصارم. إنها تستخدم عملية منهجية خماسية المراحل لحل المشاكل يُطلق عليها اسم DMAIC: حدِّدْ وقِسْ وحلِّل وحسِّن وتحكَّمْ. تساعد DMAIC على ضمان بقاء الفِرَق على المسار الصحيح من خلال إنشاء نواتج محددة لكل مرحلة. إن Six Sigma مصمَّمة للتخلص من الانحرافات في العمليات. إن الشركة التي تلتزم بمعايير Six Sigma لديها ٣,٤ خلل لكل مليون فرصة، وذلك باستخدام نماذج إحصائية لقياس الأداء في فئات مختلفة. إن الحل هو من أجل التخلص من التفاوت وإعطاء الزبائن خدمات متسقة وموثوق بها.

٣- تستخدم جائز مالكولم بالدريج الوطنية للجودة (The Malcolm Baldrige National Quality Award) سبع فئات تشمل: القيادة، والتخطيط الإستراتيجي، والتركيز على الزبون والسوق، والمعلومات والتحليل، والتركيز على الموارد البشرية، وإدارة العملية، ونتائج الأعمال التجارية. تتم إدارتها من قبل المعهد الوطني للمعايير والتكنولوجيا (NIST)، بالتعاون مع القطاع الخاص، وتُمنح جائزة بالدريدج سنوياً للأعمال التجارية في قطاعات التصنيع والخدمات والأعمال التجارية الصغيرة وكذلك في التعليم ومنظمات الرعاية الصحية. أضيفت فئات التعليم والرعاية الصحية في عام ١٩٩٩م. وكان هناك في عام ٢٠٠٢م ١٧ متقدم في فئة الرعاية الصحية، وهو أعلى مجموع حتى الآن.

٤- تحليل نمط وأثر العطل (FMEA)، الذي يتضمن تقييماً محتملاً يحدد خطوات معينة في العملية ويحسِّنها وبالتالي ضمان معقول للتوصل إلى نتائج سليمة ومرغوب فيها إكلينيكياً. إن FMEA في الواقع هو أسلوب منهجي لتحديد مشاكل المنتج والعملية ومنعها قبل وقوعها (Stamatis, 1995).

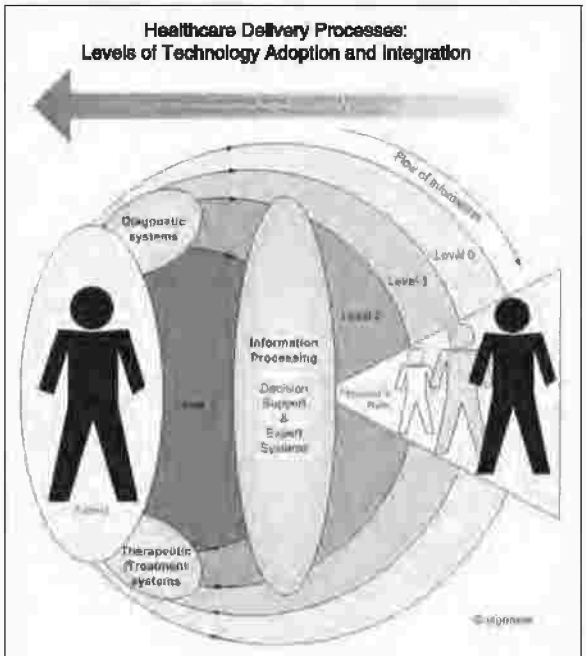
إن قدرتنا على تحقيق مستوى الجودة الضروري لنظام تقديم الرعاية الصحية في المستقبل تتطلب تبنِّي وتكامل التكنولوجيا في عملية الرعاية الصحية.

المشاركة الموصى بها للهندسة الإكلينيكية Recommended Clinical Engineering Involvement

لقد حققت الأجهزة الطبية وصناعات تكنولوجيا المعلومات على مدى العقد الماضي تقدماً كبيراً في تصميم وخلق منتجات وأنظمة "ذكية".

يوضح الشكل رقم (٥٤,١) مستويات مختلفة من تبنّي وتكامل التكنولوجيا من خلال عملية تقديم الرعاية الصحية. يمكننا الوصول إلى درجة الجودة التي يحتاجها النظام، فقط من خلال الزيادة المرتفعة لعمليات الرعاية الصحية إلى المستوى ٣. تتحسن جودة وسلامة وتوافر وتكلفة الرعاية الصحية من خلال التبنّي والتوحيد القياسي والتكامل للتكنولوجيا.

يُعتبر المهندسون الإكلينيكيون، في هذا العصر الذي يتسم بالتغير السريع ونشر التكنولوجيا الطبية وتكنولوجيا المعلومات، أعضاء أساسيين في فرق المستشفى متعدد التخصصات. يمكن أن تكون وجهة نظر الهندسة الإكلينيكية مفيدة في تحديد الأسباب والحلول الجذرية فيما يتعلق بسلامة المرضى وتحسين العمليات. إن فهم مبادئ تصميم التجهيزات والنظام يمكن أن يؤدي إلى نفاذ بصيرة (insights) يتجاوز سلوك المعيار للجهاز أو النظام الذي تتم مناقشته. إن القدرة على الاستفادة من أفضل الممارسات وأنظمة إدارة الجودة تسمح للمهندسين الإكلينيكيين بالمساهمة في تحسين عمليات الإدارة والفعالية ومقاييس سلامة المرضى.



مستويات تبني ودمج التكنولوجيا عبر عمليات تقديم الرعاية الصحية

المستوى صفر

التشخيص والعلاج غير المدعومين

- التشخيص من خلال المراقبة المباشرة
- رعاية الإدارة الدقيقة للمقدّمين
- المعالجة المباشرة

المستوى الأول

التشخيص والعلاج المدعومين بالتكنولوجيا

- التشخيص المدعوم بالتكنولوجيا
- رعاية الإدارة الدقيقة للمقدّمين
- المعالجة المدعومة بالتكنولوجيا

المستوى الثاني

التشخيص والتفسير والعلاج المدعومة بالتكنولوجيا

- التشخيص المدعوم بالتكنولوجيا
- استخدام تقنّي معالجة المعلومات (دعم القرار، والأنظمة الخبيرة) للمساعدة في تفسير بيانات التشخيص وتقديم الإرشاد في المعالجة
- المعالجة المدعومة بالتكنولوجيا

المستوى الثالث

التشخيص والتفسير والعلاج المُدمجة مع التكنولوجيا

- تزوّد أنظمة التشخيص المُعزّزة بالتكنولوجيا البيانات لمعالجة المعلومات
- تحليل معالجة المعلومات (أنظمة الخبراء) وتفسير وتقديم المعالجة من خلال أنظمة المعالجة المُعزّزة بالتكنولوجيا

الشكل رقم (٥٤,١). المشاركة الموصى بها للهندسة الإكلينيكية في تحسين عمليات الإدارة والمردود ومقاييس سلامة المرضى.

ربط جودة الصحة وتكنولوجيا الصحة

Linking Health Quality and Health Technology

نظرة عامة Overview

إن الحزمة الأساسية لتكنولوجيا الرعاية الصحية (EHTP) (انظر الفصل ٤٥) هي منهجية جديدة ومجموعة من الأدوات وُضعت خصيصاً لتعزيز تخطيط الموارد وإدارة التكنولوجيا في مجال الرعاية الصحية (Heimann et al., 2002, 2003). وكما لوحظ من قبل، فإن هذه الموارد تشمل في الغالب المستحضرات الصيدلانية والموارد البشرية والأجهزة الطبية والمرافق. تتحقق العلاقة بين الموارد وتقديم رعاية عالية الجودة من خلال تحديد جميع موارد تكنولوجيا الصحة (HT) اللازمة من أجل توفير تدخلات صحية موصوفة جيداً. يتم ربط التدخلات الصحية بالتصنيف الدولي للأمراض في منظمة الصحة العالمية (WHO). إن هذا التخطيط بين الـ HTs والتدخلات الصحية مبني على أساس ممارسات إكلينيكية مقبولة ومعترف بها دولياً.

شروط الصحة الرئيسية،والتوجيهات لممارسة الإكلينيكية، وتكنولوجيات الأجهزة الطبية المستهدَفة المرتبطة

إن إحدى الميزات الفريدة والقوية للـ EHTP هي دمج المظاهر (بروفيلات) الوبائية، والممارسات الإكلينيكية المُعترَف بها مثل توجيهات الممارسات الإكلينيكية (CPGs) المبنية على الأدلة أو المسارات الإكلينيكية. إذا كانت الممارسات الإكلينيكية الأفضل معروفة، فقد يمكن عندئذ تحديد كافة موارد HT لتحقيق ذلك التدخل على النحو الأمثل. يسمح هذا لممارسي الهندسة الإكلينيكية والمخططين للصحة بالقيام بقوة بالتخطيط والإدارة لـ HT على الشكل الأمثل من خلال تحقيق متطلبات CPG. يمكن اختيار أولوية الـ CPGs على أساس معالجة عبء المرض الأكثر أهمية بالنسبة للسكان الذين تمت خدمتهم ويمكن تنفيذها بالطريقة التي تم عرضها للحصول على أعلى جودة لنتائج المرضى. (انظر الجدول رقم ٥٤,٣).

تقييم إدارة تكنولوجيا الرعاية الصحية المثلى لتكنولوجيات الصحة المستهدفة

نتيجة لذلك، فقد تم تطوير تقنية جديدة لربط تقنيات HTM للتجهيزات الطبية مع استخدامها في الـ CPGs. توضح دراسة الحالة التالية هذا الترابط. تقوم التقنية على تحديد الأجهزة الطبية المستهدفة أو الـ HTs التي تعتبر حيوية لنجاح تنفيذ الـ CPGs وتدخلاتها ذات الصلة (انظر الجدول رقم ٥٤,٤).

الجدول رقم (٣,٥٤). شروط الصحة الرئيسية والخطوط الإرشادية للممارسة الإكلينيكية والأجهزة الطبية المُستهدفة المرتبطة بالتكنولوجيات.

شروط الصحة الوطنية الرئيسية	المستوى الأولي: الخطوة (الخطوات) الحرجة في الـ CPGs للفحص والمعالجة وتكنولوجيا الأجهزة الطبية المُستخدَمة	المستوى الثانوي: الخطوة (الخطوات) الحرجة في الـ CPGs للفحص والمعالجة وتكنولوجيا الأجهزة الطبية المُستخدَمة
الأمراض المعدية	مضاعفات حالة تم تشخيصها على مستوى الرعاية الأولية	
١- HIV/AIDS	الفحص: فحوصات HIV-1سريعة عن طريق الدم بتجهيزات المختبر	فحص الصدر بالأشعة السينية لاستبعاد السل والالتهاب الرئوي: فحوصات مخبرية للسل والالتهاب الرئوي فيما إذا كانا غير طبيعيين
٢- السل	الفحص: فحص الجلد، ثم فحص البلغم بالمجهر فيما إذا كان طبيعي	فحص الصدر بالأشعة السينية وفحوصات مخبرية لتقييم البلغم ونمو مستعمرات السل
٣- الملاريا	الفحص: فحوصات تشخيص سريعة، وفحص الدم بالمجهر	فحوصات مخبرية لتقييم المضاعفات بالنسبة للكبد والكلى
الأمراض المزمنة الرئيسية		
٤- ارتفاع ضغط الدم	الفحص: تقييم ضغط الدم بواسطة مقياس ضغط الدم وسماعة الطبيب؛ فحوصات مخبرية للكوليسترول ووظائف الكلى	حالة القلب–ECG وفحص الصدر بالأشعة السينية؛ فحوصات مخبرية للكوليسترول ووظائف الكلى (البول والكرياتينين)
٥- السكري	الفحص والمتابعة: جهاز قياس نسبة السكر	العيون –منظار قعر العين، والكلى– فحوصات مخبرية (البول والكرياتينين)
٦- الربو	الفحص والمتابعة: مقياس التنفس	المعالجة بحجرة الرذاذ (aerosol chamber)
صحة الأم والرضيع		
٧- الرعاية قبل الولادة	الفحص: فحوصات مخبرية للبول (أو شريحة القياس) لتحديد ما إذا كان هناك أي التهابات؛ فحص HIV-1	
٨- الرعاية للفترة المحيطة بالولادة (في الشهر الأخير من الحمل أوالأشهر الأولى بعد الولادة)	الفحص بمنظار الجنين	منظار الجنين وملاقط التوليد وإيصال الأوكسجين للأم
٩- صحة الأطفال ضد الكوليرا والإسهال	الفحص: حزم الكوليرا؛ القدرة على الإنعاش الوريدي إذا كان الإسهال شديداً	المعالجة الوريدية
١٠- الالتهابات الحادة للجهاز التنفسي	فحص الآذان: منظار الأذن	فحص الصدر بالأشعة السينية لاستبعاد السل والربو والملاريا
صدمات الحوادث		
١١- مختلفة	مواد الخياطة الجراحية	معالجة العظام: غرفة التصوير بالأشعة (أشعة سينية للعظام الطويلة)

مقتبسة عن Heinemann et al. 2003.

الجدول رقم (٥٤,٤). تقييم إدارة تكنولوجيا الرعاية الصحية المثلى بالنسبة لتكنولوجيات الصحة المُستهدفة.

مؤشرات QI تبعاً لفئة HTM	مؤشرات QI تبعاً للعنوان من أجل HTs المستهدفة	أسئلة تقييم حول البنود الحرجة لـ HT المُشار إليها في الجدول رقم (٥٤,٣) وذلك وفقاً لخمسة شروط رئيسية في كل موقع
التخطيط (١-٥)	١- النسبة المئوية المُختارة	هل تم اختيار HT المُشار إليها عادة/أحياناً/ نادراً من خلال عملية تقييم رسمية؟ لماذا أو لماذا لا؟
	٢- النسبة المئوية مع الخطة المناسبة للمنشأة	هل تم تقديم HT المُشار إليها عادة من خلال التخطيط المناسب للمنشأة عند اختيارها؟ لماذا أو لماذا لا؟
	٣- النسبة المئوية مع الخطة المناسبة للموارد البشرية (HR)	هل تم تقديم HT المُشار إليها عادة من خلال التخطيط المناسب للـ HR عند اختيارها؟ لماذا أو لماذا لا؟
	٤- قياسات العملية والنتائج الإكلينيكية وفقاً للشروط الرئيسية	هل تم ملاحظة البيانات النموذجية للعملية والنتيجة الإكلينيكية التي تم جمعها وفقاً للشروط الرئيسية؟
	٥- النسبة المئوية للوصول في الوقت المناسب إلى أهداف الرعاية المُحقَّقَة	هل HT المُشار إليها متوفرة عادة لرعاية بمتابعة مناسبة وفقاً لهذه الشروط؟ لماذا أو لماذا لا؟
الشراء (٦-٩)	٦- النسبة المئوية للمشتريات تحقق المعايير المناسبة	هل تم شراء HT المُشار إليها عادة من خلال معايير مناسبة تم ملاحظتها وتحقيقها؟ لماذا أو لماذا لا؟
	٧- تحققت احتياجات النسبة المئوية من قبل المتبرعين	ما هي النسبة المئوية لاحتياجات HT المُشار إليها ويتم تحقيقها من قبل المتبرعين؟
	٨- تحقق النسبة المئوية معايير اللوائح المناسبة	هل تم تحقيق معايير اللوائح المناسبة عادة؟
	٩- النسبة المئوية التي تم الحصول عليها من خلال خطة اللوازم/المواد الاستهلاكية	هل تم الحصول على HT المُشار إليها عادة من خلال خطة مناسبة ومستمرة للوازم والمواد الاستهلاكية؟ لماذا أو لماذا لا؟
التدريب والدعم (١٠-١٣)	١٠- النسبة المئوية مع التدريب المناسب للمستخدم	ما هي النسبة المئوية لمستخدمي HT المُشار إليها الذين يتلقون تدريب مستخدم؟
	١١- النسبة المئوية لـ HT المستهدفة مع توافر في الوقت المناسب للوازم والمواد الاستهلاكية	ما هي النسبة المئوية لـ HT المُشار إليها ويكون لديها عادة توافر في الوقت المناسب للوازم والمواد المستهلكة؟ لماذا أو لماذا لا؟
	١٢- النسبة المئوية مع دعم للمعلومات في الوقت المناسب أثناء التشغيل أو الاستخدام	ما هي النسبة المئوية لـ HT المُشار إليها ويكون لديها عادة دعم للمعلومات في الوقت المناسب أثناء التشغيل أو الاستخدام؟ لماذا أو لماذا لا؟
	١٣- النسبة المئوية مع إعادة استخدام مناسب للمستهلكات	ما هي النسبة المئوية لـ HT المُشار إليها التي يكون لديها عادة إعادة استخدام مناسب للمستهلكات؟ لماذا أو لماذا لا؟
إدارة الأصول (١٤-١٥)	١٤- النسبة المئوية في المخزون المناسب لـ HT	ما هي النسبة المئوية لـ HT المُشار إليها وتكون عادة في المخزون المناسب لـ HT ؟ لماذا أو لماذا لا؟
	١٥- النسبة المئوية مع تحليل بيانات المخزون المناسب لـHT	ما هي النسبة المئوية لـ HT المُشار إليها ويكون لديها عادة تحليل بيانات المخزون المناسب لـ HT ؟ لماذا أو لماذا لا؟

تابع الجدول رقم (٥٤,٤)..

مؤشرات QI تبعاً لفئة HTM	مؤشرات QI تبعاً للعنوان من أجل HTs المستهدفة	أسئلة تقييم حول البنود الحرجة لـ HT المُشار إليها في الجدول رقم (٥٤,٣) وذلك وفقاً لخمسة شروط رئيسية في كل موقع
الصيانة (١٦-٢١)	١٦- النسبة المئوية في برنامج الصيانة الوقائية المناسب	ما هي النسبة المئوية لـ HT المُشار إليها وتكون عادة في برنامج الصيانة الوقائية المناسب؟
	١٧- النسبة المئوية في برنامج الإصلاح المناسب	ما هي النسبة المئوية لـ HT المُشار إليها وتكون عادة في برنامج الإصلاح المناسب؟
	١٨- النسبة المئوية التي تتلقى إصلاح في الوقت المناسب	ما هي النسبة المئوية لـ HT المُشار إليها وتتلقى عادة إصلاح في الوقت المناسب؟
	١٩- النسبة المئوية مع الاتصالات المناسبة بين المستخدمين والـ HCTS	ما هي النسبة المئوية لـ HT المُشار إليها ويكون لديها عادة اتصالات مناسبة بين المستخدمين والـ HCTS؟
	٢٠- النسبة المئوية مع التوافر في الوقت المناسب لقطع الغيار/الإصلاح	ما هي النسبة المئوية لـ HT المُشار إليها ويكون لديها عادة توافر في الوقت المناسب لقطع الغيار/الإصلاح؟ لماذا أو لماذا لا؟
	٢١- النسبة المئوية مع مراجعة للأداء وعملية إلغاء المهمة المناسبتين	ما هي النسبة المئوية لـ HT المُشار إليها ويكون لديها عادة مراجعة للأداء وعملية إلغاء المهمة المناسبتين؟ لماذا أو لماذا لا؟
إدارة المخاطر (RM) وتحسين الجودة (QI) (٢٢-٢٥)	٢٢- النسبة المئوية التي تتلقى مراجعة RM وإجراءات متابعة (FU) في الوقت المناسب	ما هي النسبة المئوية لـ HT المُشار إليها وتتلقى عادة مراجعة RM وإجراءات متابعة (FU) في الوقت المناسب؟ لماذا أو لماذا لا؟
	٢٣- النسبة المئوية التي تتلقى مراجعة QI وإجراءات FU في الوقت المناسب	ما هي النسبة المئوية لـ HT المُشار إليها وتتلقى عادة في الوقت المناسب مراجعة QI وإجراءات متابعة (FU)؟ لماذا أو لماذا لا؟
	٢٤- النسبة المئوية التي تتلقى في الوقت المناسب إعادة طلب وفق اللوائح وتبادلات التغذية الراجعة للمنتَج	ما هي النسبة المئوية لـ HT المُشار إليها وتتلقى عادة في الوقت المناسب إعادة طلب وفق اللوائح/تبادلات التغذية الراجعة للمنتَج ؟ لماذا أو لماذا لا؟
	٢٥- النسبة المئوية المُستخدَمة	ما هي النسبة المئوية لـ HT المُشار إليها والمُستخدَمة عادة في سياق برنامج اعتماد الجودة؟ لماذا أو لماذا لا؟
أخرى (٢٦-٢٨)	٢٦- استدامة خدمات HTM	هل تتوقع أن تكون خدمات HTM أقوى في ٥ سنوات أولا؟
	٢٧- توقعات الزبون المُحققَة	هل يتم عادة تحقيق توقعات الزبون فيما يتعلق باستخدام HT التي تم ملاحظتها؟
	٢٨- أثر الخدمة على تعطل الأجهزة	هل يمكن تقديم الخدمات الإكلينيكية عادة عندما تتعطل HT التي تم ملاحظتها

الاستنتاجات

Conclusions

لقد أظهرت دراسات الحالة الطرق التي يمكن بها قياس الجودة وتحسينها من خلال:

- ثقافة الجودة المناسبة والبنية التحتية لتحسين الجودة.
- مبادرات تحسين الجودة ذات الأولوية استناداً إلى الأثر (عبء المرض)، وقابلية التحسين (الفجوة المحسوبة بين أفضل ممارسة حالية وأفضل ممارسة مبنية على الأدلة)، والشمولية (الأهمية والانتشار الواسعين).
- مؤشرات وأدوات تحسين الجودة الملائمة.
- التغذية الراجعة للأداء وغيرها من الطرق.
- استخدام أفضل العلوم للرعاية (العلاج المبني على الأدلة) وممارسات الهندسة الإكلينيكية (CE).

لقد أظهرت تطبيقات هذه التقنيات نماذج لضمان جودة التجهيزات الطبية، وبرامج التحسين، وبرامج التوافق مع اللوائح، ومسوحات إرضاء الزبائن، وسلامة المرضى، وترابط الجودة والتكنولوجيا من أجل تحسين الاستخدام الفعال من حيث التكلفة لموارد التكنولوجيا.

المراجع

References

Deming WE. Out of the Crisis. Cambridge, MA, MIT University Press, 1986.

ECRI. A New Concept in Inspection and Preventive Maintenance. Health Devices 8(4).71. 1979.

GE Medical Systems. Customer Evaluation. October 1992.

GE Medical Systems. Varian Oncology Systems Customer Satisfaction Survey. 1999.

Heimann P, Issakov I, Kwankam Y, et al. Quality and Management Applications of EHTP. Kyrgyzstan District Health Leaders, December 2002; May 2003.

John Dempsey Hospital. Service Vendor Performance Evaluation. 1999.

Judd TM et al. 2002 QI Program Evaluation. Kaiser Permanente. Georgia, May 2003.

Judd TM. Linking Health Quality and Technology Management. Health Technology Scoping Study. Republic of South Africa Department of Health, August 2003.

NCQA. CAHPS National Member Satisfaction Survey. http://www.ncqa.org re

NovaMed. Biomedical Engineering Department Customer Satisfaction Survey. 1999.

Painter F. NovaMed QI Program. Sub-Saharan Africa Advanced Clinical Engineering Workshop, 1999.

Rosow E, Grimes SL. Technology's Implications for Health Care Quality: A Clinical Engineering Perspective. Nursing Administration Quarterly, 2003.

Stamatis DH. Failure Mode and Effect Analysis. Milwaukee, WI, American Society for Quality, p 494, 1995.

Wang, B. Mediq QA Program, Sub-Saharan Africa Advanced Clinical Engineering Workshop, 1999.

معلومات إضافية

Further Information

Berwick D et al. Curing Health Care. Jossey-Bass, 1990.

CMMS. Hospital Conditions of Participation: Quality Assessment and Performance Improvement. 42 CFR Part 482, Medicare and Medicaid Programs. Department of Health and Human Services, Centers for Medicare and Medicaid Services (CMMS). Federal Register 68(16):3435-3455, 2003.

Donabedian A. The Definition of Quality and Approaches to Its Assessment. Ann Arbor, MI, University of Michigan Administration Press, 1980.

Institute of Medicine. Crossing the Quality Chasm. Washington, DC, National Academy Press, 2001.

Kohn LT, Corrigan J, Donaldson MS (eds). To Err Is Human: Building a Safer Health care System. Washington, DC, National Academy Press, 1999.

Millenson ML. Demanding Medical Excellence. University of Chicago, 1997.

Simmons D. Health Care Quality and ISO 90001:2000. In Dyro JF (ed). The Handbook of Clinical Engineering. Chapter 119. Burlington, MA, Elsevier, 2004.

الباب الخامس

السلامة
Safety

Marvin Shepherd
DEVTEQ Consulting
Walnut Creek, CA

الجهاز الطبي عبارة عن مكوّن واحد فقط في نظام صغير يقدم عوناً إكلينيكياً للمريض. وبتزايد الأنظمة الصغيرة ذات العلاقة بالأجهزة في العدد أصبحت الأخطار المرافقة لاستعمالها أكثر تنوعاً والبيئة الإكلينيكية أكثر تعقيداً. يمكن للأجهزة أن تصبح غير شغالة بسبب التداخل الكهرومغناطيسي EMI أو قد تصبح مصادر إشعال نار لمرضى تحت المعالجة في بيئات غنية بالأكسجين. تتطلب مثل هذه الحوادث ذات العلاقة بالأجهزة الطبية تحقيقاً هندسياً إكلينيكياً للحدث وتوصيات لمنع حوادث مستقبلية مشابهة. ولأن التوصيات التصحيحية تتعلق أحياناً بالكوادر المهنية والإجراءات في المستشفى فيجب مكاملتها في برنامج سلامة المستشفى الكلي. ينكب المؤلفون للفصول في هذا القسم حول السلامة على كثير من هذه المواضيع ويقدمون توصيات لضمان بيئة إكلينيكية آمنة.

تتضمن الفصول الأربعة الأولى وصفاً لمنهجيات لجعل البيئة الإكلينيكية أكثر أماناً. يعطي Patail (سلامة المريض والمهندس الإكلينيكي) منظور مهندس إكلينيكي ذي خبرة يعمل في المركز القومي لسلامة المريض (NCPS) موضحاً أن المهندس الإكلينيكي ملائم بشكل مثالي لدور قيادي في دفع سلامة المريض إلى الأمام. إن تقنيات نظامية مثل تحليل السبب الأصلي (الجذري) (root cause analysis) وتحليل نمط الخطأ وتأثيراته (failure mode & effects analysis) وأدوات مثل مخططات سريان العملية (process-flow diagrams) ومصفوفات حساب الأخطار (hazard-scoring matrices) وشجرات القرار (decision trees) قد مكنت المركز القومي لسلامة المريض من القيام بخطى إيجابية واسعة قابلة للقياس في وقت قصير. قدم Epstein and Harding (إدارة المخاطر) بخبرتهما الواسعة في تقديم النصح لتنظيمات الرعاية الصحية حول مواضيع إدارة المخاطر نظرة شاملة حول هذا الموضوع وتوجيهات لتبني تقنيات

وبرامج فعالة. لقد أحضر Vegoda and Abramson (برنامج الممارسات المثلى لسلامة المريض) خبرتهما المدهشة في تكنولوجيا المعلومات ليدليا بدلوهما حول موضوع سلامة المريض حيث أوجزا نظاماً نموذجياً للممارسات المثلى لسلامة المريض. يعطي Baretich (برامج سلامة المستشفى) نظرة موسعة لسلامة المستشفى تذهب بعيداً وراء السلامة كما هي مطبقة فقط على الأجهزة الطبية. وهو يصف هيكلية السلامة ومتطلباتها لبرنامج سلامة مستشفى كامل كما هي مطلوبة من قبل اللجنة المشتركة لاعتماد تنظيمات الرعاية الصحية (JCAHO). يحيط البرنامج بسلامة الكادر والمرضى والزوار من الأخطار المختلفة في بيئة للرعاية الصحية. وهو يشدد على أنه لكي تكون الأكثر فعالية، فإنه يجب مكاملة المفاهيم ذات العلاقة بالسلامة لممارسة الهندسة الإكلينيكية في برنامج السلامة هذا لكامل المستشفى.

يحدد Shepherd (مقاربة أنظمة لسلامة الجهاز الطبي) المكونات الخمسة الأساسية لنظام صغير ذي علاقة بجاز طبي، وهو نظام يوفر فائدة إكلينيكية واحدة على الأقل. ويناقش إضافة إلى ذلك كيف يمكن لهذه المكونات أن تفشل بطريقة تمنع توفير الفائدة الإكلينيكية وقد ينشأ عنها بدلاً من ذلك أذية أو موت. وبواسطة هذا النموذج الشامل فإن بإمكان المرء أن يفهم الطرق التي قد يعاني فيها مريض خطر خاص أيضاً وأن يستخدم منهجية لتتبع أثر الأسباب الأساسية لأذية ما وصولاً إلى الأسباب الكامنة التي كانت موجودة في النظام الصغير. وكما ازداد عدد وتعقيد الأجهزة الطبية فإن التقارير حول التفاعلات البينية بين أنظمة صغيرة مختلفة قد ازدادت. يستكشف Miodownik (التفاعلات بين الأجهزة الطبية) بعض هذه التفاعلات بين الأنظمة الصغيرة ذات العلاقة بالأجهزة عندما توصَّل وتعمل في نفس الوقت على أو حول مريض. ويوضح من خلال دراسات لحالات أن معايير اختيار المريض قد لا تحدد دائماً أولئك الذين يمكن أن يتأذوا ضمن مجموعة سكانية عن طريق مداخلة تشخيصية أو علاجية. قد ينشأ عن التفاعلات البينية جهاز- جهاز و جهاز- مريض بشكل مباشر أذية أو نظام صغير سيئ الأداء. إن تحليله الهندسي يعطي تحذيراً بأن المهندسين الإكلينيكيين يجب أن يبقوا يقظين كي يكشفوا عن تفاعلات بينية غير متوقعة بين الأنظمة الصغيرة.

يشرح Cheng (أجهزة الحقن ذات الاستعمال لمرة واحدة) بالتفصيل مفاهيم السلامة للإبر والحقن مع التشديد على استعمالها وسلامتها في الدول النامية. عارفاً أن إعادة استعمال أجهزة الحقن ذات الاستعمال لمرة واحدة هو سبب رئيسي للعدوى فإن Cheng يوصي ببدائل لهذه الممارسة مثل الحقن ذات التعطيل الذاتي وصناديق السلامة والتخلص من الأدوات الحادة المستعملة. وهو يطبق مفاهيم إدارة دورة الحياة (life cycle management) على أجهزة الحقن لضمان السلامة في تخطيط وتقديم البرنامج الصحي.

يقدم Tan and Hinberg (التداخل الكهرومغناطيسي مع الأجهزة الطبية) مراجعة للمواصفات القياسية الدولية للتداخل الكهرومغناطيسي ومراجعة لمواضيع التداخل الكهرومغناطيسي بما فيها تأثيرات الاتصالات

اللاسلكية وشبكات المنطقة المحلية LAN وكاشفات المعادن وأيضاً أجهزة مراقبة المواد على الأجهزة الطبية. ويتضمن فصلهما الذي تم تطويره من كلا وجهتي النظر التنظيمية والعملية اقتراحات حول إدارة مخاطر التداخل الكهرومغناطيسي. تعاني مرافق الرعاية الصحية بشكل متزايد من بيئة تداخل كهرومغناطيسي معادية. ولضمان أن بيئة إكلينيكية ما آمنة من الاضطرابات التي يستدعيها التداخل الكهرومغناطيسي فإن على المهندسين الإكلينيكيين أن يقوموا بإدارة البيئة بشكل نشط من خلال كشف وتصحيح والوقاية من التداخل الكهرومغناطيسي. يصف Paperman, David, and Hibbetts (التداخل الكهرومغناطيسي في المستشفى) مكونات برنامج إدارة كهذا ويقدمون دراسات لحالات من خبرتهما الذاتية لتوضيح قيمته.

يتطلب دور المهندس الإكلينيكي كضابط سلامة للأجهزة الطبية أو كمهندس أدلة جنائية مستقل مهارات خاصة التحقيق في الحوادث. يقدم Dyro (التحقيق في الحوادث) نظرة شاملة حول التحقيقات في الحوادث المتعلقة بالأجهزة ويصف المعرفة والمهارات وتقنيات التحقيق الضرورية لمحقق كفؤ. وهو يشدد على أن النتيجة المرجوة لأي تحقيق هي تحديد الأسباب الكامنة (الأصلية) لحادث ما والتعديلات الضرورية على النظام الصغير لتجنب حوادث مشابهة في المستقبل. يخمن محققو الحوادث أن ٧٠٪ من جميع الحوادث المؤذية المتعلقة بالأجهزة سببها بعض المساهمة من المشغِّل الإنساني، غالباً بسبب محدودية القدرات الإنسانية ولكن أحياناً بسبب اعتبارات تصميمية غير مناسبة للعوامل الإنسانية من قبل مصنِّع الجهاز. يناقش Dyro أساسيات الخطأ الإنساني وتصميم العوامل الإنسانية ومساهمتها في الحوادث. يجب على المهندسين الإكلينيكيين الذين ينبغي أن يديروا تحقيقات الحوادث والأحداث أن يكونوا على دراية بأساسيات الخطأ الإنساني وتصميمات العوامل الإنسانية لأنها تؤثر على عمليات النظام الصغير.

أخيراً يصف Ridgway (السلامة الكهربائية بمنظور رجعي) تاريخ "الصدمة الصغرى" وهي خطر ذو علاقة بالجهاز يبدو أنه قد تم تخيله أكثر من كونه حقيقة إلا أنه يتسبب مع ذلك بإجراءات تصحيحية كثيرة مكلفة وغير ضرورية في المستشفيات. في بداية الستينات من القرن العشرين زُعم أن تيارات كهربائية صغيرة تسببت بصدمة صغرى قتلت آلافاً من مرضى المستشفيات سنوياً. وعلى مدى العشرين سنة التالية اندفع الاهتمام بالصدمة الصغرى من خلال المعلومات المغلوطة ونقص في المعلومات كليهما. إن النظرة الرجعية المتبصرة لـ Ridgway حول الصدمة الصغرى والانشغال اللاحق بالسلامة الكهربائية يصف الجهد والموارد التي أُنفقت وإلى حد كبير أُهدرت في التوجه إلى هذا الخطر الصغير نسبياً.

٥٥

المهندس الإكلينيكي وسلامة المريض

Patient Safety and the Clinical Engineer

Bryanne Patail
Biomedical Engineer, Department of Veteran 's Affairs
National Center for Patient Safety
Ann Arbor, MI

المهندس الإكلينيكي CE ملائم بشكل مثالي لدور قيادي في تعزيز سلامة المريض. لقد اكتسبت سلامة المرضى اهتماماً واسعاً مع تقارير عن نسب حدوث عالية بشكل غير عادي لأخطاء تحدث في إدارة المداخلات العلاجية والتشخيصية. بعض الأسباب للتردي الظاهري لسلامة المريض المستكشفة في هذا الفصل تتضمن التقييدات المالية والخوف من المسؤولية القانونية والنفور من الاعتراف باقتراف أخطاء. المركز القومي لسلامة المريض NCPS التابع لإدارة المحاربين القدماء هو في طليعة حركة سلام المريض في محاولاتها لتغيير ثقافة اللوم في نظام مستشفياتها إلى ثقافة سلامة المريض. لقد قام الـ NCPS في وقت قصير بخطى إيجابية واسعة قابلة للقياس بواسطة تقنيات مثبتة نظامية (سيستيماتيكية) مثل تحليل السبب الأصلي (root cause analysis) وتحليل نمط الخطأ وتأثيراته (failure mode and effects analysis) وبخبرة المهندس الإكلينيكي. في هذا الفصل يتم وصف بعض الأدوات مثل مخططات سريان العملية (process-flow diagrams) ومصفوفات حساب الأخطار (hazard-scoring matrices) وشجرات القرار (decision trees) التي استخدمت من قبل المركز.

المهندس الإكلينيكي مناسب جداً لسلامة المريض

The Clinical Engineer: Well-Suited for Patient Safety

إن مفهوم سلامة المريض ليس جديداً على المهندسين الإكلينيكيين. ففي العقود الثلاث الماضية منذ أن تم تصور وتطوير أول أقسام الهندسة الإكلينيكية الداخلية كانت السلامة هي رسالة مثل هذا القسم. مقولة عن رؤية قسم هندسة إكلينيكية نموذجي تقول: "لضمان بيئة ذات جودة وتكاليف فعالة وآمنة للمرضى والمتطوعين والزوار

والكادر الطبي للمستشفى فيما يتعلق برعاية المريض والأنظمة والأدوات والأجهزة الطبية التشخيصية والعلاجية والداعمة للحياة". تعرّف الكلية الأمريكية للهندسة الإكلينيكية ACCE المهندس الإكلينيكي كـ "صاحب مهنة يدعم ويطور رعاية المريض بتطبيق مهارات هندسية وإدارية على تكنولوجيا الرعاية الصحية". أحد رسائل الـ ACCE هي "تعزيز التطبيق الآمن والفعال للعلم والتكنولوجيا في رعاية المريض".

إن المهندسين الإكلينيكيين موضوعون بشكل فريد للاهتمام بمواضيع سلامة المريض للأسباب التالية:

بالقانون By Law

في اللحظة التي يستحق فيها شخص ما أن يكون مهندساً فإنه يكون مرتبطاً بمسؤولية سند (fiduciary) لسلامة العموم. يعرّف قاموس ويبستر السند بأنه "شخص يقف في علاقة خاصة مع الثقة أوالسرية أوالمسؤولية في التزامه بالسلامة العامة".

بالثقافة By Education

تحضّر مواد دراسية أساسية مثل الإحصاء والديناميك والديناميك الحراري وميكانيك المواد والفيزياء والرياضيات (التفاضل) في أي مدرسة حقيقية bona fide للهندسة الإنسان لفهم أفضل لعلاقات السبب والتأثير لمعظم المشاكل والحوادث. المهندسون معروفون لمقدراتهم على حل المشاكل. غالبية المهندسين الإكلينيكيين يحمل درجات قبل جامعية undergraduate degree في اختصاص هندسي مبني على التفاضل مثل الهندسة الكهربائية أوالهندسة الميكانيكية أو هندسة الحاسوب ودرجات جامعية graduate degree في الهندسة الحيوية الطبية/الإكلينيكية. البعض أيضاً يحمل درجة دكتوراه. إضافة إلى ذلك فإن كثيراً من المهندسين الإكلينيكيين مجازون certified كمهندسين إكلينيكيين مجازين CCE.

بالخبرة By Experience

لقد شارك المهندسون الإكلينيكيون على مدى السنوات الثلاثين الماضية في المقاربات الناجحة لضمان سلامة المريض وجهاً لوجه مع مشاريع تقييم التكنولوجيا. لقد طوّروا ونشروا مواصفات قياسية متفق عليها (كأعضاء في الـ AAMI) لجميع الأجهزة والأنظمة الطبية الحرجة تقريباً وكثير منها مواصفات قياسية لدـ ANSI الآن. بعض المهندسين الإكلينيكيين يعملون كمستشاري شركات أو متعاونين مع شركات للتوجيه باختبار موقع ألفا أو بيتا للأجهزة الطبية. بعضهم يمضي ما يكفي على أجهزة من مصنّع واحد ليخط التأثير ليوفر تغذية راجعة و/أو أو يشارك في التصميم لأجهزة وأنظمة طبية ذات سماحية للخطأ (fault-tolerant).

هذه النشاطات ممكنة فقط إذا كان المهندسون الإكلينيكيون أيضاً مشاركين في التقييمات الرجعية لضمان سلامة المريض وجهاً لوجه مع التحقيقات في الحوادث ومنذ عام ١٩٩٠ بسبب قانون الأجهزة الطبية الآمنة لعام

١٩٩٠ أفاد المهندسون الإكلينيكيون بتقارير عن جميع حوادث الأجهزة الطبية إلى المصنّع و/أو إلى قاعدة البيانات المركزية (FDA-MAUDE). إن المعرفة المكتسبة من قراءة تحقيقات الحوادث التي حدثت في مكان آخر تسمح للمهندسين الإكلينيكيين بالعودة إلى عملية تقييم المخاطر المحتملة.

بالسمعة By Reputation

إضافة إلى كونهم معتمدين بدرجات وشهادات فإن المهندسين الإكلينيكيين محترمون من أقرانهم ومقدرون من العاملين معهم وموثوقين من مستخدميهم وزبائنهم. وفي العادة لهم سجلات خدمة ممتازة في المشاركة والتثقيف والنشاطات الاستشارية لتحسين سلامة المريض. نسبة كبيرة من المهندسين الإكلينيكيين تشارك في نشاطات مهنية.

الموقع في المؤسسة By Position in the Institution

الإدارة ضد المهنة؟

غالبية المواقع الإدارية تحمي المؤسسة من الانكشاف/المسؤولية القانونية. والمهندسون الإكلينيكيون يعملون بشكل قريب مع قسم الشؤون القانونية والمسؤولية القانونية للمحامين هي حماية زبونهم المؤسسة وهذا يتعارض أحياناً مع المسؤولية القانونية للمهندس الإكلينيكي بحماية العموم. وفي هذا تكمن المشكلة. سيتم تقديم حلول لهذه المشكلة فيما بعد في هذا الفصل.

من ناحية أخرى الموقع الاصطفافي، وفي بعض الحالات يسمى التشغيلي، مسؤول عن إنتاج المنتج الفعلي. يُتوقع من أحد في هذا الموقع أن ينتج إنتاجاً ملموساً اقتصادياً يدعم رعاية المريض. إن أقسام الهندسة الإكلينيكية في معظم المستشفيات يتم توجيهها لإصلاح الأجهزة الطبية (على الغالب أجهزة إلكترونية). وهنا تكمن مشكلة أخرى.

القيادة Leadership

غالبية المهندسين الإكلينيكيين ذوي السمعة تمسك بمواقع قيادية في مستشفياتها. المهندس الإكلينيكي هو عادة رئيس قسم أو رئيس لجنة أو لجان أو مالك عملية أو مثقّف أو استشاري.

وبالرغم من الموقع الفريد الذي يمسك به المهندس الإكلينيكي في مستشفى أو تنظيم رعاية صحية لضمان السلامة فقد تم تخمين أن ما يقرب من (٩٨٠٠٠) وفاة تحدث سنوياً في مستشفيات الولايات المتحدة الأمريكية بسبب أخطاء طبية (Kohn et al., 2000). إن الإنسان مدفوع ليسأل الأسئلة التالية:

- ماذا حدث؟
- لماذا حدث؟
- ما هي الأسباب الأصلية؟
- ما الذي يمكن أن نعمله لمنعه من الحدوث ثانية؟

العوامل التي تساهم في الأخطاء الطبية
Factors Contributing to Medical Errors

هناك ديناميكيات كثيرة تلعب دوراً في الوصول إلى هذه النقطة والعديد منها يتم تعداده هنا.

عوائد الرعاية الصحية Heath Care Reimbursement

ماذا حدث؟

لقد لعب المنظر المتغير لعملية عوائد الرعاية الصحية في الولايات المتحدة الأمريكية دوراً مهماً في الوصول إلى الحالة الحالية للأمور. فعلى مدى ثلاث عقود انتقلت العوائد من ترتيبة عقدية للرسوم مقابل الخدمة تغطي الكلفة زائداً هامشاً معيناً من الربح إلى نظام دفع مرسمَل لمجموعات ذات علاقة بالتشخيص إلى نظام الـ HMOs والـ PPOs. إن كامل موضوع التعامل مع الرعاية الصحية كعمل تجاري هو التغير الثقافي الذي كان له تأثيرات تدميرية بعيدة المدى على سلامة المريض. التوجه النهائي بشكل صارم هو أسلوب عمل غالبية مديري المستشفيات. بعض المرافق الصحية غير الربحية تمد السواعد التي تصنع الربحية ومدير أحد شركات الخدمة هذه أخبرني "مبادرات سلامة المريض معارضة بشكل دراماتيكي لأهداف هذه الشركة". لقد أخذت جودة الرعاية وسلامة المرضى المقعد الخلفي. إن الموضوع لدى المستشفيات هذه الأيام هو أن تفعل أكثر بالأقل. فهل هذا هو الطريق الأفضل الذي تستطيع به الإدارة توفير المال؟

لماذا حدث؟

يناضل كثير من المستشفيات من أجل البقاء. وعندما يقاتل أحد من أجل البقاء فإنه ينسى الرسالة الحقيقية للمستشفى. والقيم الأساسية تأخذ المقعد الخلفي و/أو تُفقد.

ما هي الأسباب الأصلية (الجذرية)؟

يجب أن تتوقف مدارس الأعمال عن تدريس طلاب إدارة الأعمال فكرة أن "كل شيء عادل في الحب والحرب والأعمال". يجب أن يفهم قادة الأعمال ورؤساء مجالس الإدارة أن لديهم التزام تجاه المجتمع الذي يقدم لهم البنية التحتية والخدمات وموارد أخرى ليقوموا بأعمالهم.

إن المهندس الإكلينيكي الذي يكون في العادة رئيس القسم يكون غائصاً إلى أذنيه بالمهام اليومية لإدارة القسم والتعامل مع الميزانيات وتقارير التشغيل والاجتماعات وحاجات وطلبات الموظفين، وليس لديه الوقت والموارد ليحضر تحليلات السبب الأصلي RCAs والتقييمات الرجعية والمتوقعة ذات العلاقة بالتكنولوجيا/الأنظمة. لذلك، ومن أجل البقاء، فإن كثيراً من المهندسين الإكلينيكيين يحصر مجال مسؤوليته بالأجهزة الطبية القابلة للإصلاح (في الغالب أجهزة إلكترونية) لأن الفنيين في القسم أتوا من برنامج تعليم فني إلكترونيات أو من مستويات فنيي الإلكترونيات.

ما العمل حيال ذلك؟

تحديد الحاجة إلى إعادة تقييم المواد الدراسية الأساسية لطلاب إدارة الأعمال. تعليمهم أن المجتمع يوفر بنية تحتية معينة وخدمات وموارد أخرى ليسمح لهم بالقيام بعملهم في المجتمع وهم لديهم التزامات معينة تجاه المجتمع والمرضى الذين يخدمونهم. يجب أيضاً إعادة تقييم المواد الدراسية الأساسية لفنيي الأجهزة الطبية والمهندسين الإكلينيكيين. أن يتم تعليمهم ومقاسمتهم الأنواع المختلفة للأخطاء/الحوادث/الأذيات التي يمكن أن تحدث في المستشفيات. أن يتم تضمين ليس فقط ساحة الأجهزة الطبية القابلة للإصلاح ولكن أيضاً المشاكل مع تطبيق هذه الأجهزة والعمليات التي فشلت مع الأجهزة غير القابلة للإصلاح وأعطال الأنظمة التي حدثت. أن يتم تعليمهم كيفية القيام بتحليل الأسباب الأصلية (الجذرية) وبعض وظائف الإجبار الناجحة والحلول الأخرى المتينة والمتسامحة مع الخطأ التي تم تنفيذها لحل هذه المشاكل. وإذا كان متوقعاً اهتمام هؤلاء الناس بتحسين سلامة المريض فليؤخذ بالاعتبار بعض المشاكل غير المحلولة وكيفية القيام بتحليل نمط خطأ الرعاية الصحية وتأثيره HFMEA للنظر إلى حلول واستخدام تكنولوجيات جديدة وعمليات جديدة لحل هذه المشاكل. يجب أن تطابق مهام وظيفة المهندس الإلينيكي منصوص رسالة قسمه.

المديرون يحتاجون لرؤية نتائج ملموسة Administrators Need to See Tangible Results

ماذا حدث؟

قصير نظر: غالبية المديرين يرون النتائج الملموسة لاستثمارهم في مكافئات دوام كامل قليلة FTEs لإصلاح الأجهزة الطبية كمقابل للتعاقد الخارجي مع المصنّع على برنامج صيانة من أجل توفير المال. هل فقد المديرون النظر بخصوص الرسالة الحقيقية للمستشفيات؟ يتحكم الـ CFOs حرفياً باتجاه شركات الأعمال التجارية. لقد قام رجال الأعمال التجارية بعمل ممتاز لتغيير ثقافة المستشفيات لتفكر ضمن مصطلحات الميزانيات والنتائج النهائية. نحن في ثقافة الأعمال التجارية. وبالرغم من أننا في أعمال الرعاية الصحية فالمرضى ليسوا العمل رقم واحد بل الرقم واحد. ومع ذلك فإن المسؤولين عن الجودة والسلامة لم يقوموا بعد بوظيفة مناسبة. عندما تكون جميع المكوّنات في المستشفى ممثّلة بشكل صحيح وأصواتها مسموعة بشكل متساوٍ فينبغي عندها أن لا يكون هناك انحياز في الاهتمام باتجاه الأعمال التجارية.

لماذا حدث؟

تشتكي الأعمال التجارية من التكاليف المتصاعدة بشكل لولبي للرعاية الصحية. لقد خمنت صناعة السيارات أن تكاليف الرعاية الصحية مسؤولة عن (٣٠٠) دولار من كلفة كل سيارة. وإن يكن. الأمريكيون يطلبون التكنولوجيا الأحدث والأفضل من أجل رعايتهم. إنه أكثر روعة أن يكون لديك جهاز رنين مغناطيسي من أن يكون لديك جهاز أشعة سينية.

نسبة فنيي الأجهزة الطبية الحيوية BMETs إلى المهندسين الإكلينيكيين CEs هي (١٠٠) إلى (١). إذا ذكرت الطبي الحيوي لعامل في الرعاية الصحية فإن أول شيء يتبادر إلى ذهنه هو رجل الإصلاح. لماذا؟ لأنهم يرون

ويقابلون فنيي الأجهزة الطبية الحيوية أكثر مما يرون ويقابلون المهندسين الإكلينيكيين. ولأن قسم الهندسة الإكلينيكية تم إعادة توجيهه إلى الإصلاحات فإن المهندسين الإكلينيكيين يُنظر إليهم أيضاً كرجال إصلاح.

مجتمع مقاضٍ Litigious Society

ماذا حدث؟

قضايا سوء الممارسة الطبية في تصاعد. الأمريكيون عموماً أصبحوا مهووسين بالقضايا القانونية ويتوقعون أن يصبحو أغنياء من الإزعاجات و/أو الأذيات المستدامة كنتيجة للرعاية الطبية. وهم ينظرون إلى الطبيب والمستشفى والشركات الصانعة للأجهزة الطبية على أنهم أناس بجيوب عميقة وموارد مالية غير محدودة للدفع من أجل الأضرار. قصة الغلاف في عدد ٢٠٠٣/٦/٩م لمجلة التايم Time بينت كيف أن الكلفة المحلّقة للضمان ضد سوء الممارسة تقود بعض الأطباء خارج مناطق معينة وخارج اختصاصات معينة ذات مخاطرة عالية وخارج مهنة الطب كلياً. ويستمر النمط على هذا الشكل.

لماذا حدث؟

ربما يكون محامو قضايا الأذيات الشخصية قد تشجعوا بالجائزة الحالية لسوء الممارسة بمقدار (١٤٠) مليون دولار في نيويورك المسجلة في مقالة في النيويورك تايمز بعنوان "مستشفيات نيويورك خائفة من أزمة سوء الممارسة" كتبها Richard Perez-Pena.

ماذا حدث؟

سري: المهندسون الإكلينيكيون لا يملكون صلاحية معرفة أسرار جميع الحوادث ذات العلاقة بسلامة المريض في مرفق ما. كل شيء سري. النمط يعيد نفسه. ولتجنب القضايا فإن الأطباء والممرضات والعاملين في الرعاية الصحية والمستشفيات يتعاملون مع الحوادث الطبية السيئة على أنها سرية ولا يناقشونها مع مقدمي الرعاية في الخط الأمامي. كثير من المرافق يتخذ خطوات شديدة الحرص لتجنب اكتشاف مثل هذه الحوادث.

لماذا حدث؟

البيئة العقابية عامل أيضاً. كثير من المعاينات أوضح أن نسبة عالية من العاملين في الرعاية الصحية يختارون العمل في الرعاية الصحية ليحدثوا فرقاً في نقاهة المريض وشفاء المتأذي وإنقاذ الأرواح. إنهم أشخاص مكرسون وشفوقون وأذكياء ومحفّزون. إلا أنه عندما يتم عمل خطأ و/أو يتأذى مريض فإن السؤال الأول الذي يسأله معظم الرؤساء هو "من فعلها؟". الأفعال التأديبية هي غالباً المعين الأول. لا يتم التسامح مع الأخطاء. لا يتم تحديد الأسباب الأصلية، وطرد شخص من منصبه يبدو هو المعيار لحل المشاكل.

ماهي الأسباب الأصلية؟

- تقوم الصيدليات بإجراء تحقيقاتها الخاصة بها على موظفيها.

- تقوم المختبرات بإجراء تحقيقاتها الخاصة بها على موظفيها.
- تحقق مختبرات الأشعة مع موظفيها.
- تحقق غرف العمليات مع موظفيها.
- التمريض يحقق مع موظفيه.
- يحقق أخصائيو القلب مع موظفيهم.

ما العمل حيال ذلك؟

اخلق بيئة غير عقابية وشكّل فرق متعددة الاختصاصات وادع خبراء بالموضوع وقدّم المالكين إلى الطاولة وناقش جميع مواضيع سلامة المريض. اجعل المناقشة عملية اكتساب خبرة بالتعلم مع التركيز على الوقاية من الحوادث السيئة في مرفقك.

الحلول
Solutions

خلق ثقافة السلامة Creating a Culture of Safety

يمكن عمل تحسينات ذات معنى بشكل حقيقي فقط عندما يُنظر إلى استمرارية الرعاية الصحية كنظام. إن مقاربة الأنظمة التي تستهدف الوقاية لا العقاب هي التي تخلق قصص نجاح لسلامة المريض. لقد استخدمت مجالات أخرى ذات مخاطرة عالية مثل الخطوط الجوية ومنشآت الطاقة النووية هذه المقاربة لتحقيق أهداف السلامة بنجاح. ولجعل مجهود الوقاية فعالاً فإنه يتم استخدام طريقة تجميع وتحليل البيانات الميدانية التي تسمح بتشكيل الصورة الأكثر دقة الممكنة. الناس على خط الجبهة هم عادة في الموقع الأفضل لتحديد المواضيع والحلول بحيث إن فرق تحليل الأسباب الأصلية (الجذرية) وفرق تحليل أنماط خطأ الرعاية الصحية وتأثيراتها تقوم معاً بصياغة الحلول واختبار وتنفيذ الإستراتيجيات وقياس المخرجات من أجل تحسين سلامة المريض. تتم مشاركة المرافق الأخرى في النظام بالنتائج من الفرق. هذا هو في الحقيقة عين المقصود بما نعنيه بـ "بناء ثقافة السلامة". ويمكن تصويرها على أنها المحرك الذي يدفع النظام باتجاه الهدف الذي هو السلامة القصوى. هذا النوع من التغيير الثقافي لا يحدث بين ليلة وضحاها. وهو يحدث فقط كنتيجة لمجهود في جزئية كل واحد لأخذ مقاربة مختلفة للطريقة التي ننظر بها إلى الأشياء. يجب أن نسأل باستمرار إن كنا نستطيع نفعل الأمور بطريقة أفضل وأكثر فعالية وأمناً. يجب ألا ندع أبداً أن يكون "جيد بما فيه الكفاية" جيداً بما فيه الكفاية. يجب أن نكون صارمين في مطاردتنا لإيجاد طرق لتحسين أنظمتنا للسلامة. نحن لا نعتقد بأن الناس يأتون إلى العمل ليقوموا بعمل سيئ أو ليقوموا باقتراف خطأ، إلا أنه إذا كانت هناك المجموعة المناسبة من الظروف فإن أياً منا يمكن أن يقترف خطأ. يجب أن نجبر أنفسنا على أن نشيح بنظرنا عن الجواب السهل بأنها كانت غلطة أحد ما إلى الإجابة عن السؤال الأصعب عن كيف حدث الخطأ. نادراً ما يكون هناك سبب

واحد. ومن خلال فهم الأسباب الكامنة الحقيقية للأخطاء فإننا نضع أنفسنا في الموقع الأفضل لمنع حوادث مستقبلية. وبالرغم من صحة المقولة "الخبرة أفضل معلم" إلا أنها واحدة من المعلمين الأكثر كلفة أيضاً. إحدى أفضل الطرق لتخفيض الكلفة هي الاستفادة من الدروس الموجودة في الطلبات الودية close calls حيث تبوء الأشياء بالفشل تقريباً ولكن من دون أذى. إن تأسيس ثقافة للسلامة، حيث يستطيع الناس أن يفيدوا بتقارير عن أحداث سيئة ومكالمات سرية من دون خوف من العقاب، هو المفتاح إلى خلق سلامة المريض.

التحديات Challenges

من الناحية التاريخية فإن الوقاية من الحوادث لم تكن نقطة تركيز أساسية في الطب. لم تُصمم أنظمة المستشفيات هندسياً لمنع أو امتصاص الأخطاء. لقد تغيرت كرد فعل من دون أن تكون مبادرة. لقد ضلل نظام المستشفى الاتكال على الأداء من دون أخطاء من قبل أصحاب مهن الرعاية الطبية. تكافئ الثقافة الطبية الكمال وتعاقب الأخطاء في نظام معقد غير مصمم هندسياً للمخاطرة.

التوقعات غير الواقعية تثبط الانفتاح والأمانة وتمنع التعلم من الطلبات الودية close calls. قد يقترف الأخطاء أشخاص قادرون وذوو ضمير وعطوفون يريدون أن يفعلوا الأشياء الصحيحة.

التقاليد والقيم مهمة أيضاً. لقد كانت مهمة بالنسبة لي. (هذه هي الطريقة التي تعودت أن أفعل الأشياء بها ... والآن يمكنك أن تفعل نفس الشيء). الأداء الإنساني عرضة للخطأ.

اخلق ثقافة للسلامة على طريقة إدارة المحاربين القدماء Create a Culture of Safety the VA Way

فيما يلي قائمة بالخطوات التي اتخذتها إدارة المحاربين القدماء لخلق ثقافة للسلامة:

- ضمنت البيئة غير العقابية باستثناء الأفعال غير الآمنة المقصودة.
- أشاعت التزام عام من قيادة الرعاية الصحية الملتزمة بعملية مناقشة وتقييم الأداء لكل مدير مرفق رعاية صحية.
- كرست الموارد: (٢٠٠) مدير سلامة مريض (Patient Safety Manager: PSM) و (٢٢) ضابط شبكة سلامة مريض (Network Patient Safety Officer: NPSO).
- أسست مراكز استفسار خاصة عن سلامة مريض (Special Patient Safety Centers of Inquiry: SPSCIs).
- أمّنت حوافز للقوى العاملة في إدارة مستشفيات المحاربين القدماء VHA لتعزيز السلامة.
- بذلت جهوداً للسلامة.
- أسست المركز القومي لسلامة المريض NCPS.
- دربت (١٠٠٠) مدير سلامة مريض وضابط سلامة مريض وآخرين من (١٦٣) مرفقاً للمحاربين القدماء ومن العديد من مرافق الرعاية الصحية للقطاع الخاص على مدى ثلاث سنوات بدورات مدتها ثلاثة أيام حول سلامة المريض (١٠١) وحوالي (٢٠٠) مهنيي سلامة بدورات مدتها ثلاثة أيام حول سلامة المريض (٢٠٢).

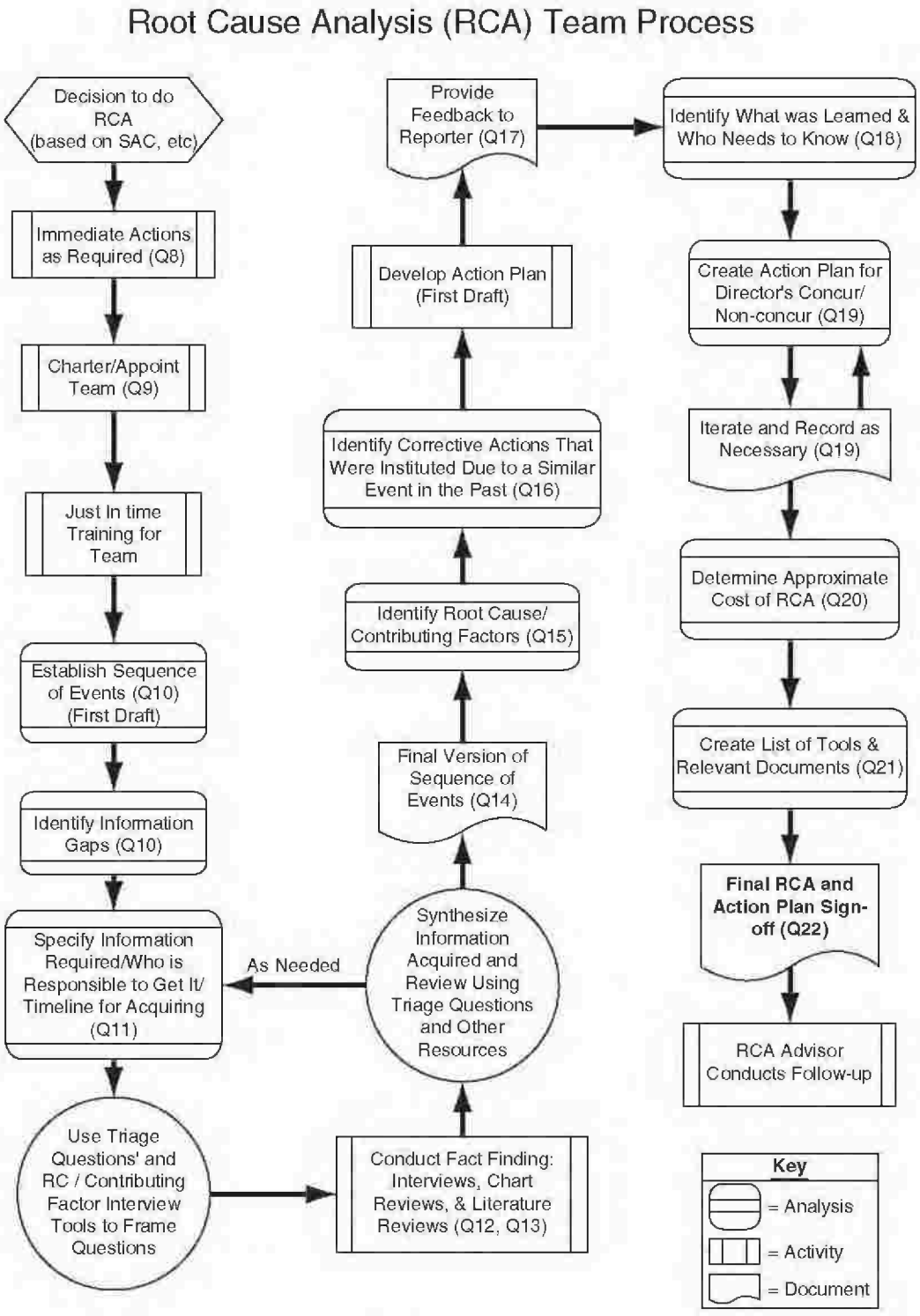
- طورت ونشرت كتاب إدارة المحاربين القدماء المرجعي في سلامة المريض VA Patient Safety Handbook.
- أنشأت الموقع الإلكتروني لسلامة المريض على الشبكة العنكبوتية www.patientsafety.gov.
- طورت أدوات مثل برنامج تحليل الأسباب الأصلية (الجذرية) (SPOT) وقاعدة بيانات لتحليل الأسباب الأصلية (الجذرية) وتحليل أنماط أخطاء الرعاية الصحية وتأثيراتها HFMEA ووزعتها على مجس إدارة مستشفى في الولايات المتحدة الأمريكية من خلال اتحاد المستشفيات الأمريكية AHA.
- طورت ووزعت مساعدات معرفية.
- نشرت تنبيهات alerts واستشارات.
- شاركت كمستشارين في شراء وتقييس الأجهزة والمنتجات والخدمات الطبية.
- أسست مجموعة عمل لسلامة المريض في فريق دعم أنظمة المعلومات (مكتب المعلومات).

ومنذ اتخاذ هذه الإجراءات ارتفع عدد الطلبات الودية close calls في إدارة المحاربين القدماء بحوالي ٩٠٠٪ وهذا مؤشر على أن نظام التقارير بدون لوم يعمل بشكل جيد.

وسائل تغيير الثقافة
Vehicles to Change the Culture

تحليل الأسباب الأصلية (الجذرية) Root Cause Analysis (RCA)

تحليل الأسباب الأصلية (الجذرية) RCA عملية أو تقنية تُستخدم لتحديد السبب الأكثر أساسية أو العامل المسبب الأكثر مساهمة كإجابة عن السؤال لماذا حدثت مشكلة. وهو تقييم رجعي يركز على إيجاد نقاط الضعف في النظام وتطوير إجراءات مضادة. توجه عملية الـ RCA أربع أسئلة أساسية: ١) ماذا حدث؟ ٢) لماذا حدث؟ ٣) ما هي العوامل المسببة المساهمة؟ ٤) ما الذي يمكن أن نعمله لمنعه من الحدوث ثانية؟. يجب أن يكون التركيز على تطوير إجراءات مضادة فعالة. يجب أن يكون فريق الـ RCA متعدد الاختصاصات بطبيعته يشارك فيه خبراء من الخط الأمامي (خط الجبهة) فهم الأقرب إلى عملية السلامة ولديهم أفضل الأفكار لحل المشكلة. الـ RCA عملية تحفر باستمرار أعمق بالسؤال: "لماذا، لماذا، لماذا؟" عند كل مستوى لحدث. إنها عملية تحدد التغييرات اللازم عملها في نظام وهي حيادية ما أمكن وتتحرك إلى ما وراء اللوم. يجب أن تأخذ عملية الـ RCA بالاعتبار العوامل الإنسانية وعوامل أخرى وعمليات وأنظمة ذات علاقة وأن تحلل العلاقات بين السبب الكامن وتأثيره. يجب مراجعة الأدبيات ذات العلاقة أثناء العملية والتوصل إلى توافق داخلي. يجب أن يحدد الـ RCA المخاطر ومساهماتها المحتملة في الأخطاء ذات العلاقة بالسلامة وأن يقرر التحسينات الممكنة في العمليات أو الأنظمة. وليكون ذا مصداقية يجب أن يتضمن الـ RCA مشاركة ودعم قيادة التنظيم وأولئك ذوي العلاقة الأقرب بأنظمة وعمليات السلامة. الشكل رقم (٥٥,١) عبارة عن مخطط جريان لعملية فريق RCA.



الشكل رقم (٥٥,١). عملية فريق تحليل الأسباب الأصلية (الجذرية) RCA.

فيما يلي خمس قواعد للتسبب متبناة لأجل سلامة المريض من منشور لـ David Marx على موقع الـ NCPS الإلكتروني www.patientsafety.gov :

القاعدة الأولى: يجب أن تبين مقولات التسبب بشكل واضح العلاقة بين السبب والتأثير.

هذه هي القاعدة الأبسط من بين القواعد. عند وصف لماذا حدث الحادث يجب توضيح الصلة بين السبب الأصلي والنتيجة السيئة وينبغي أن تكون كل صلة واضحة لفريق الـ RCA وللآخرين. يجب التركيز على توضيح الصلة من السبب الأصلي إلى النتيجة غير المرغوب فيها للمريض تحت التحقيق. حتى عبارة "المقيم كان مرهقاً" تكون ناقصة من دون وصف إضافي لكيف ولماذا قاد ذلك إلى طلب ودي close call أو خطأ. النقطة الأساسية هي أن القارئ يحتاج لأن يفهم المنطق في ربط السبب بالتأثير.

القاعدة الثانية: لا تستعمل الصفات السلبية مثل سيئ poorly أو غير مناسب inadequate في العبارات السببية.

وكآدميين فإننا نحاول أن نجعل كل مهمة لدينا أسهل ما يمكن. ولسوء الحظ فإن هذا الميل الإنساني شق طريقه إلى عملية توثيق الرعاية الصحية. قد نختزل نتائج تحرياتنا بقولنا "دفتر الصيانة كان مكتوباً بشكل سيئ" بينما يكون لدينا في الحقيقة تفسير أكثر تفصيلاً بكثير في ذهننا. ومن أجل فرض توصيف واضح للسبب والتأثير وتجنب العبارات الحماسية (أو المتضخمة) لا تستعمل أوصافاً سلبية هي عبارة عن مجرد حشو كلام بدلاً من أوصاف واضحة دقيقة. وحتى كلمات مثل "الإهمال" "carelessness" و "الرضى عن النفس" "complacency" تعتبر اختيارات سيئة لأنها أحكام فضفاضة سلبية تفيد قليلاً في وصف الحالات أو التصرفات الفعلية التي قادت إلى الحادث المؤسف.

القاعدة الثالثة: لكل خطأ إنساني سبب سابق.

غالبية الحوادث المؤسفة تستلزم خطأً إنسانياً واحداً على الأقل. ولسوء الحظ فإن الاكتشاف أن إنساناً أخطأ لا تساعد كثيراً في عملية الوقاية. يجب التحقيق لتقرير لماذا حدث الخطأ الإنساني. فقد يكون خطأً نظامي التحريض (محرض من النظام) مثل خطوة غير متضمَّنة في الإجراء الطبي أو سلوكا بمخاطرة كالقيام بإنجاز مهمة من الذاكرة بدلاً من عملها بقائمة تحقق checklist. يجب أن يكون لكل خطأ إنساني في سلسلتك السببية سبب مقابل. فسبب الخطأ وليس الخطأ بحد ذاته هو ما يقود إلى إستراتيجيات وقاية منتجة.

القاعدة الرابعة: يجب أن يكون لكل انحراف عملياتي سبب سابق.

الانتهاكات العملياتية procedural violations مثلها مثل الأخطاء في أنها لا يسهل التحكم بها بشكل مباشر. نستطيع بدلا من ذلك التحكم بسبب الانتهاك العملياتي. إذا ما قام ذو مهنة طبية بانتهاك عملياتي لأن ذلك معيار محلي فالتوجه يتم نحو الحوافز التي خلقت هذا المعيار. إذا ما نسي فني خطوات في عملية لأنه لم يكن مطلعاً على قائمة التحقق الرسمية فيتم تحسين التثقيف.

القاعدة الخامسة : الإخفاق في فعل يعتبر سبباً فقط عندما يكون هناك واجب موجوداً من قبل للقيام به.

نستطيع جميعنا أن نجد سيناريوهات كان من الممكن للحادثة المؤسفة فيها ألا تحدث. لكن هذا ليس هو الغرض التحقيق السببي. بدلاً من ذلك نحتاج لأن نكتشف لماذا حدثت هذه الحادثة المؤسفة في نظامنا كما هو مصمم. فخطأ طبيب في وصف دواء يمكن أن يكون سبباً فقط إذا كان مطلوباً منه وصف الدواء أصلاً. واجب الأداء قد ينشأ من معايير وتوجيهات للممارسة أو من واجبات أخرى تتعلق بالعناية بالمريض.

تحليل نمط خطأ الرعاية الصحية وتأثيره

(Health Care Failure Mode and Effect Analysis (HFMEA™

طوّر المركز القومي لسلامة المريض (NCPS) بمساعدة من شركة تينيت (Tenet Health Systems of Dallas, Texas) طريق هجينة من أجل استيفاء حاجات تقييم المخاطر المتوقع لعمليات الرعاية الصحية بشكل أمثل وهي تحليل نمط خطأ الرعاية الصحية وتأثيره (HFMEA)™ الذي يجمع بين مفهوم تحليل نمط الخطأ وتأثيره FMEA من الصناعة وتحليل الخطر ونقطة التحكم الحرجة (HACCP) من سلامة الغذاء بالإضافة إلى أدوات ومفاهيم مكاملة لعملية تحليل السبب الأصلي RCA لإدارة المحاربين القدماء (Stalhandske et al., 2000).

الـ HFMEA مقاربة نظامية لتحديد ومنع مشاكل مع منتجات وعمليات قبل حدوثها. وهي عبارة عن تقييم توقعي يحدد ويحسّن خطوات في عملية ضامناً بشكل معقول مُخرجاً آمناً ومرغوباً إكلينيكياً. تبسط الـ HFMEA خطوات تحليل الخطر الموجودة في عملية الـ FMEA التقليدية بإدخال خطوات قابلية الكشف والخطورة في الـ FMEA التقليدية إلى خوارزمية مقدمة كشجرة قرار. وهي تستبدل حساب رقم أولوية المخاطرة risk priority number (RPN) بعلامة خطر hazard score تُقرأ مباشرة من جدول مصفوفة تم تطويره من قبل الـ NCPS خصيصاً لهذا الغرض.

مقدمة

أثناء وردية ليلية في وحدة عناية مركزة كان يتم مراقبة مريض بمرض معدٍ بواسطة جهاز مراقبة مريض (مونيتور) بينما هو موضوع على جهاز تنفس في غرفة عزل ذات غرفة قبلية. وبينما كان المريض نائماً قررت الممرضة المساعدة في نقل مريض آخر كان يتعافى بشكل جيد ثانية إلى طابق عادي. وبينما كانت الممرضة خارج غرفة العزل تمكن المريض الأول من نزع التنبيب عن نفسه. لم يسمع أحد إنذار جهاز التنفس أو إنذار جهاز مراقبة المريض. وعندما عادت الممرضة إلى الغرفة أطلقت حالاً نداء للإنقاذ code وحاولت إنعاش المريض، إلا أنه لم يمكن إعادة المريض إلى الحياة.

ما هي أهمية هذه القصة بالنسبة لتقييم المخاطر التوقعي والـ HFMEA؟ إن فريقاً يتفحص هذه الحالة عالية المخاطرة يمكن أن يكون قد حدد عدداً من نقاط الضعف التي كان يمكن تخفيفها من دون الأذى والحزن الذي

حصل. يوضح المثال التالي كيف أنه كان يمكن تجنب هذه النتيجة باستخدام نموذج تقييم المخاطر التوقعي في HFMEA.

أساسيات الـ HFMEA

الـ HFMEA عملية خماسية الخطوات تستخدم فريقاً متعدد الاختصاصات يقوم بتقييم عملية رعاية صحية بشكل توقعي. يستخدم الفريق تخطيط جريان العملية ومصفوفة حساب الخطر Hazard Scoring Matrix™ (الجدول رقم ٥٥,١) بمصاحبة نظام حساب الشدة Severity Rating System (الجدول رقم ٥٥,٢) ونظام حساب الاحتمالية Probability Rating System (الجدول رقم ٥٥,٣) وشجرة قرار الـ HFMEA (HFMEA™ Decision Tree) (الشكل رقم ٥٥,٢) لحساب وتقييم نقاط الضعف الكامنة. تُستخدم صفيحة عمل HFMEA (HFMEA™ Worksheet) لتسجيل تقييم الفريق والفعاليات المقترحة والإجراءات الناتجة. يتضمن الـ HFMEA اختباراً لضمان أن النظام يعمل بشكل فعال وأنه لم يتم إدخال نقاط ضعف جديدة في مكان آخر في النظام.

الجدول رقم (٥٥,١). مصفوفة إعطاء علامة الخطر.

الاحتمالية	شدة التأثير			
	كارثية	كبيرة	متوسطة	صغيرة
متكرر	١٦	١٢	٨	٤
عَرَضي	١٢	٩	٦	٣
نادر	٨	٦	٤	٢
بعيد الاحتمال	٤	٣	٢	١

لاستعمال هذه المصفوفة: (١) حدد شدة واحتمالية الخطر بناء على التعريفات المتضمَّنة في هذه المصفوفة. (ملاحظة: هذه التعريفات هي نفس تلك المستخدمة في كود تقييم السلامة في تحليل الأسباب الأصلية (الجذرية) (الـ RCA)). (٢) استنتج علامة الخطر من المصفوفة.

الخطوة الأولى: حدد موضوع الـ HFMEA

- حدد موضوع الـ HFMEA سوية مع تعريف واضح للعملية المراد دراستها. فكر حول تضييق المجال بحيث تكون المراجعة سهلة والفعاليات سليمة تشغيلياً (انظر الشكل رقم ٥٥,٤).

الخطوة الثانية: كوِّن الفريق

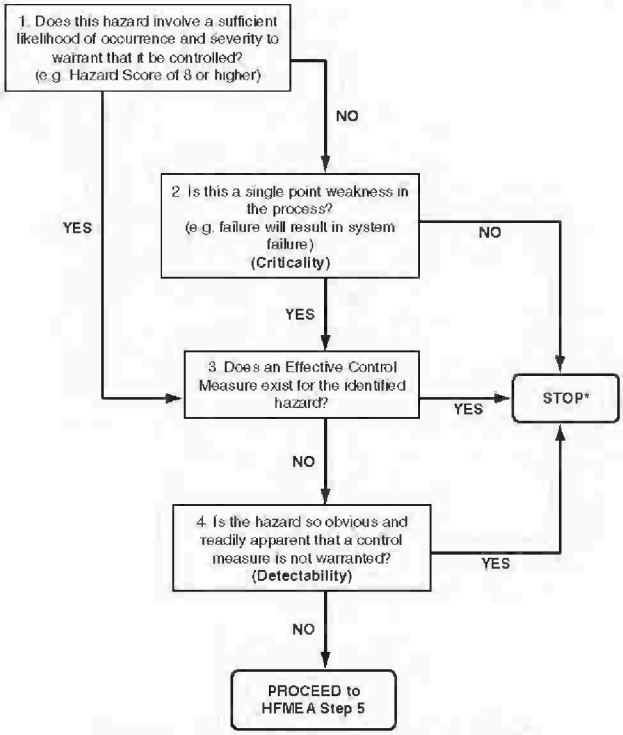
- ينبغي للفريق أن يكون متعدد الاختصاصات شاملاً خبيراً (خبراء) بمادة الموضوع ومستشار (انظر الشكل رقم ٥٥,٤).

الجدول رقم (٢,٥٥). تقنين الشـــــدة.

الشدة والتقنين	النتائج
حادثـــة كارثيـــة (تقـــنين FMEA التقليـــــدي (١٠): خطأ يمكن أن يسبب موتاً أو أذى).	**النتيجة للمريض:** موت أو فقدان كبير دائم لوظيفة (حسية، حركية، فيزيولوجية، أو ذهنية)، انتحار، اغتـــصاب، انحلال دموي كردة فعل على نقل محاليل، جراحة/إجراء على المريض الخطأ أو الجزء الخطأ من الجسم، اختطـــاف رضيع، أو إعطاء الرضيع للعائلة الخطأ. **النتيجة للزائر:** موت أو تنويم في المستشفى لثلاثة أو أكثر. **النتيجة للكادر:** موت أو تنويم في المستشفى لثلاثة أو أكثر. **الجهاز أو المرفق:** تضرر بقيمة (٢٥٠) ألف دولار أمريكي أو أكثر. **الحريق:** أي حريق يتطور لأكبر من أولي.
حادثة كبيرة (تقنين FMEA التقليدي (٧): يسبب درجة عالية من استياء الزبون).	**النتيجة للمريض:** خفض دائم لوظيفة جسمية (حسية، حركية، فيزيولوجية، أو ذهنية)، تشويه، لـــزوم مداخلـــة جراحية، زيادة فترة الإقامة لثلاثة مرضى أو أكثر، زيادة مستوى الرعاية لثلاثة مرضى أو أكثر. **النتيجة للزائر:** تنويم في المستشفى لزائر أو اثنين. **النتيجة للكادر:** تنويم في المستشفى لواحد أو اثنين أو ثلاثة أو أكثر من الكادر يعانون من وقت مهدور أو أذيات أو مرض يحد من قيامهم بواجبهم. **الجهاز أو المرفق:** تضرر بقيمة (١٠٠) ألف دولار أمريكي أو أكثر. **الحريق:** لا ينطبق (انظر المتوسطة والكارثية).
حادثة متوسطة (تقنين FMEA التقليدي (٤): خطأ يمكن التغلب عليه بتعديلات في العملية أو المنتج، إلا أن هناك فقدان أداء بسيط).	**النتيجة للمريض:** زيادة فترة الإقامة أو مستوى الرعاية لمريض أو اثنين. **النتيجة للزائر:** تقييم وعلاج لزائر أو اثنين (أقل من تنويم). **النتيجة للكادر:** تكاليف طبية، وقت مهدور أو أذيات أو مرض يحد من القيام بالواجب لواحد أو اثنين من الكادر. **الجهاز أو المرفق:** تضرر بقيمة أكثر من (١٠) آلاف دولار أمريكي ولكن أقل من (١٠٠) ألف دولار أمريكي. **الحريق:** حريق أولي مرحلة ‡ أو أصغر.
حادثة صغيرة (تقنين FMEA التقليدي (١): خطأ قد لا يلاحظه الزبون وقد لا يؤثر على توفير الخدمة أو أو المنتج).	**النتيجة للمريض:** لا أذية ولا زيادة في فترة الإقامة أو مستوى الرعاية. **النتيجة للزائر:** تقييم ولا علاج مطلوب أو علاج مرفوض **النتيجة للكادر:** علاج أسعاف أولي فقط من دون وقت مهدور ولا أذيات أو أمراض تحد من القيام بالواجب. **الجهاز أو المرفق:** تضرر بقيمة أقل من (١٠) آلاف دولار أمريكي أو فقدان خدمة؟ من دون نتيجة سيئة للمريض (أي طاقة، غاز طبيعي، كهرباء، ماء، اتصالات، نقل، تدفئة/ تكييف هواء). **الحريق:** لا ينطبق (انظر المتوسطة والكارثية).

الجدول رقم (٥٥,٣). تقنين الاحتمالية.

الاحتمالية	الشرح
متكرر	محتمل الحدوث حالاً أو ضمن فترة زمنية قصيرة (يمكن أن يحدث عدة مرات في عام واحد)
عَرَضي	محتمل الحدوث (يمكن أن يحدث عدة مرات في عام إلى عامين)
نادر	ممكن أن يحدث (يمكن أن يحدث بضع مرات في (٢) إلى (٥) أعوام)
بعيد الاحتمال	من غير المحتمل أن يحدث (يمكن أن يحدث بضع مرات في (٥) إلى (٣٠) سنة)



الشكل رقم (٥٥,٢). شجرة قرار الـ HFMEA.

الخطوة الثالثة: صف العملية بالرسم التوضيحي

- أنشئ وتحقق من مخطط الجريان (أي العملية مقابل المخطط الزمني).
- رقّم تسلسلياً كل خطوة للعملية محددة في مخطط جريان العملية (انظر الشكل رقم ٥٥,٥).
- إذا كانت العملية معقدة فحدد منطقة العملية المراد التركيز عليها (أي خذ قضمات سهلة).
- حدد العمليات الفرعية تحت كل قطعة (بلوك) من مخطط الجريان هذا. رقّم أبجدياً وتسلسلياً هذه العمليات الفرعية تحت كل قطعة (أي تحت القطعة ١ كـ أ، ب، ...، د، وتحت القطعة ٢ كـ أ، ب، ... هـ) (انظر الشكل رقم ٥٥,٥).
- أنشئ مخطط جريان مكوناً من العمليات الفرعية (انظر الشكل رقم ٥٥,٦).
- انقل هذه إلى السطر الأول من صحيفة عمل الـ HFMEA (انظر الشكل رقم ٥٥,٧).

تلميح مساعد: من المهم تحديد جميع خطوات العملية والعمليات الفرعية قبل المتابعة.

HFMEA™ Step 3 - Hazard Analysis									HFMEA™ Steps - Identify Actions and Outcomes				
		Scoring			Decision Tree Analysis								
Failure Mode: First, Evaluate failure mode before determining potential causes	Potential Causes	Severity	Probability	Haz Score	Single Point Weakness?	Existing Control Measures?	Detectability	Proceed?	Action Type (Control, Accept, Eliminate)	Actions or Rationale for Stopping	Outcome Measure	Person Responsible	Management Comments
	→												

الشكل رقم (٥٥,٣). صحيفة (أو ورقة) عمل الـ HFMEA.

الخطوة (١): اختر العملية التي تريد فحصها. عرّف المجال (كن تحديدياً وضمّن تعريفاً واضحاً للعملية أو المنتج المراد دراسته).

هذا الـ HFMEA (تحليل نمط خطأ الرعاية الصحية وتأثيره) يركز على:

الخطوة (٢): جمّع الفريق

رقم الـ HFMEA _____

تاريخ البداية: _____ تاريخ الانتهاء: _____

أعضاء الفريق: ١-_____ ٤-_____

٢-_____ ٥-_____

٣-_____ ٦-_____

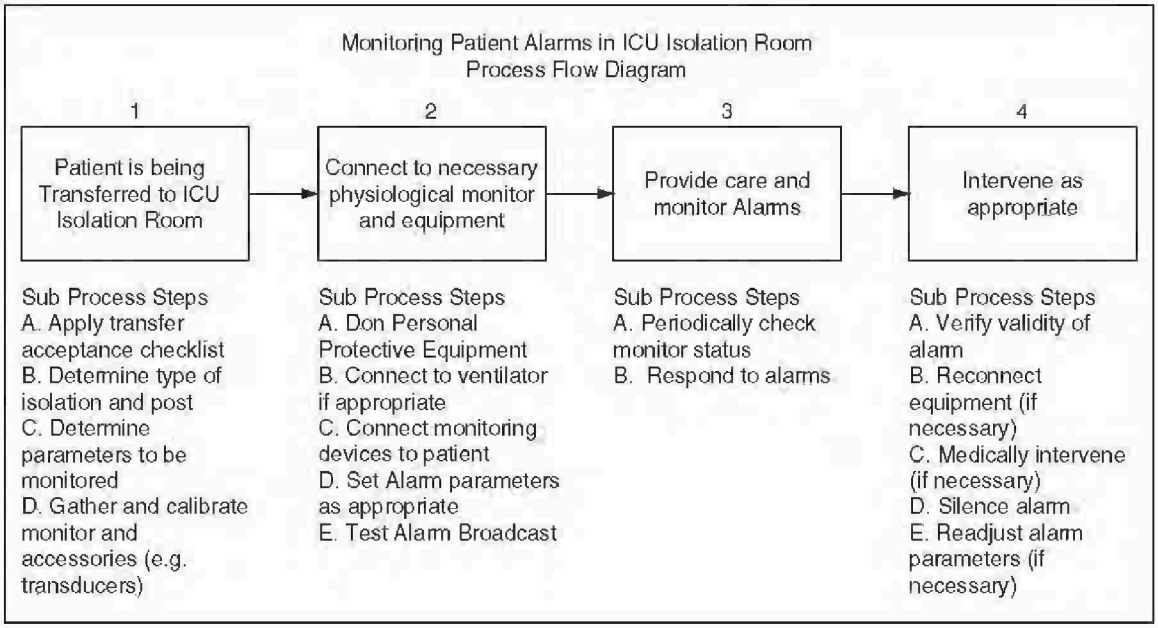
قائد الفريق: _____

هل المناطق المتأثرة ممثّلة؟ نعم لا

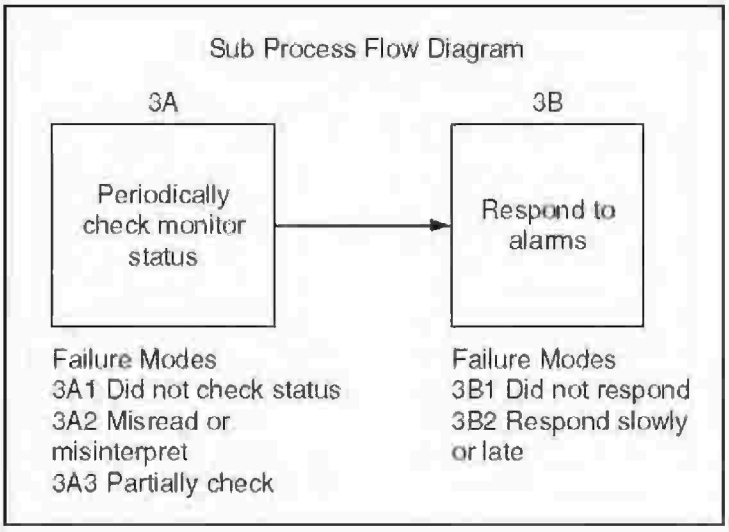
هل هناك مستويات وأنواع مختلفة من المعرفة ممثّلة في الفريق؟ نعم لا

من الذي سوف يأخذ الحاضر ويحافظ على السجلات؟_____

الشكل رقم (٥٥,٤). الخطوتين (١) و (٢) في عملية الـ HFMEA.



الشكل رقم (٥٥,٥). إنذارات مراقبة مريض في غرفة عزل في وحدة عناية مركزة: مخطط جريان العملية.



الشكل رقم (٥٥,٦). مخطط جريان عملية فرعية.

HFMEA™ Step 4: Hazard Analysis											HFMEA™ Step 6: Identify Actions and Outcomes			
Failure Mode: First Evaluate failure mode before determining potential causes	Potential Causes		Scoring			Decision Tree Analysis				Action Type (Control, Accept, Eliminate)	Actions or Rationale for Stopping	Outcome Measure	Person Responsible	Management Concurrence
			Severity	Probability	Haz Score	Single Point Weakness?	Existing Control Measure?	Detectability	Proceed?					
Don't respond to alarm	→		Catastrophic	Frequent	16	→	N	N	Y					
	3B1a	Ignored alarm (desensitized)	Catastrophic	Frequent	16	→	N	N	Y	C	Reduce unwanted alarms by changing alarm parameter to fit patient physiological condition and replace electrodes with better quality that do not become detached	Unwanted alarms on floor are reduced by 75% within 30 days of implementation.	Nurse Manager	Yes
	3B1b	Didn't hear; caregiver left immediate area	Catastrophic	Occasional	12	→	N	N	Y	C	Alarms will be broadcast to Central Station with retransmission to pagers provided to care staff	Alarms will be broadcast to the central station within 4 months; complete by mm/dd/yyyy	Biomedical Engineer	Yes
	3B1c	Didn't hear; alarm volume too low	Catastrophic	Occasional	12	→	N	N	Y	C	Set alarm volume on isolation room equipment such that the lowest volume threshold that can be adjusted by staff is always audible outside the room	Immediate: within 2 working days; complete by mm/dd/yyyy	Biomedical Engineer	Yes
	3B1d	Didn't hear alarm; remote locatin (doors closed to isolation room)	Catastrophic	Frequent	16	→	N	N	Y	C	See 3B1b	See 3B1b		
	3B1e	Caregiver busy, alarm does not broadcast to backup	Catastrophic	Occasional	12	→	N	N	Y	C	Enable equipment feature that will alarm in adjacent room(s) to notify caregiver or partner(s)	Immediate: within 2 working days; complete by mm/dd/yyyy	Biomedical Engineer	Yes

الشكل رقم (٥٥,٧). خطوة عملية فرعية في الـ HFMEA: الخطوة ٣ب١: الاستجابة للإنذارات.

الخطوة الرابعة: قم بتحليل الأخطار

• اكتب في قائمة جميع أنماط الخطأ الممكنة/الكامنة تحت العمليات الفرعية المحددة في الخطوة الثالثة. انقل أنماط الخطأ إلى صحيفة عمل الـ HFMEA (تلميح: أنماط الخطأ تتضمن أي شيء قد يفشل ويمنع خطوة العملية الفرعية من أن تتم. وهي تصف ماذا يمكن أن يفشل. على سبيل المثال: إذا كانت خطوة العملية هي الربط إلى حاسوب محمول (لاب توب) فهناك نمطان للخطأ: الأول عدم التمكن من الربط والثاني ربط متأخر. استخدم طرق مختلفة بما فيها أسئلة القبول/القدح من NCPS (NCPS triage/triggering questions) ومراجعات الأدبيات literature reviews والتفكير الذهني brainstorming لتحديد أنماط خطأ كامنة).

• قرر شدة (الجدول رقم ٥٥,٢) واحتمالية (الجدول رقم ٥٥,٣) نمط الخطأ الكامن وانظر إلى علامة الخطر في مصفوفة علامة الخطر Hazard Score Matrix (الجدول رقم ٥٥,١). اذهب إلى شجرة قرار HFMEA (الشكل رقم ٥٥,٢). استخدم شجرة القرار لتقرير ما إذا كان نمط الخطأ يبرر فعالية أخرى. سجل الفعالية بـ "المتابعة" أو "التوقف" على صحيفة عمل الـ HFMEA (الشكل رقم ٥٥,٣).

• اكتب في قائمة جميع أسباب نمط الخطأ لكل نمط خطأ حيث يكون القرار بـ "المتابعة" وسجلها في السطر الثالث على صحيفة عمل الـ HFMEA (تلميح: تذكر أن أسباب نمط الخطأ هي الأسباب لماذا أمكن لشيء ما أن يفشل. يمكن أن يكون لكل نمط خطأ أسباب نمط خطأ متعددة. على سبيل المثال: أسباب نمط خطأ ممكنة لعدم التمكن من الربط أو تأخر الربط إلى حاسوب تتضمن عدم وجود حاسوب وعدم وجود طاقة وعدم وجود تعريف ربط log-in ID للمشغل).

الخطوة الخامسة: إجراءات الفعاليات والنتائج

• حدد وصفاً لفعالية من أجل كل نمط خطأ سوف يتم إزالته أو الحد منه.

• (تلميح: ضع إجراءات الحد في العملية في أبكر نقطة مناسبة. يمكن وضع إجراءات الحد التعددية في العملية للحد من خطا وحيد. يمكن استخدام إجراء حد أكثر من مرة في العملية. التمس مدخلاً من أصحاب العملية إذا لم يكونوا ممثلين في الفريق. حاول محاكاة أي تغيير عملية منصوح به لاختبارها قبل تنفيذها على مدى المرفق).

• حدد إجراءات النتيجة التي سوف تُستخدم للتحليل واختبر العملية المعاد تصميمها.

• حدد شخصاً مسؤولاً واحداً باللقب لإتمام الفعالية المنصوح بها.

• أشر إلى ما إذا كانت الإدارة العليا موافقة على الفعالية المنصوح بها.

• اختبر للتأكد من أن النظام يعمل بفعالية وأنه لم يتم إدخال نقاط ضعف جديدة في مكان آخر في النظام.

كيفية تطوير أنماط خطأ معقولة ومتماسكة

هناك عدة تقنيات إلى جانب التفكير الذهني ينبغي استخدامها لتطوير أنماط خطأ معقولة ومتماسكة حالما تكتمل مخططات العملية ويتم اختيار مناطق التركيز. يمكن لمراجعة قواعد بيانات مثل خبرة مصنِّع ومستخدم الجهاز (MAUDE) من هيئة الغذاء والدواء الأمريكية (FDA) أن توفر مواضيع للإخفاقات وتصميم سطح التماس (إنترفيس) مع المستخدم مثل الإغلاق غير المقصود لناظمات خطى قلب خارجية. يمكن لاختبارات قابلية الاستخدام التي يقوم بها فريق الـ HFMEA أو الموجودة في بحث عن المراجع أن تكون مفيدة (Welch, 1998). إن اختبار قابلية الاستخدام عبارة عن تقنية لهندسة العامل الإنساني يمكن إجراؤها على أجهزة أو مناطق عمل أو عمليات أكبر (Gosbee et al., 2001).

جولات سلامة المريض patient safety rounds تقنية أخرى. فعلى سبيل المثال، وبناء على الجلوس مع ممرضات ومقيمي وحدة عناية مركزة، يمكن للمهندس الإكلينيكي أن يكتشف أن الممرضات قلقات بخصوص إنذارات ضائعة عدة مرات في الأسبوع بسبب تشتت الانتباه أو مستويات الضجيج. مقاربة أخرى هي استخدام الاكتشافات من "تدقيقات" روتينية لأداة تقييم السلامة. على سبيل المثال يمكن للمهندس الإكلينيكي أن يكتشف أن

لكثير من مخارج الهواء المضغوط الجدارية للمستشفى ملائمات ضوء على شكل شجرة عيد ميلاد خضراء مثبتة. لقد كانت مقاربة إدارة المحاربين القدماء (الـ VA) لهذا الموضوع هي إرسال تنبيه بأنه ينبغي على جميع المرافق التبديل إلى ملائم شفاف. وهذا يجنّبنا بذلك الخطر الكامن ونقطة الضعف التي تسببها الملاءمة بالملائم ذي اللون الخاطئ ومعطية بذلك تلميحاً لونياً خاطئاً.

وفي HFMEA معقد وصعب فإنه يمكن القيام بتوثيق فيديوي في المناطق ذات الخطر المرتفع. يوفر التحليل الفيديوي بيانات عن الطلبات الودية close calls أو الأحداث السيئة وهو واحد من أكثر أدوات التطوير تماسكاً لتعداد أنماط الخطأ. على سبيل المثال استخدمت جامعة ميريلاند ذلك للبحث في مواضيع السلامة أثناء الإنعاش من توقف التنفس (Xiao and Moss, 2001).

إن هؤلاء الذين لديهم خبرة ومهارة في الـ FMEA قد يجدون أنفسهم في طلب لأن يستجيبوا للمواصفات القياسية (للمعايير) الجديدة للـ JCAHO (اللجنة المشتركة لاعتماد تنظيمات الرعاية الصحية) وفي حاجة إلى تقييم مخاطر استباقي (يتصور المشاكل والحاجات المستقبلية) ضمن الرعاية الصحية.

المواصفات القياسية للـ JCAHO

JCAHO Standards

تقود اللجنة المشتركة لاعتماد تنظيمات الرعاية الصحية (JCAHO) كثيراً من النشاط ضمن الرعاية الصحية من خلال مواصفاتها القياسية (معاييرها) التي يجب استيفاؤها للحصول على الاعتماد. وبالرغم من كونها تطوعية فإن جميع المستشفيات تقريباً تختار أن تطلب اعتماد الـ JCAHO. المواصفة القياسية الجديدة لـ JCAHO بخصوص سلامة المريض(LD 5.2) تنص على ما يلي : "يضمن القادة أن يتم تعريف وتنفيذ برنامج مستمر استباقي (يتصور الحاجات والمشاكل المستقبلية) لتحديد المخاطر لسلامة المريض وتقليل أخطاء الرعاية الطبية/الصحية". يوضّح المقطع المقصود بأن يتم فحص عملية عالية المخاطرة واحدة على الأقل سنوياً. والمطلوب من أجل هذه العملية أن يتم تحديد أنماط الأخطاء وتحديد التأثرات الممكنة كل نمط خطأ. ومن أجل التأثيرات الأكثر حرجاً يتم إجراء تحليل لمسائل الأنظمة التي تسمح لهذا بأن يحدث وتخفيف المسائل الخطيرة.

الشراء باستخدام نموذج تحليل مخاطر استباقي (يتصور الحاجات والمشاكل المستقبلية)

Procurement Using Proactive Risk Assessment Model

المهندسون الإكلينيكيون مدعوون لإصلاح وصيانة وتحديث أجهزة في جميع أنحاء المستشفى. يتم تطبيق المهارات المكتسبة في مدارس الهندسة والمعرفة العملية التي تم تطويرها من خلال الخبرة العملية في هذه الأنشطة العملية. إلا أن المهندسين الإكلينيكيين يستطيعون توسعة تأثيرهم بالتأثير على أنشطة الشراء مزيدين بذلك وضوحية قسم الهندسة الإكلينيكية ومحسنين سلامة المشتريات والنتيجة.

لقد تم تعليم المهندسين ليفكروا على شكل استنتاجات نظامية منطقية معتمدة على الموضوعية ومدعومة جيداً. لنأخذ بالاعتبار البحث في الطرق التي يتم التوصل فيها إلى قرارات الشراء وبيع لجنة الاستحواذ الرأسمالي على قاعدة الفائدة المضافة لتطبيق مهارات المهندس الإكلينيكي على عملية الشراء.

- يقدم مقاربة استباقية (تتصور المشاكل والحاجات المستقبلية) للشراء. لنفكر بما يمكن أن يتم خطأ مع الموديلات المختلفة تحت الاعتبار. يقدم تحليل تأثير نمط خطأ معدلاً لمقارنة الموديلات المختلفة.
- يشجع إدخال المستخدم النهائي في عملية قرار الشراء.
- يضمّن اعتبار خبرة سابقة (جيدة أو سيئة) مع المصنّع إياه.
- يستخدم بيانات موجودة من قواعد بيانات المهندسين الإكلينيكيين الزملاء والـ ECRI والـ MAUDE لدعم الشراء الأكثر أمناً.
- يطور معايير واضحة لتعزيز تقييم موضوعي للأجهزة.

إن قسم الهندسة الإكلينيكية سيكون منخرطاً في صيانة وإصلاح الأجهزة التي يتم إحضارها إلى المرفق. فلماذا لا يصبح منخرطاً من البداية بالقيام بالشراء الأكثر حكمة الذي يأخذ بالاعتبار تكاليف كامل دورة الحياة والسلامة وقابلية الاستخدام في عملية القرار.

تعريفات Definitions

إجراء حد فعال: حاجز يزيل أو يقلل بشكل جوهري من احتمالية حدوث حدث خطر.

تحليل نمط خطأ الرعاية الصحية وتأثيره ™(HFMEA): (١) تقييم توقعي يحد ويحسن خطوات في عملية ضامناً بذلك بشكل معقول خرجاً أمناً ومرغوباً فيه إكلينيكياً. (٢) مقاربة نظامية لتحديد ومنع مشاكل منتج وعملية قبل أن تحدث.

تحليل الخطر: عملية جمع وتقييم المعلومات حول أخطار مترافقة مع العملية المنتقاة. الغاية من تحليل الخطر هي تطوير قائمة بأخطار هي من الأهمية بحيث إنها من المحتمل بشكل معقول أن تسبب أذية أو مرضاً إذا لم يتم الحد منها بشكل فعال.

نمط الخطأ: طرق مختلفة يمكن فيها لعملية أو عملية فرعية أن تفشل في تقديم النتيجة المأمولة.

الاحتمالية: انظر نظام تقنين الاحتمالية (الجدول رقم ٥٥,٣).

الشدة: انظر نظام تقنين الشدة (الجدول رقم ٥٥,٢).

الحلول
Solutions

الإدارة ضد المهنة؟ لا تكن لا هذا ولا ذاك. إذا كان المرء جدياً بخصوص سلامة المريض وكان متحمساً لها فإن السلسلة المثالية للأوامر هي ذراع مستقل يرفع التقارير مباشرة إلى مجلس الإدارة. يخدم المركز القومي لسلامة المريض NCPS كمثال جيد. ينصح تقرير معهد الطب Institute of Medicine (IOM) أيضاً بتشكيل مركز قومي لمستشفيات القطاع الخاص باستخدام الـ NCPS كنموذج. هذا سوف يتغلب على مشكلتين تمت الإشارة إليهما سابقاً في النص.

الخاتمة
Conclusion

المهندسون الإكلينيكيون موضوعون بشكل فريد ليتوجهوا إلى مواضيع سلامة المريض. فهم يملكون التعليم المناسب وتركيبة العقل المناسبة والخبرة الصلبة ومؤتمنون من العموم وموثوقون من الأقران. وهم يقومون بتقييم للمخاطر توقعي وذي نظرة رجعية لمجموعات معينة من الأجهزة الطبية. هم يحتاجون إلى توسيع آفاقهم والانخراط مع الفرق المتعددة الاختصاصات للقيام بتقييم المخاطر هذه في جميع تكنولوجيات وعمليات الرعاية الصحية. قريباً من ٩٠٪ من المستشفيات في الولايات المتحدة الأمريكية يتطلعون إلى أنظمة إدخال أوامر الممارس (POE) وأنظمة إدارة المداواة ذات شيفرة الأعمدة (الباركود) (Bar Code Medication Administration Systems (BCMA)) للتقليل من حوادث العقاقير السيئة (ADEs) الموثقة جيداً. هذه تكنولوجيات معقدة حقاً ومرتفعة الكلفة بمواضيع إجرائية معقدة ينبغي للمهندسين الإكلينيكيين أن يطبقوا خبرتهم عليها. يجب على المهندسين الإكلينيكيين أن يلعبوا دور القادة لتغيير ثقافة السلامة في مرافق الرعاية الصحية، وأن يجعلوا سلامة المريض الشغل الشاغل لكل إنسان وأن يبدعوا ذاك "المحرك الذي يستمر في دفع النظام باتجاه الهدف الذي هو السلامة القصوى".

المراجع
References

Gosbee JW, Arnecke B, Klancher J, et al. The Role of Usability Testing in Heath Care Organizations. In Proceedings of the Human Factors Society 40th Annual Meeting. Santa Monica, CA, Human Factors Society, pp 1308-1311, 2001 .

Kohn LT, Corrigan JM, Donaldson MS (eds). To Err Is Human: Building a Safer Health System. Institute of Medicine. National Academy Press. March 2000.

Stalhandske E, DeRosier J, Patail B, et al. How to Make the Most of Failure Mode and Effects Analysis. Biomed Instrum Technol pp 96-102, March/April 2000.

Welch DL. Human Factors Usability Test and Evaluation. Biomed Instrum Technol pp 183-187, March/April 1998.

Xiao Y, Moss J. Practices of High Reliability Teams: Observations in Trauma Resuscitation. Proceedings of Human Factors and Ergonomics, 44th Annual Meeting. Santa Monica, C, HFES, p 395, 2001.

٥٦

إدارة المخاطر
Risk Management

Alice L. Epstein
CNA HealthPro
Durango, CO

Gary H. Harding
Greener Pastures, Inc.
Durango, CO

إن لإدارة المخاطر، والتي هي الجهد المنظم لتحديد وتقييم والتقليل من المخاطرة الجسمية والمالية للمرضى والكادر والعمل، جذور عميقة داخل كما خارج الرعاية الصحية. إن دفع مبادرات جديدة من قبل الولايات المتحدة والوكالات التنظيمية الدولية لإدخال تقنيات إدارة المخاطر في تطوير واستخدام الأجهزة الطبية قد آتى أكله وإدارة المخاطر تتمتع باهتمام متزايد. إلا أن تغيرات قليلة جديدة تجديدية حدثت في عملية إدارة المخاطر على مدى السنوات الخمس والثلاثين الأخيرة، ولو أن آخرين قد يجادلون بعكس ذلك (ASHRM, 1999). يتفق المؤلفون مع هذه المقولة بناء على أكثر من عشرين سنة خبرة في إدارة مخاطر الرعاية الصحية (Epstein and Harding, 2003). وبالتأكيد فإن أسماء العمليات والمخترعين والقوانين الناظمة قد تغير مع إدخال وإعادة نمذجة مفاهيم قديمة في أخرى بعناوين جديدة، إلا أن الحاجة الفعلية لتحديد وتقييم وإدارة المخاطر تزيد أهمية على تألق الاسم الجديد الذي يتم تطبيقه على العملية أو الشرف الذي يستحقه مخترعه بحق.

كل من التطبيقات التالية يتضمن مفاهيم إدارة المخاطر:

- مخاطر المشروع .
- إدارة الجودة الكلية (TQM).
- تحسين الأداء (PI).
- تقنية نظام فحص الجودة (QIST).

- تحليل نمط الخطأ وتأثيره (FMEA).
- الفعالية التصحيحية والوقائية (CAPA).
- تحليل المخاطر: البند السابع في ISO/IEC 14971.
- تحليل الأسباب الأصلية (الجذرية) (RCA).
- ستة سيغما (6 Sigma).
- العنوان (٢١) في الفصل (١) في الجزء (٨٢٠) في (قانون تنظيم نظام الجودة) (Quality System Regulation).

إن إدارة المخاطر ليست حول المطابقة مع أحدث مفهوم أو مقاربة بمعنى المطابقة بدقة مع المعنى الحرفي لتقنية إدارة المخاطر الدارجة أو الرائجة. إنها بالأحرى حول اتخاذ الخطوات الضرورية لتحديد وتقييم المخاطر والتوجه إليها بفعالية.

إن إدارة المخاطر ليست حول وضع اللوم. لقد وجد العديد من الدراسات أن الحوادث المفاجئة والعرضية لا تنقص في بيئة من الملامة. بل تحدث الحوادث المفاجئة والعرضية بالأحرى على الغالب بسبب خطأ في النظام. إن الحدث المؤسف نادراً ما يكون سببه أفعال شخص واحد. وفي العادة فإن هناك سلسلة من الأفعال والتفاعلات البينية الناتجة التي تسمح لحدث بأن يحدث. لقد نشأت غالبية الأخطاء من نقص الاهتمام بواحد أو أكثر من تقنيات إدارة المخاطر الأساسية التي كانت متاحة على مدى (٣٥) سنة. إن الالتزام الأعمى بعملية رائجة أو دارجة قد يكون العائق الأكبر أمام إدارة مخاطر ناجحة. قد يتم قبول عملية ما من قبل مجموعة ما ولكنها قد تتعارض مع العمليات ووجهات النظر لمجموعة أخرى وتكبت التواصل.

إن إدارة المخاطر تدور كلها حول التواصل: التواصل في المعلومات بين أصحاب مهن الرعاية الصحية وأحياناً مع آخرين كالمريض ومقدم الرعاية البديل وشركة الضمان على سبيل المثال. إن الأمر كله يدور حول ضمان أن تقنيات إدارة المخاطر المناسبة في المكان المناسب وأنها تُستخدم بتناسق وانسجام. وفي حين أن هناك اختلافات في التطبيق التشغيلي الفعلي لتقنيات إدارة المخاطر إلا أن العقائد الأساسية لإدارة المخاطر هي نفسها لعمليات الرعاية الصحية الإكلينيكية وللرعاية الصحية ولإدارة أجهزة الهندسة الإكلينيكية ولصانعي الأجهزة الطبية. يناقش هذا الفصل أساسيات إدارة المخاطر والسلطات المنظمة ذات الصلة الوثيقة ومواضيع إدارة مخاطر محددة من منظور المهندس الإكلينيكي في المستشفى. لقد تم توفير المصادر ليس فقط للتوجه إلى مواضيع هندسة إكلينيكية محددة ولكن أيضاً لتوفير الخبرات في الصناعة التي طبقت بنجاح العقائد الأساسية لإدارة المخاطر التي يمكن وينبغي للآخرين أن يتعلموا منها.

تعريفات إدارة المخاطر
Definitions of Risk Management

لقد عرَّف Kavaler and Spiegel إدارة المخاطر بأنها "... جهد منظَّم لتحديد وتقييم وتقليل، حيث يكون ذلك ملائماً، المخاطر للمرضى والزوار والكادر والموجودات التنظيمية" (Kavaler and Spiegel, 2003). تعرِّف الجمعية الأمريكية لإدارة مخاطر الرعاية الصحية (ASHRM) إدارة المخاطر بأنها "عملية عمل واتخاذ القرارات التي سوف تساعد في الوقاية من العواقب السيئة وتقلل من الآثار السيئة للهدر العَرَضي في تنظيم ما. يتطلب اتخاذ هذه القرارات الخطوات الخمسة في عملية القرار . . . . مقاربة علمية نظامية في الترتيب التجريبي لتحديد وتقييم وتخفيض أو إزالة الإمكانية لانحراف غير مرغوب عن توقع، وبذلك الوقاية من الهدر في الأصول المالية الناشئ عن تأذي المرضى والزوار والموظفين والكادر الطبي المستقل أو عن التضرر أوالسرقة أو فقدان الممتلكات العائدة إلى كينونات أو أشخاص الرعاية الصحية المذكورين. يتضمن التعريف نقل المسؤولية القانونية وتمويل الضمان المتعلق بالمسؤولية القانونية لتخفيض أو إزالة انحرافات لا يمكن التسامح بها". لقد عرَّف (ASHRM, 2003) في عقد للحكومة الكندية المخاطرة كما يلي: "من أجل الجزء الأكبر فإن المخاطر يتم إدراكها كأي شيء أو حدث قد يقف في طريق التنظيم لبلوغ أهدافه" (Treasury Board of Canada Secretariat, 1999).

ولذلك، وبالنسبة لهذه التنظيمات، فإن إدارة المخاطر ليست حول "النفور من المخاطرة". إن إدارة المخاطر ليست مصوَّبة إلى تجنب المخاطر. تتضمن إدارة المخاطر استغلال الفرص وقبول المخاطر بناء على تحليل وقرار مدعومين بالمعلومات للنتائج الممكنة. يقول Snow أن إدارة المخاطر في تصميم وإنتاج الأجهزة الطبية تتألف من خمس فعاليات أساسية: التخطيط وتحليل المخاطر وتقييم المخاطر والحد من المخاطر والمراقبة ما بعد الإنتاج (Snow, 2001).

تاريخ إدارة المخاطر في الرعاية الصحية والصناعات ذات العلاقة
History of Risk Management in Health Care and Related Industries

لقد تطور مفهوم إدارة المخاطر من داخل صناعة التأمين. المفهوم كان في البداية متعلقاً بنظريات المسؤولية القانونية (أي سوء الممارسة، المسؤولية القانونية عن المنتج، الأخطاء والإهمالات والعمليات المكتملة)، إلا أنه كان ولا يزال لصناعة التأمين مصلحة مباشرة في التقليل من حدوث وأثر الحوادث المؤسفة. لنضعها ببساطة: إذا استلم مقدم التأمين الأقساط لتوفير تأمين لفقدان عرضي وكانت الفقدانات الفعلية تحت قيمة الأقساط المقبوضة فإن مقدم التأمين يكون قد ربح. إذا ما حدث وتطورت حالة تجاوزت فيها الفقدانات العائدة إلى حوادث مؤسفة (مثل غرق

سفينة مؤمَّن عليها) الأقساط المحصَّلة فلن يكون المؤمِّن فقط في خطر خروج من الصفقة وإنما أيضاً مقدم التأمين. وللحفاظ على النفس فقد طوّر وطبّق مقدمو التأمين مفهوم إدارة المخاطر لسنوات كثيرة خلت.

وبالرغم من أن Kavaler يشير إلى أن مبادئ إدارة المخاطر في الطب ترجع إلى قانون حمورابي حيث الجراح ملزم بفقدان يد إذا فقد المريض عيناً كنتيجة لعلاج طبي، إلا أن التركيز في هذه المراجعة على ما هو أحدث. بالنسبة لممارسة الطب فإن إدخال وتطبيق إدارة المخاطر في الرعاية الصحية كان مصمماً كاستجابة لأزمة سوء الممارسة الطبية في السبعينيات من القرن العشرين والعائدة في جزء كبير منها إلى أحكام قضائية محلّفة هامة وتناقص في عوائد الاستثمار لشركات تأمين كبيرة. قادت عوائد الاستثمار المتناقصة إلى زيادة أقساط تأمين سوء الممارسة الطبية وتسببت في أن بعض شركات تأمين سوء الممارسة أحجمت عن بيع بوالص تأمين إلى الأطباء وتنظيمات الرعاية الصحية.

لقد تطورت الممارسات المتعلقة بإدارة المخاطر لصناعة الأجهزة الطبية، ولسنين عديدة، سوية مع قطاعات التصنيع الأخرى مثل المعدات الثقيلة والسيارات من دون تركيز خاص على الرعاية الصحية. في العقود القليلة الماضية (أواخر تسعينيات القرن العشرين والعقد الأول من الألفية الجديدة) حدث اعتراف متصاعد وتركيز على تطبيق إدارة المخاطر على الأجهزة الطبية خارج صناعة التأمين نتيجة إدخال تعديلات عام ١٩٧٦م على قانون الأجهزة الطبية الأمريكي والتطور المستمر لمركز إدارة الغذاء والدواء للأجهزة والصحة الشعاعية (سابقاً معروف باسم مكتب الأجهزة الطبية ومكتب الصحة الشعاعية). إحدى القوى الدافعة كان تقرير معهد الطب (IOM) عن الأخطاء الطبية مع تركيز على اتخاذ الخطوات الضرورية للتقليل من حدوث هذه الأخطاء (Kohn et al, 2000). قوة دافعة أخرى قد تكون تطبيق الحدود العليا، أي حدود المسؤولية، من قبل حكومات الولايات للمستشفيات ومقدمي الرعاية الصحية التي تحد من انكشافهم المالي إلى (٢٥٠) ألف دولار على سبيل المثال. مثل هذه الحدود العليا تلقي بأي فريق آخر إلى دعوى قضائية، أي الجراحين ومصنّعي الأجهزة الطبية، وهم فقط "الجيوب العميقة" المتبقية، أي أولئك الفرقاء ذوي الموارد المالية الكبيرة الذين يستطيع الفريق المتأذي أن ينتزع منهم الجوائز الكامنة بملايين الدولارات لتكاليف الرعاية الطبية والألم والمعاناة وفقدان الدعم المالي.

نظرة عامة على إدارة المخاطر التشغيلية للرعاية الصحية

Health Care Operational Risk Management Overview

إن لمديري مخاطر الرعاية الصحية تدريب وخلفيات مختلفة بما في ذلك إدارة الرعاية الصحية والتمريض والتأمين وإدارة المخاطر والقانون وتحسين الجودة والسجلات الطبية وإدارة المرافق وحتى (ولو في حالات نادرة) هندسة إكلينيكية. وبالرغم من أن هناك جامعات وكليات تقدم درجات البكالوريوس والماجستير في إدارة المخاطر إلا أنه لا يتخصص أحد في إدارة مخاطر الرعاية الصحية في الوقت الحاضر. لقد تم تدريب غالبية مديري المخاطر في

حقل الرعاية الصحية في اختصاص ضمن الرعاية الصحية إما إكلينيكي أو إداري ومنه صعدوا إلى أدوار مديري المخاطر. تتيح الجمعية الأمريكية لإدارة مخاطر الرعاية الصحية (ASHRM)، التي هي مجموعة عضوية شخصية في اتحاد المستشفيات الأمريكية (AHA)، شهادة في إدارة مخاطر الرعاية الصحية من خلال اختبار وخبرة. يتيح معهد التأمين الأمريكي (IIA) شهادة من صناعة التأمين أوسع تقدم لقب مشارك في إدارة المخاطر (ARM) بعد الإتمام الناجح لثلاث دورات وامتحانات مرافقة.

عملية إدارة المخاطر Risk Management Process

يجب، من أجل تطبيق إدارة مخاطر على قسم الهندسة الإكلينيكية، فهم المكونات الأساسية لعملية إدارة المخاطر. تتألف العملية من خمس خطوات:

١- تحديد وتحليل الانكشافات.

٢- أخذ تقنيات معالجة مخاطر بديلة بالاعتبار.

٣- اختيار التقنية الأفضل لإدارة ومعالجة المخاطر.

٤- مراقبة وتحسين برنامج إدارة المخاطر.

هيكلية برنامج إدارة المخاطر Risk Management Program Structure

قد تختلف هيكليات وعمليات إدارة المخاطر من تنظيم رعاية صحية إلى آخر وحتى في نفس المجتمع أو المدينة أو الولاية أو المنطقة. وبالرغم من أن هناك عناصر معينة مشتركة بين غالبية برامج إدارة المخاطر، إلا أن هناك وظائف محددة تختلف تبعاً لتعقيد التنظيمات ومصلحة الهيئة المسيطرة والمدير العام. تختلف برامج إدارة المخاطر باختلاف المسؤوليات المعرَّفة تحت برامج إدارة المخاطر وكذلك دور المهندس الإكلينيكي في إدارة المخاطر. جميع برامج إدارة المخاطر مبنية على سلامة المريض والمحافظة على الممتلكات ولديها تحديد المخاطر وتجنب الهدر كمكونات رئيسية. اقترحت ASHRM بأن هناك ست مناطق وظيفية ضمن برنامج إدارة مخاطر شامل:

- تحديد المخاطر ومعالجتها من خلال تجنب وخفض الهدر (الفقد).
- إدارة المطالبات.
- تمويل المخاطر.
- المطابقة مع القوانين والاعتماد.
- عمليات قسم إدارة المخاطر.
- الأخلاقيات الحيوية.

تحديد المخاطر

إن تحديد المخاطر هو العملية التي يصبح من خلالها المهندس مدركاً لاحتما الانكشاف للهدر. يمكن أن يتضمن الانكشاف أذية مريض أو فقدان ممتلكات أو دفعات لأحكام مدعين وسوء ممارسة أو فقدان السمعة أو غرامات حكومية. تتضمن الطرق المطبّقة غالباً لتحديد المخاطرة المحتملة والفعلية: كتابة تقرير عن الحادثة ومسح الحادثة الشامل وشكاوي المريض ومراقبة رضى المريض وتقارير مراقبة الاعتماد وتقارير تقييم المخاطر من شركة التأمين ومراقبات الترخيص الحكومي. يمكن أيضاً استخدام تقارير الهندسة الإكلينيكية وتقارير أوقات توقف الجهاز غير المتوقعة أو غير المقبولة والتقارير عن الأجهزة الطبية Medical Device Reporting (MDR) لتحديد أحداث مؤسفة كامنة أو فعلية. وفي أغلب الأوقات لا يكون مديرو المخاطر منتبهين لهذه القواعد البيانية الهندسية ولا يضمنونها في تقارير التنظيم للوقاية من الهدر.

معالجة المخاطرة

تشير معالجة المخاطرة إلى الخيارات المتاحة للتعامل مع مخاطرة معينة. يمكن الحد من مخاطرة داخلياً من خلال تجنب/الوقاية من المخاطرة أو تخفيض/إنقاص المخاطرة. يمكن الحد من المخاطرة مالياً من خلال قبول/الاحتفاظ بالمخاطرة أو نقل المخاطرة. يتم استخدام تجنب المخاطرة عندما تُعتبر المخاطرة مهمة بما فيه الكفاية لتجنبها بتجنب الفعالية التي سوف تخلق انكشافاً عليها. فمثلاً قد لا يكون بمقدور تنظيم في وضع ريفي توظيف كادر مناسب لوحدة عناية مركزة لحديثي الولادة. ولذلك فإن التنظيم سوف يقوم فقط بولادات لمواليد أصحاء وسيحوّل جميع الولادات ذات المخاطرة العالية.

تخفيض المخاطرة هو معالجة إدارة المخاطر الأكثر شيوعاً. فمثلاً يمكن لتنظيم من دون وحدة عناية مركزة لحديثي الولادة أن يكون عنده أجهزة إسعافية كالمدفئ المشع، ونظام استدعاء لكادر بتدريب أساسي في إنعاش حديثي الولادة، واتفاقية نقل مع وحدة عناية مركزة لحديثي الولادة NICU في حالة الولادات عالية المخاطرة التي لا يستطيع التنظيم أن يتنبأ بها أو يتجنبها.

قبول المخاطرة يستلزم قبول الفقدانات المحتملة المترافقة مع مخاطرة معينة (كالولادات المستعجلة عالية المخاطر) ووضع خطط لتغطية التكاليف المالية المحتملة للمخاطرة. ولتغطية كلفة ولادة عالية المخاطرة مع تعقيدات قد يقرر التنظيم أن يدفع لتأمين بأقساط (اقتطاعات) منخفضة (نموذجياً خيار عالي الكلفة حيث تدفع مبدئياً شركة التأمين تقريباً الدولار الأول من كل فقدان) أو يقبل بأقساط مرتفعة ضمن برنامج التأمين ويدفع لكثير منهم من خارج الجيب out-of-pocket.

نقل المخاطرة يعني الاعتراف بأنه لا يمكن تأمين الرعاية الطبية من دون القبول ببعض المخاطرة. لذلك قد يقوم تنظيم بعمل تأمين على الحوادث المؤسفة ينقل المخاطرة إلى شركة التأمين أو يحيّر المسؤولية إلى مقدم خدمة آخر (مثل عيادة مستقلة أو مركز جراحي) ما ينقل المخاطرة إلى مقدم الخدمة أو شركة تأمينه.

إن تقييم ومراقبة تقنية معالجة المخاطرة المطبَّقة المختارة أساسي لتقرير فعالية الخيار. ينبغي أن يكون تقييم المعالجة متعدد الاختصاصات كلما كان ذلك ممكناً حيث إن اختصاصات أخرى تضيف بصيرة مختلفة للنجاح أو الفشل المترافق مع التقنيات المختارة. ينبغي تأسيس نقاط قياس مرجعية benchmarks أو عتبات قبل تطبيق تقنية ما بحيث يمكن عمل قياس مقابل معاملات (بارامترات) معرَّفة.

إدارة المطالبات

بعيداً عن الأذى المادي الفعلي الذي قد يسببه حادث مؤسف لمرضى أو كادر فإن المخاطرة بالنسبة للتنظيم يمكن أن يكون دعوى قضائية. تتضمن إدارة المطالبات فعاليات مترافقة مع إدارة مطالبات أو دعاوي قضائية محتملة أو فعلية. يتم التعامل مع الحوادث المؤسفة الخطيرة غالباً كدعوى قضائية محتملة، وبوصفها كذلك يجب جمع وحماية المعلومات. أحياناً قد تبدو حماية المعلومات مضادة للميل المهني للمهندس الإكلينيكي نحو مشاركة المعلومات من أجل تحسين تحقيق وخفض الاحتمال لأذى آخر مشابه. هناك توازن يجب التوصل إليه. ينبغي لمهنيين مناسبين من داخل وخارج التنظيم أن يناقشوا موضوع حماية المعلومات في مقابل المصلحة العامة. قد تتضمن الحماية عزل أجهزة طبية يُظَن أنها متورطة في حادث خطير، وتقرير ما إذا كان تحقيق مستقل من طرف ثالث ضرورياً، وعمل مقابلات مع أعضاء الكادر المتورطين، وتحديد مكان دفاتر المستخدم والسياسات والإجراءات.

تمويل المخاطر

يتألف تمويل المخاطر من فعاليات لتمويل الفقدانات. تتضمن هذه الإستراتيجية المحافظة على وتنسيق كشف بيانات وقيم مثل جرد رأس المال وقيم المتبقي بعد الضريبة وتكاليف الإحلال (الاستبدال) وتكاليف توقف المنفعة. الطريقة الأكثر شيوعاً لتمويل كلفة المخاطر هي من خلال شراء تأمين. يجب على التنظيم اتخاذ القرارات بخصوص ما يتم التأمين عليه ومبرر التأمين وحدود التغطية والأقساط والنقاط الملحقة لضمان أن جميع المنكشفات مغطاة بشكل مناسب. لقد تمت مناقشة المسؤولية القانونية للمهندسين الإكلينيكيين في الفصل (١٢٧). وبالرغم من أن التأمين لا يحمي مهندساً من أن يوجد مذنباً بممارسة خاطئة أو إهمال إلا أنه يقدم مساعدة مالية على شكل تكاليف الدفاع ودفع تعويض الأذى إذا ما وُجد المهندس مذنباً. تستطيع شركة التأمين أن تزيل المحن المصاحبة لقضية محكمة إذا ما اتخذ القرار بالتوصل لتسوية قضية بالدفع للفريق المتأذي قبل أن تذهب القضية إلى المحكمة. نادراً ما تغطي بوالص التأمين، إذا غطت أصلاً، كلفة الغرامات المفروضة من المحكمة. يستطيع تنظيم الرعاية الصحية شراء تأمين

على الأعمال المهنية للمهندس وانكشافات المسؤولية القانونية للمنتج والتشغيلات المكتملة والأخطاء والإهمالات وأذيات الموظفين على رأس العمل.

مراجعة العقود

مراجعة العقد جزء لا يتجزأ من تقييم ملاءمة التأمين حيث إن العقود قد تتضمن لغة غير مؤذية وتعويضية. إضافة إلى ذلك يجب على التنظيم أن يضمن أن المتعاقدين الخارجيين (مثل الذين يقومون بالتركيب) مؤمن عليهم بشكل مناسب ضد أذيات متعلقة بالعمل والمسؤولية القانونية لأخطائهم وإهمالهم. وفي حين أن مدير المخاطر يمكن أن يهتم بالحاجة إلى تمويل هذه المخاطر فإن المهندس الإكلينيكي يستطيع المشاركة بالإشراف الفني للتأكد من أن المتعاقدين الخارجيين يرتفعون بأدائهم بالفعل إلى المعايير المتوقعة.

جمع البيانات والتحليل وكتابة التقارير

يجب أن يطور مديرو المخاطر تقارير لتوضيح الميول والمؤشرات للهيئة الحاكمة والإدارة ذات العلاقة بتقارير الحوادث المؤسفة وفعاليات منع الهدر والتحقيقات (الاستجوابات). قد يكون قسم إدارة المخاطر مسؤولاً عن سياسات التطوير والإجراءات المتعلقة بفعاليات سلامة المريض مثل: الموافقة ذات الدراية وكتابة تقرير والكشف عن حادث مؤسف واستدعاء المنتج والسرية. يمكن أن يطور القسم برامج تعليمية لهذه المواضيع. في بعض المستشفيات يجد مديرو المخاطر أنفسهم مسؤولين عن تطوير برنامج لإدارة انكشافات الحوادث المؤسفة الناتجة عن عقود واتفاقات دمج وشراءات تأجيرية واتفاقات شراء وضمانات.

مساهمات التنظيمات الحكومية والمهنية في أهمية إدارة مخاطر الرعاية الطبية

Governmental and Professional Organizations' Contributions to the Importance of Health Care Risk Management

كانت الكلية الأمريكية للجراحين (ACS) أحد أوائل التنظيمات المهنية الطبية التي تبينت أهمية المقاربة النظامية لتحسين سلامة المريض. نشرت هذه الكلية عام ١٩٧٩م الطبعة الأولى من دفتر (كتيب) سلامة المريض كجواب على أزمة التأمين على سوء الممارسة منتصف سبعينيات القرن العشرين. لقد أنشأت هذه الكلية نظاماً لسلامة المريض كبرنامج ينسق بين الوظائف ذات العلاقة لضمان الجودة وإدارة المخاطر واعتماد الكادر الطبي ومراجعة النظراء. لقد كانت أهداف نظام سلامة المريض هي تحسين جودة العناية بالمريض والتقليل من مخاطر المريض الممكن تفاديها وإدارة الفقدانات العائدة إلى المسؤولية القانونية المهنية. لقد أبدى مبدعو النظام تعاوناً بين حاكمية المستشفى والإدارة والكادر الطبي. مستخدمين جودة الرعاية كموجه أخلاقي فقد وجدوا أربع اهتمامات متعلقة بسلامة المريض (American College of Surgeons, 1985):

١- تقليل مخاطر تأذي المريض.

٢- تخفيض الهدر المالي العائد إلى تعويضات سوء الممارسة والتسويات.

٣- استخدام موارد المستشفى بشكل مناسب وفعال من ناحية التكاليف.

٤- استيفاء متطلبات JCAH/JCAHO. ما يُعرف اليوم باللجنة المشتركة لاعتماد التنظيمات الصحية JCAHO كان في عام ١٩٨٥م اللجنة المشتركة لاعتماد المستشفيات JCAH. انظر الفصل (١٢١) من أجل وصف الـ JCAHO.

لقد اعتبرت هندسة السلامة عنصراً هاماً في وظيفة إدارة المخاطر لنظام سلامة المريض. اعتقدت الكلية الأمريكية للجراحين (ACS) بأنه ينبغي أن يكون هناك برنامج منظم لهندسة السلامة أو الهندسة الإكلينيكية ومقاربة نظامية للاستخدام الآمن للأجهزة الطبية تتضمن تطوير علاقة مع مهنيي ضمان الجودة وإدارة المخاطر.

لقد كان واضحاً للكلية الأمريكية للجراحين (ACS) أنه بالرغم من أن المستشفيات تعتمد بشكل كبير على تكنولوجيا طبية حديثة، إلا أن العامل الإنساني كان المفتاح لسلامة المريض. لا تعتمد سلامة المريض على الجهاز كقطعة بل بالأحرى على المهنيين الصحيين المسؤولين عن شراء الجهاز وفحصه قبل الاستعمال وتشغيله بشكل صحيح وضمان الضبوطات الصحيحة والإفادة بتقارير عن مشاكل إلى المهندس وتوثيق الصيانة الوقائية (American College of Surgeons, 1985). لقد تضمنت مفاهيم إدارة المخاطر لقسم هندسة سلامة الإفادة بالتقارير والمتابعة لحوادث متعلقة بالأجهزة ومراجعة ما قبل الشراء واختبار ما قبل التشغيل وتدريب الكادر والصيانة الوقائية والتوثيق. إضافة إلى ذلك اتضح للكلية الأمريكية للجراحين (ACS) الحاجة إلى نظام استدعاء أجهزة طبية داخلي لضمان أن أعضاء الكادر كانوا واعين للأخطار المثبتة للأجهزة والمتعلقة بأجهزة قيد الاستخدام أو مزمع شراؤها. يتطلب النظام مراقبة استدعاءات المنتج وملاحظات الخدمة من قبل المصنِّعين والوكالات الحكومية والمراجعين المستقلين وأيضاً تقارير الأجهزة الخطرة إلى إدارة الغذاء والدواء (FDA) والمصنّعين. انظر الفصل (١٢٦) من أجل معلومات أكثر حول هذا الموضوع. إن إدخال هذه العناصر وضع الهندسة الإكلينيكية في خضم إدارة المخاطر. لقد كان خوف الـ ACS من أن جهازاً يعمل بشكل سيئ قد يعرِّض للخطر سلامة المرضى المستقبليين هو القوة الدافعة وراء تضمين معلومات عن المنتج في خطط إدارة المخاطر.

تضمنت عناصر إدارة المخاطر التكاملية في برنامج الهندسة الإكلينيكية: الإجراءات للاستجواب الذي يتبع حادثاً متعلقاً بجهاز، والحاجة للإجراءات الرسمية للصيانة الوقائية، وتدريب الكادر الإكلينيكي على الاستخدام الآمن والفعال لأجهزة ذات علاقة طبياً. لقد نصحت الكلية الأمريكية للجراحين ACS بتدقيق عناصر البرنامج كل (٣-٥) سنوات لتحديد نقاط القوة والضعف للبرامج الموجودة ولاستهداف المناطق ذات الأولوية المحتاجة لتحسين.

لقد كان تطوير خطة للاستجابة للحوادث المتعلقة بالأجهزة وجهاً آخر من وجوه نظام سلامة المريض. نصت الـ ACS على أنه ينبغي ألا يعاد جهاز متورط في حادث مؤسف إلى الخدمة من دون فحص حذر وإصلاح إذا كان

مضموناً. كما لاحظوا أن السبب لخطأ جهاز يمكن أن يكون دفاعاً مهماً في مطالبة سوء ممارسة، خصوصاً إذا كان المستشفى يسعى إلى نقل بعض أو كامل المسؤولية القانونية إلى مصنّع الجهاز أو بائع الخدمة. تتطلب الاستجابة إلى إكمال نموذج تقرير الحادث وتسليمه بسرعة إلى مدير المخاطر ووضع علامة على الجهاز المشكوك به وإزاحة الجهاز من الخدمة. وينبغي بالتنسيق مع مدير المخاطر اختبار الجهاز من قبل القسم الندسي التابع للمستشفى أو فريق خارجي مؤهل. أكدت الـ ACS على عدم اختبار الجهاز من قبل المصنّع. وفقط بعد الاختبار ينبغي للمستشفى أن يقرر فيما إذا كان ينبغي إصلاح الجهاز أو إعادته إلى الخدمة أو التحفظ عليه لأغراض قرائنية أو إعادته إلى المصنّع. ينبغي توثيق العطل الذي تم إيجاده في الجهاز وفحص أية أجهزة مشابهة في المرفق. ينبغي أن ترفع المستشفيات تقارير عن أية حوادث إلى برنامج إدارة الغذاء والدواء الوطني للإفادة عن المشاكل (اسمه PRP وهو أحد البرامج السابقة لبرنامج المراقبة الطبية MedWatch program الحالي). وبعدها فقط ينبغي إعلام المصنّع بأن الجهاز متورط احتمالاً في أذية مريض وأنه قد ينشأ عن الأذية مطالبة.

تأسست المؤسسة القومية لسلامة المريض National Patient Safety Foundation (NPSF) عام ١٩٩٦م من قبل الاتحاد الطبي الأمريكي American Medical Association (AMA) كمبادرة مشتركة من كافة أعضاء مجتمع الرعاية الصحية. لقد تم تطويرها لتحرض على القيادة وتشجع الاهتمام وتعزز المعرفة ونشر وتطبيق بروتوكولات سلامة المريض. لقد جلبت الـ NPSF الانتباه عام ١٩٩٩م عندما وضع عدد نوفمبر (تشرين الثاني) من تقرير سلامة المريض الذي يصدره معهد الطب (IOM) التابع للأكاديمية القومية للعلوم National Academy of Sciences (NAS) سلامة المريض في بؤرة الضوء القومي. عرَّف تقرير الـ IOM السلامة بأنها الخلو من الأذية العرضية. لقد كان التمييز بين الحوادث الطبية والأخطاء خطوة مهمة في تأطير استجوابات الحوادث. للكلمة "خطأ" نوعية إصدار حكم بينما تعترف كلمة "الحادث" بتعقيد الحدث. أفادت الدراسة بأن الأحداث السيئة الممكن تجنبها هي سبب رئيسي للموت في الولايات المتحدة. تلمّح النتائج لدراستين بأن (٤٤٠٠٠) على الأقل وربما (٩٨٠٠٠) أمريكي يموتون في المستشفيات كل عام كنتيجة لأخطاء طبية إذا ما تم الاستقراء على (٣٣,٦) مليون قبول في مستشفيات الولايات المتحدة في عام ١٩٩٧م. وبالرغم من أن غالبية هذه الحوادث ذات علاقة بأخطاء مداواة، إلا أن دراسة تم الاستشهاد بها في تقرير الـ IOM وجدت أن (٤٤٪) من الحوادث المؤسفة الممكن تجنبها قد تم عزوها إلى أخطاء تقنية تشتمل على أخطاء أجهزة وأنظمة (Kohn et al, 2000). يقدِّر مركز الأجهزة والصحة الشعاعية Center for Devices and Radiological Health (CDRH) بأن ثلث الثمانين ألف تقرير عن الأجهزة التي يستلمونها كل عام قد تكون متعلقة بجهاز طبي "خطأ استخدام" .(Campbell, 2001).

بعد نشر هذه التقارير بدأ العديد من الوكالات بدراسة أفضل الطرق لتحسين سلامة المريض. في عام ٢٠٠١م أصدرت وكالة أبحاث الرعاية الصحية والجودة Agency for Healthcare Research and Quality (AHRQ) تقرير قرائن/تقييم تكنولوجيا بعنوان "جعل الرعاية الصحية أكثر أماناً" وهو عبارة عن تحليل نقدي لممارسات سلامة المريض راجع قرائن من (٩٧) ممارسة سلامة مريض (AHRQ, 2001). ذكر التقرير (٧٣) ممارسة يمكن أن تحسن سلامة المريض ووصف (١١) ممارسة اعتبرها الباحثون عملية (يمكن جعلها بالشكل المطلوب) ولكنها لا تؤدى بشكل روتيني في مستشفيات البلاد وبيوت التمريض. ممارسات سلامة المريض التالية مهمة بالنسبة للمهندسين الإكلينيكيين:

- قوائم التحقق ما قبل التخدير من أجل تحسين سلامة المريض.
- معرفة تأثير المراقبة داخل العملياتية على سلامة المريض.
- استخدام العوامل الإنسانية لتخفيض الأخطاء الطبية المتعلقة بالأجهزة.
- تنقية أداء إنذارات الأجهزة الطبية (أي الموازنة بين حساسية ونوعية الإنذارات والتصميم الإرغونومي (أي الذي يأخذ بالاعتبار العوامل البشرية)).

في عام ٢٠٠٣م أصدر المنتدى الوطني للجودة National Quality Forum (NQF) تقريراً توافقياً بعنوان "ممارسات آمنة من أجل رعاية صحية أفضل" (NQF, 2003). يشرح التقرير بالتفصيل ثلاثين ممارسة رعاية صحية تعتبرها الندوة مناسبة في أوضاع عناية إكلينيكية قابلة للتطبيق لتخفيض مخاطرة تأذي المرضى. يركز التقرير على ممارسات تستوفي المعايير التالية:

- لها دليل قوي على أنها فعالة في تخفيض احتمالية تأذي مريض.
- قابلة للتعميم (أي يمكن تطبيقها في أوضاع عناية إكلينيكية متعددة و/أو أنواع متعددة من المرضى.
- من المحتمل أن يكون لها نفع هام لسلامة المريض إذا ما نُفذت بالكامل.
- مفيدة للمستهلكين والمشترين ومقدمي الرعاية الصحية والباحثين.

الممارسات التي يمكن أن يكون لها أهمية للمهندسين الإكلينيكيين الذين يتعاملون مع إدارة البيانات والمعلومات الإلكترونية تتضمن:

١- خلق ثقافة سلامة للرعاية الصحية.

٢- إعداد ملخصات رعاية المرضى أو سجلات مشابهة أخرى من معلومات موثقة وليس من الذاكرة.

٣- ضمان أن يتم نقل معلومات الرعاية الصحية، خصوصاً التغييرات في الطلبات والمعلومات التشخيصية الجديدة، في حينه وبشكل مفهوم بوضوح لجميع مقدمي الرعاية الصحية الحاليين للمريض.

٤- تطبيق نظام إدخال وصفة محوسب computerized prescriber order entry system.

٥- تطبيق بروتوكول معياري (مُقَيَّس) لمنع التوسيم الخاطئ لأجهزة التصوير الشعاعي.

المطابقة مع القوانين الناظمة والاعتماد كأداة لإدارة المخاطر

Regulatory and Accreditation Compliance as Risk Management Tools

غالباً ما يُكلَّف مديرو المخاطر بالإشراف على المطابقة مع القوانين الناظمة والاعتماد، حيث إن المطابقة أداة أساسية في إدارة المخاطر. عندما يكون تنظيم ما مطابقاً للأنظمة والمعايير فسيكون قادراً بشكل أفضل على الحد من المخاطر والتوضيح لهيئة محلفة بأنه استوفى معيار الرعاية. قد يكون المهندسون الإكلينيكيون مسؤولين عن المطابقة مع ما يلي:

- إفادة بالتقارير عن أنواع معينة من الأحداث المؤسفة والحوادث مطلوبة اتحادياً وعلى مستوى الولاية.
- كودات (قوانين) سلامة الحياة Life Safety Codes.
- قانون السلامة المهنية والإدارة الصحية Occupational Safety and Health Administration Act.
- قانون الوقاية والسلامة من غز الإبر Needlestick Safety Prevention Act.
- قانون التقرير الذاتي للمريض Patient Self-determination Act.
- قانون الأجهزة الطبية الآمنة Safe Medical Devices Act.
- قانون تحسين جودة الرعاية الصحية Health Care Quality Improvement Act.
- قانون العلاج الطبي الإسعافي والمخاض النشط Emergency Medical Treatment and Active Labor Act.
- قانون محاسَبية ومحمولية الضمان الصحي Health Insurance Portability and Accountability Act.

دور المهندس الإكلينيكي في إدارة المخاطر

The Clinical Engineer's Role in Risk Management

إدارة المخاطر فن وليست علماً. وبالرغم من أنه كان هناك محاولات لقياس المخاطرة وفعالية معالجات المخاطرة، إلا أن مثل هذه القياسات مبنية على الخبرات وليست معادلات علمية صلبة ومتماسكة. إن إدارة مخاطرة أذية مريض متعلقة بأجهزة عبارة عن اتحاد من تقييم الأجهزة والتدريب المناسب والتقنية الإكلينيكية المناسبة والصيانة الوقائية وتحليل الخطأ (Maley and Epstein, 1993). إن اختيار الجهاز الأكثر أماناً قد يكون غير فعال في الحد من المخاطرة إذا لم يكن هناك صيانة وقائية وتحديثات برمجيات ومتطلبات فحص عام. "التشوه التدريجي من دون صيانة قد يخفض مستوى السلامة تحت مستوى مقبول لمخاطرة قابلة للإدارة" (Gullikson, 2000). لقد حاول عدد من

المهندسين الإكلينيكيين (Gullikson, 2000; Ridgway, 2001; Dolan, 1999) أن ينكبوا على إدارة مخاطر استباقية (تتصور الحاجات أوالمشاكل المستقبلية) من خلال تحديد عوامل مخاطرة الصيانة الوقائية كالحوادث مثل عودة الجهاز للخدمة ضمن تسعة أيام. إلا أنه ليس هناك توافق أو بيانات صلبة مدعومة جيداً لتقييم وقبول مثل هذه العوامل بناء عليها. وبالرغم من أن بعض المهندسين قد يحدد الفشل في اجتياز الصيانة الوقائية كحادثة، إلا أنه ليس هناك معلومات مدعومة جيداً تشير إلى أن جهازاً كهذا ذو مخاطرة أكبر على المريض من جهاز اجتاز إجراءات الصيانة الوقائية. إن استخدام الخوارزميات لتحديد الأجهزة الحرجة أو عوامل المخاطرة للأجهزة الطبية التي تشكل مخاطرة فعلية لأذى قد يكون المحاولة الأفضل لمهنة الهندسة الإكلينيكية للانكباب الاستباقي على المخاطرة، إلا أنه ينبغي للمهندسين الإكلينيكيين أن يعرفوا تقييدات هذه الممارسة ولا يعتمدوا فقط على مثل هذه الخوارزميات.

يمكن أن يساهم المهندسون الإكلينيكيون في وظيفة إدارة المخاطر سواء ضمن أقسامهم أو في المجال الأكبر لإدارة المخاطر على مدى المرفق ككل. الطرق الأولية التي تستخدمها جميع المستشفيات لتسهيل تحديد المخاطرة هي: كتابة تقرير عن الحادث (أيضاً معروف كحدث مؤسف)، ومراجعة السجلات الطبية، وشكاوي المرضى. من السهل توضيح الدور الذي ينبغي أن تلعبه الهندسة الإكلينيكية في التقرير والاستجواب حول الأحداث المؤسفة لأن جهاز المريض يكون في الاستخدام في الوقت الذي تحدث فيه غالبية الأحداث المؤسفة.

غالباً ما يكون مديرو المخاطر مسؤولين عن التطوير والحفاظ على علاقات تعاونية مع أقسام أخرى في المستشفى ذات صلة بتحديد ومعالجة المخاطر. إذا كان مدير المخاطر غير مدرك لإمكانيات قسم الهندسة الإكينيكية فيما يتعلق بمشكلة التحديد والاستجواب (عجز شائع جداً حسب خبرة المؤلف) فإن مدير المخاطر قد لا يشرك المهندس الإكلينيكي في العملية حتى يفهم كيف يمكن لجهاز أن يلعب دوراً في حادث مؤسف. فمثلاً قد يبدو أن جهازاً يعمل بشكل صحيح في اختبار أداء بعد حادث مؤسف، إلا أن تداخلاً راديوي التردد قد يتسبب بتشغيل خاطئ للجهاز في البيئة الفعلية للاستخدام.

تركز فصول أخرى في هذا الكتاب المرجع على أهمية الهندسة الإكلينيكية في شراء تكنولوجيات جديدة (الفصول ٣٠-٣٤). الإتقان المطلوب كأداة إدارة مخاطر ينبغي إتمامه لجميع مشتريات المرافق والأجهزة. كثير من منظمات الرعاية الصحية تندمج أو تشتري مرافق كاملة أو خدمات موجودة. تحليل المخاطر قبل الشراء يمكن أن يساعد المديرون على اتخاذ قرار أكثر علماً بخصوص المضي في الشراء من عدمه. قد يساعد مثل هذا التحليل المديرين أيضاً في إقرار شروط ينبغي تضمينها للحد من المخاطر وخطوات قد يلزم اتخاذها بعد الشراء للانكباب على المخاطر. إن فريقاً متعدد الاختصاصات متضمناً مهندساً إكلينيكياً يمكن أن يراجع المواضيع الإكلينيكية ومواضيع

المرفق والأجهزة على أساس ما قبل الشراء ليقدم معلومات عن طرق للحد من مخاطر قد تساهم في فرصة شراء أفضل من منظور مالي أو منظور آخر.

تملي إدارة المخاطر الصحيحة متطلبات أساسية على جميع أقسام المستشفى. يجب أن تعكس كتيبات السياسات والإجراءات الأعمال الفعلية للقسم. وسواء كانت كتيبات السياسات والإجراءات مستعارة من مرفق آخر أو مشتراة من بائع تجاري أو موفّرة من قبل المصنّع فإن على المهنيين الداخليين مراجعة المعلومات للتأكد من أن كل سياسة أو إجراء يعكس بدقة الوظائف المؤداة ومناسب للقسم والمرفق. فعلى سبيل المثال: هل تمثل الوثيقة معيار الرعاية كما تتم ممارستها في المرفق؟ وهل يستطيع الكادر أن يستوفي متطلبات السياسات أو الإجراءات؟.

ينبغي تعريف كل سياسة برقم سياسة وتاريخ البدء. وبما أن السياسات والإجراءات تُزال من الخدمة أو تُراجع لذلك ينبغي أرشفة نسخة من السياسة المسحوبة لمدة لا تقل عن سبع سنوات. ينبغي مراجعة كل كتيب سياسة أو إجراء كل سنتين على الأقل وكما تدعو الحاجة. يمكن تحديث ومراجعة السياسات والإجراءات في أي وقت. إلا أنه عندما يتم سحب سياسات وإجراءات قديمة أو إدخال سياسات وإجراءات جديدة فينبغي تحديث جميع الكتيبات وإعلام كامل الكادر المتأثر بذلك عن التغيير. إذا كان هناك سياسة تؤثر على أكثر من قسم (مثل جداول الصيانة الوقائية لأجهزة الحضانة) فينبغي أن تستوعب وتفهم جميعُ الأقسام ذات الصلة نفس السياسة.

بالرغم من أن ذلك واضح ظاهرياً إلا أنه ينبغي أن تعكس جميع السياسات والإجراءات اسم تنظيم الرعاية الصحية المستخدم للوثيقة. وإذا ما استُعمِلت وثائق مستعارة فينبغي إزالة اسم المرفق المصدِّر للوثيقة. يجب الحصول على إذن مكتوب من المرفق المصدِّر لاستخدام سياسة ما ضمن تنظيم آخر. وإذا كان هناك فراغات في سياسة أو إجراء فينبغي ملء الفراغات بالمعلومات المطلوبة.

ينبغي أن تعكس السياسات والإجراءات حال الممارسة الوطنية. إذ إنه إذا كان هناك تأزٍ ولم تكن السياسة والإجراء ذو الصلة يعكسان معيار الممارسة المقبول الحالي فسيكون صعباً على أي لجنة محلفين أن تفهم لماذا لم يستطع أو لم يرد التنظيم المسؤول أن يستوفي ذاك المعيار.

ينبغي أن تكون كتيبات المستخدم موجودة في المكان الذي يتم فيه استعمال الجهاز وينبغي تنبيه الكادر الإكلينيكي إلى وجود ومكان الكتيبات. لا ينبغي الإقفال على الكتيبات من أجل المحافظة على سلامتها.

أن يكون الكادر مدرباً بشكل مناسب في الوظائف التي يؤديها وأن يفهم مساهماته الشخصية في إدارة المخاطر وسلامة المريض هو مما تمليه إدارة المخاطر. ينبغي أن يكون التعليم على رأس العمل والتعليم المستمر وتدريب المصنّعين موثقاً بشكل جيد. ينبغي أن يتضمن التوثيق أسماء الحاضرين ومحتوى الدورة الدراسية وراعي البرنامج وإثباتات الحضور وتاريخ الحضور.

إن التدريب على الأجهزة الطبية مهم للإكلينيكيين كما هو مهم للمهندس الطبي. لقد تم ربط أخطار استخدام الإكلينيكيين والاستخدام غير الصحيح للأجهزة الطبية بأذيات مرضى متعددة. تشير بيانات الـ MAUDE (خبرة المصنّع والمستخدم بالجهاز) والـ FDA MedWatch (الرقابة الطبية في إدارة الغذاء والدواء) إلى أن خطأ الاستخدام والاستخدام غير الصحيح هما من أكثر أسباب تأذي المريض تكراراً في الذكر. وبما أن غالبية الإدخالات في الـ MAUDE والـ FDA MedWatch يتم توليدها من قبل المصنّعين، فلن يكون مفاجئاً إذا ما بدت التقارير وكأنها تزيح المسؤولية والمخاطرة باتجاه الإكلينيكي وتنظيم الرعاية الصحية. من المهم ملاحظة أن محامي الادعاء قد يستخدم هذه التقارير لتأكيد المسؤولية على الإكلينيكي وتنظيم الرعاية الصحية. لذلك يجب أن يكون لدى الإكلينيكيين تدريب مناسب نوعي على الأجهزة الطبية المستخدَمة. إن التحققات من الكفاءة الإكلينيكية إلزامية، خصوصاً من أجل الأجهزة عالية التقنية أو حيث تبيّن الخبرة أن هناك حاجة لتدريب خاص. قد يكون التدريب التجديدي والتحسيني مطلوباً.

ينبغي أن يكون المهندسون الطبيون مدركين أن مصنّعي الأجهزة الطبية تحت ضغط قانوني متزايد للقياس والاهتمام بالمخاطر المترافقة مع أجهزتهم. وبالرغم من أن مناقشة إدارة مخاطر مصنّع الجهاز الطبي خارج مجال هذا الفصل، إلا أنه ينبغي للمهندسين الإكلينيكيين أن يعرفوا أن المعلومات حول وصف المخاطر لجهاز طبي يمكن أن تكون متاحة من قبل إدارة الغذاء والدواء FDA أو المصنّع. إن تنبيه مدير المخاطر إلى إمكانية وجود مثل هذه المعلومات قد يساعد مدير المخاطر في نقل المخاطرة والفقدان إلى مصنّع الجهاز الطبي عندما يكون ذلك مناسباً.

يجب أن يكون المهندسون الإكلينيكيون مدركين في جميع الأوقات لإمكانية اكتشاف المعلومات من قبل المقاضين أو آخرين. إن التوثيق الروتيني والمذكرات ودفاتر ملاحظات اختبارات المختبر وبيانات الاستجواب قد تكون كلها قابلة للاكتشاف من قبل خصوم المقاضاة. إن من المهم تعلُّم الطرق المناسبة لكتابة الوثائق والمحافظة عليها. وبينما ليس القصد من التحكم بالوثائق أن يتم تغيير الحقيقة، فإن المقصود، إلى الحد الممكن، أن يتم توثيق المعلومات الحقيقية فقط والإقلال من الحَدس (التحزير) والرأي.

متطلبات إدارة المخاطر المفروضة قانونياً

Statutory Risk Management Requirements

يتطلب قانون العلاج الطبي الإسعافي والمخاض النشط (42 USC 1395dd; 42 CFR 489, et al.) أن أي شخص موجود في مستشفى مخوَّل ليقوم بتقييم مسحي وأي علاج لازم جالب للاستقرار لما يعتقده بأنه ظرف إسعافي. وبالنسبة للمهندس الإكلينيكي فهذا يشير إلى الحاجة لضمان أن يكون الجهاز الضروري لجلب الاستقرار للمرضى في الإسعاف بسهولة ودائماً متاحاً وشغالاً.

يتطلب قانون التقرير الذاتي للمريض لعام ١٩٩٩م (42 USC 1395cc) أن تُعلِم تنظيمات الرعاية الصحية المرضى عن حقوقهم فيما يخص قرارات حول مساق علاجهم حتى ولو كانوا غير قادرين على التعبير عن تلك القرارات في تاريخ متأخر. هذا يعني بالنسبة للمهندس الإكلينيكي أنه يجب على تنظيمات الرعاية الصحية التنويمية أن تكون قادرة على المحافظة على دعم اصطناعي للحياة أو إنهائها أو إزالتها. يجب أن تكون أجهزة التنفس ومضخات التغذية وأجهزة دعم حياة أخرى متاحة وفي حالة شغالة.

يتطلب قانون الأجهزة الطبية الآمنة لعام ١٩٩٠م (21 USC 360; 21 CFR 803) أن تجمع إدارة الغذاء والدواء معلومات، وتفيد تنظيمات الرعاية الصحية بتقارير عن معلومات، بخصوص سلامة الأجهزة الطبية. (انظر الفصل ١٢٦). أحياناً يكون المهندس الإكلينيكي هو القسم التشغيلي الأولي ويفيد إدارة الغذاء والدواء مباشرة بالتقارير. إلا أن قسم إدارة المخاطر قد يتولى القيام بهذا الدور. وبغض النظر عن القسم الذي يفيد بالتقارير فإن المعلومات والمسؤوليات يجب أن تكون مشاركة بين المهندس الإكلينيكي ومدير المخاطر.

يتطلب قانون معايير جودة أجهزة تصوير الثدي (الماموغرافي) Mammography Quality Standards Act لعام ١٩٩٢م (42 USC 263; 21 CFR parts 16, 900, 1308, 1312, 42 CFR part 498) فحوص مطابقة سنوية للمرفق من قبل هيئة معتمِدة مجازة من إدارة الغذاء والدواء، ويتطلب الالتزام بالاختبار المحدد للجهاز وببروتوكولات الصيانة وبتطبيق برامج مراقبة جودة.

ينكب قانون حماية الرعايا الإنسانيين Protection of Human Subjects Act على مواضيع ذات علاقة بالتجارب الإكلينيكية للعقاقير والأجهزة (45 CFR part 46, 21 CFR parts 50, 56, 312, 812). قد يصبح المهندسون الإكلينيكيون متورطين في عملية اعتماد تجربة إكلينيكية في أي وقت يتم فيه أخذ تجربة إكلينيكية بالاعتبار في مرفق رعاية صحية (انظر الفصل ٨٧). إن المشاركة في هيئة مراجعة قانونية Institutional Review Board (IRB) على أساس خاص ad hoc أمر يُنصح به متى ما كان له علاقة بجهاز.

يتطلب قانون الوقاية والسلامة من غز الإبر (P.L. 106-4) أن يتم استخدام أجهزة أمان متى ما كان ذلك ممكناً. قد يقاوم الكادر الإكلينيكي التغيير في ممارساتهم بالرغم من كون الجهاز الجديد أو التقنية الجديدة أكثر أمناً ولا تؤثر على الفعالية الإكلينيكية. يستطيع المهندسون الإكلينيكيون أن يحددوا إكلينيكيين في مرافق أخرى يطبقون بنجاح منتجات سلامة ويضمنون أن تجارب الجهاز مبنية بشكل صحيح لفحص المنفعة الإكلينيكية والسلامة من دون انحياز. (انظر الفصل ٦١).

لدى إدارة السلامة المهنية والصحة Occupational Safety and Health Administration (OSHA) تدابير كثيرة تؤثر في الهندسة الإكلينيكية:

• معايير (مواصفات قياسية) للحد من طاقة التعرض لطاقة خطرة يشار إليها عادة بمعيار الإقفال/الفصل Lockout/Tagout ينطبق على أي حالة يمكن أن يحدث فيها تغذية بالطاقة غير متوقعة لجهاز أو تحرير طاقة مخزنة وأن تؤذي موظفاً. تتطلب المواصفة القياسية أن يكون الجهاز مقفلاً بمعنى جعله غير قابل للاستعمال ما لم تتم إزالة القفل أثناء أعمال الإصلاح. إذا لم يكن ممكناً إقفال جهاز فيجب توسيمه لتحذير موظفين آخرين بعدم تشغيله. تتطلب الـ OSHA برنامجاً تعليمياً مفصلاً وخطة للمطابقة مع هذا النظام (القانون الناظم).

• قانون ناظم للتعرض للزئبق قد يورط المهندسين الإكلينيكيين في تقييم فعالية أجهزة خالية من الزئبق كمقاييس الضغط والحرارة.

• قانون ناظم للتعرض لمادة الميثيل ميثاكريلات methyl methacrylate المستخدمة في الجراحة العظمية ربما ورط المهندسين الإكلينيكيين في اختيار وصيانة أنظمة قبب المزج وعادم الليزر وشفط الدخان (انظر الفصل ١٠٦).

• مواد كيميائية إضافية بتعرضات متحكّم بها بالـ OSHA وتتضمن الأسيتون والكحول والبنزين والتُولوين toluene والكسيلين xylene.

• تتحكم الـ OSHA بالتعرض للملوثات تنقل بالهواء وللسل. قد يتورط المهندسون الإكلينيكيون في تصميم الغرف الخاصة واختيار أجهزة حماية التنفس (انظر الفصل ١١٤).

• لا تنظم الـ OSHA مباشرة التعرض لعقاقير العلاج الكيميائي ومضادات نمو الأورام، إلا أنها أصدرت توجيهات حول هذه المواضيع في كتيبها التقني في عام ١٩٩٥م. إذا كانت هذه العقاقير تتطلب إعادة تركيب قبل الاستخدام فينبغي خلطها في كبائن آمنة بيولوجياً من الصنف الثاني Class II ومن الأفضل أن يكون من النوع ذي التهوية إلى خارج البناء. يمكن استخدام كبائن ترشيح هيبا HEPA filtration cabinetsalso إلا أنها أقل فعالية.

• بالرغم من أن الـ OSHA لا تنظم التعرض لليزر وأدخنة التخثير الكهربائي، إلا أنه قد تم توضيح أن هذه الأدخنة تحمل د ن أ (DNA) فيروسية وبكتيريا سليمة وأبخرة وغازات كيميائية ومواد مسببة لطفرات وراثية ومواد مسرطنة وسيانيدات وفورمالدهايد وجزيئات دخان (West, 2001).

الاعتماد كتقنية إدارة مخاطر

Accreditation as a Risk Management Technique

ليست متطلبات الاعتماد الخاصة بقسم المهندسين الإكلينيكيين غريبة في العادة عنهم، وينبغي عليهم أيضاً أن يكونوا حسني الاطلاع على المواصفات القياسية على مدى المنظمة التي تؤثر على عملياتهم. فمثلاً متطلبات الـ JCAHO لإدارة المنافع قد لا تكون من مسؤولية المهندسين الإكلينيكيين إلا أن هذه المتطلبات قد تؤثر على التشغيل الصحيح للأجهزة.

منذ مواصفات JCAHO القياسية الأولى في عام ١٩٥٣م ضمَّنت الـ JCAHO مواصفات قياسية ذات علاقة بسلامة المريض والهندسة الإكلينيكية. ليست مستشفيات الرعاية الحرجة هي التنظيمات الوحيدة التي يتم اعتمادها من قبل الـ JCAHO. إن الاعتماد متاح من خلالها للمؤسسات التالية:

- المستشفيات النفسية ومستشفيات الأطفال ومستشفيات الوصول الحرج ومستشفيات إعادة التأهيل.
- تنظيمات العناية المنزلية بما فيها تلك التي تقدم تغذية بالمحاليل منزلية وخدمات أجهزة طبية مستمرة.
- بيوت التمريض ومرافق رعاية طويلة الأمد أخرى.
- تنظيمات رعاية الصحة السلوكية.
- مقدمو الرعاية الإسعافية ومرافق الجراحة الخارجية ومراكز إعادة التأهيل ومراكز التغذية بالمحاليل والعيادات الجماعية وأيضاً الجراحة في العيادة.
- المختبرات الإكلينيكية بما فيها مراكز نقل الدم والتبرع بالدم.

يتم دعم الـ JCAHO من قبل اتحاد المستشفيات الأمريكي AHA والاتحاد الطبي الأمريكي AMA والكلية الأمريكية للأطباء ACP والجمعية الأمريكية للطب الباطني (الداخلي) ASIM والكلية الأمريكية للجراحين ACS والاتحاد السني (اتحاد الأسنان) الأمريكي ADA. للممرضات ممثليات مناطقية at-large representative.

أدخلت الـ JCAHO سلامة المريض وعناصر إدارة المخاطر إلى مواصفاتها القياسية لتحسين الأداء. المواصفات القياسية من JCAHO من عام ٢٠٠٤م ذات الصلة بإدارة المخاطر تتضمن المتطلب من تنظيمات الرعاية الصحية بأن تدير السلامة عن طريق تحديد المخاطر. وتخطيط وتنفيذ عمليات للتقليل من احتمالية تلك المخاطر المسببة لحوادث. تتطلب المواصفات أيضاً أن يقوم التنظيم بتقديرات استباقية للمخاطر تقيّم التأثيرات السيئة المحتملة للجهاز على سلامة وصحة المرضى. إضافة إلى ذلك يجب على التنظيم أن يعرّف ويطبّق برنامجاً مستمراً استباقياً للتحديد والتقليل من الحوادث المؤسفة غير المتوقعة ومن المخاطر على المريض ذات الصلة بالسلامة. تعتقد اللجنة أن "لمثل هذه المبادرات ميزات واضحة في الوقاية من الحوادث المؤسفة على العكس من ردة الفعل ببساطة عندما تحدث هذه الحوادث. هذه المقاربة تتجنب أيضاً حواجز الفهم الناشئة عن انحياز النظرة الراجعة (فهم الحادث بعد حدوثه) والخوف من الإقصاء والإحراج واللوم والعقاب التي يمكن أن تحدث بعد حادثة".

تتكون عملية تحسين الأداء من الفعاليات التالية:

- جمع البيانات ومراقبة الأداء.
- التجميع النظامي للبيانات وتحليلها مع تحليل الأنماط أو الميول (النزعات) غير المرغوبة في الأداء.
- تنفيذ عمليات لتحديد وإدارة الحوادث المتحققة sentinel events.

• استخدام المعلومات من تحليل البيانات لإحداث تغييرات تحسّن في الأداء وسلامة المريض وتقليل مخاطر الحوادث المتحققة sentinel events.

تتضمن متطلبات تحسين الأداء التنظيمي لجمع بيانات سلامة المريض تجميع إدراكات الكادر للمخاطر على المرضى واقتراحات لتحسين سلامة المريض وأيضاً رغبة الكادر بالإفادة بتقارير عن حوادث مؤسفة غير متوقعة.

تبرز JCAHO الفعاليات الاستباقية التالية لتحسين الأداء من أجل تقليل المخاطر على المريض:

١- اختر عملية عالية المخاطرة (أي اختر عملية لها إمكانية واضحة للتأثير على سلامة المريض إذا لم يتم التخطيط لها و/أو تنفيذها بشكل صحيح لتحليلها).

٢- صف العملية المختارة (من خلال استعمال مخطط سريان مثلاً).

٣- حدِّد الطرق التي يمكن أن تتوقف العملية بها (أي أنماط الأخطاء أو الفشل في أداء وظيفتها المرغوب فيها).

٤- حدِّد التأثيرات الممكنة التي يمكن لتوقف أو خطأ عملية أن يؤثر بها على المرضى والشدة المحتملة لهذه التأثيرات.

٥- حدِّد أولويات توقفات أو أخطاء العملية الممكنة.

٦- قرِّر لماذا يمكن للتوقفات أو الأخطاء المحددة أولوياتها أن تحدث، وهذا يمكن أن يتضمن القيام بتحليل أسباب أصلية افتراضياً.

٧- أعد تصميم العملية ذات المخاطرة و/أو الأنظمة التحتية لتخفيض المخاطرة على المرضى إلى الحد الأدنى.

٨- اختبر ونفِّذ العملية المعاد تصميمها.

٩- راقب فعالية العملية المعاد تصميمها (JCAHO, 2004).

تتضمن المواصفات القياسية لإدارة المخاطر من عام ٢٠٠٤م أيضاً المتطلبات بأن تتم المحافظة على جميع الأجهزة بشكل مناسب وأن يضمن التنظيم الاستجابات لاستدعاءات المنتج ذات الصلة بالسلامة. تتصف المواصفتان القياسيتان المكتوبتان خصيصاً لقسم الهندسة الإكلينيكية بالقصر والإيجاز والمباشرة: "يدير التنظيم مخاطر الأجهزة الطبية" و "يتم صيانة واختبار وفحص الأجهزة الطبية" (JCAHO, 2004). إلا أن هناك مع ذلك كثير من المتطلبات للمطابقة مع هاتين المواصفتين القياسيتين.

تتطلب إدارة مخاطر الأجهزة ما يلي:

١- تطوير خطة إدارة مكتوبة تصف العمليات لإدارة التشغيل الفعال والآمن والموثوق للأجهزة الطبية.

٢- تحديد وتنفيذ عملية (عمليات) لانتقاء وشراء الأجهزة الطبية.

٣- تثبيت واستخدام معايير مخاطرة لتحديد وتقييم وإنشاء جرد للأجهزة لتضمينها في خطة الإدارة الطبية قبل أن يتم استخدام الأجهزة. تتضمن المعايير المذكورة وظيفة الجهاز (تشخيص، عناية، علاج، مراقبة) والمخاطر الفيزيائية المترافقة مع الاستخدام وتاريخ حوادث الجهاز.

٤- تحديد الإستراتيجيات المناسبة للتوصل إلى تشغيل فعال وآمن وموثوق لجميع الأجهزة التي في الجرد.

٥- تعريف فترات لفحص واختبار وصيانة الأجهزة المناسبة التي في الجرد (أي تلك الأجهزة الطبية التي في الجرد والمستفيدة من الأنشطة المجدولة لتخفيض المخاطر الإكلينيكية والفيزيائية إلى الحد الأدنى) مبنية على معايير مثل: توصيات المصنّعين ومستويات المخاطرة والخبرة التنظيمية الحالية.

٦- تحديد وتطبيق عمليات للمراقبة والاهتمام بالاستدعاءات والملاحظات على الأجهزة الطبية.

٧- تحديد وتطبيق عمليات للمراقبة والإفادة بتقارير عن الحوادث التي يكون فيها جهاز طبي مشتبهاً فيه أو مساهماً في موت أو أذى خطير أو مرض خطير لأي شخص كما هو مطلوب في قانون الأجهزة الطبية الآمنة لعام ١٩٩٠م.

٨- تحديد وتطبيق عمليات للإجراءات الإسعافية تركز على:

(أ) ما العمل في حالة تعطل أو خطأ جهاز؟

(ب) متى وكيف يتم القيام بمداخلات إكلينيكية إسعافية عندما يتعطل جهاز طبي؟

(جـ) وجود أجهزة بديلة احتياطية؟

(د) كيفية الحصول على خدمات الإصلاح؟

إن صيانة واختبار وفحص الأجهزة الطبية يتطلب توثيق ما يلي:

١- جرد حديث ودقيق ومنفصل لجميع الأجهزة المحددة في خطة إدارة الأجهزة الطبية بغض النظر عن الملكية.

٢- اختبار السلامة والأداء لجميع الأجهزة المحددة في برنامج إدارة الأجهزة الطبية قبل الاستخدام الابتدائي.

٣- صيانة الأجهزة المستخدمة لدعم الحياة والمنسجمة مع إستراتيجيات الصيانة لتخفيض المخاطر الإكلينيكية والفيزيائية إلى الحد الأدنى والمحددة في خطة إدارة الأجهزة.

٤- صيانة الأجهزة غير الداعمة للحياة التي في الجرد والمنسجمة مع إستراتيجيات الصيانة لتخفيض المخاطر الإكلينيكية والفيزيائية إلى الحد الأدنى والمحددة في خطة إدارة الأجهزة.

٥- اختبار أداء لجميع المعقمات المستخدمة.

٦- اختبار كيميائي وبيولوجي للماء المستخدم في الغسيل الكلوي (الديلزة) واختبارات أخرى قابلة للتطبيق بناء على القوانين الناظمة وتوصيات المصنّعين وخبرة التنظيم.

إن مراجعة هذه المواصفات القياسية يوضح أهمية عمليات الهندسة الإكلينيكية في تحسين سلامة المريض وإنقاص احتمالية تأذي المريض الناتج عن الجهاز الطبي.

لقد أدخلت الـ JCAHO مفهوم الإفادة بتقرير عن الحادث المتحقق sentinel event في عام ١٩٩٨م. توجد متطلبات الحادث المتحقق من الـ JCAHO في المواصفات القياسية لتحسين الأداء. يُطلب من التنظيمات المعتمَدة أن تقوم بالتحقيق (الاستجواب) في الحوادث المتحققة التي يجب تحليلها من منظور أنظمة من قبل تنظيم الرعاية الصحية. "الحادث المتحقق sentinel event هو حدوث غير متوقع متورط في في موت أو في أذية جسمية أو نفسية خطيرة، أو مخاطرة ذلك. تتضمن الأذية الخطيرة بشكل خاص فقدان طرف أو وظيفة. تتضمن جملة " أو مخاطرة ذلك" أي تغيير في العملية التي من أجلها سوف يحمل التكرار فرصة واضحة لنتيجة مؤسفة خطيرة". يخضع الحادث المتحقق إلى تحليل السبب الأصلي.

"إن تحليل الأسباب الأصلية (الجذرية) عملية لتحديد العوامل الأساسية أو السببية التي تسبب تغيراً في الأداء بما في ذلك الحدوث أو الحدوث الممكن لحادث متحقق. يركز تحليل الأسباب الأصلية (الجذرية) بشكل أساسي على الأنظمة والعمليات وليس الأداء الشخصي. وهو يتقدم من أسباب خاصة في العمليات الإكلينيكية إلى أسباب عامة في العمليات التنظيمية، ويحدد تحسينات ممكنة في العمليات أو الأنظمة والتي ربما تخدم في تخفيض احتمالية مثل هذه الحوادث في المستقبل، أو يقرر بعد التحليل أنه ليس هناك فرص لمثل هذه التحسينات". تتطلب الـ JCAHO خطة عمل تحدد الإستراتيجيات التي ينوي التنظيم تطبيقها لخفض مخاطرة حوادث مشابهة تحدث في المستقبل. انظر:

(See http://www.jcaho.org/accredited+organizations/hospitals/sentinel+events/se_pp.htm)

بالإضافة إلى متطلبات التحقيق الذاتي فإن لدى الـ JCAHO مجموعة استشارية للحوادث المتحققة تراجع البيانات وتقرر إن كانت ستصدر تنبيهاً alert وتطور هدف سلامة مريض ذا صلة. إذا تم تطوير وإصدار تنبيه أو هدف سلامة مريض فإن المتوقع من المرافق المعتمَدة أن تراجع المعلومات وتقوم بالعمل الضروري لتحسين سلامة المريض.

إن لسبعة من تقارير السلامة الخمسة والعشرين المتاحة من الـ JCAHO تأثيراً مباشراً على نشاطات المهندسين الإكلينيكيين:

١- الوقاية من الحرائق الجراحية، ٢٠٠٣/٦/٢٤م.

٢- حوادث الموت الناتجة عن الاحتجاز ذات الصلة بقضبان السرير، ٢٠٠٢/٩/٦م.

٣- الوقاية من الأذيات وحوادث الموت ذات الصلة بأجهزة التنفس، ٢٠٠٢/٢/٢٦م.

٤- الوقاية من أذيات غزات الإبر والأدوات الحادة، آب (أغسطس) ٢٠٠١م.

٥- مازجات الغازات الطبية، تموز (يوليو) ٢٠٠١م.

٦- الحرائق في مجموعة العناية المنزلية، ٢٠٠١/٣/٢٠م.

٧- مضخات المحاليل: الوقاية من حوادث مؤسفة مستقبلية، ٢٠٠٠/١١/٣٠م.

بدأت الـ JCAHO بالإضافة إلى متطلبات الاعتماد بوضع أهداف لسلامة المريض على المستوى القومي. إثنان من الأهداف السبعة لسلامة المريض على المستوى القومي الصادرة عن الـ JCAHO عام ٢٠٠٤م لهما صلة بالهندسة الإكلينيكية:

١- "تحسين السلامة في استخدام مضخات المحاليل عن طريق ضمان حماية جريان حر على جميع مضخات المحاليل ذات الاستخدام العام ومضخات محاليل تخفيف الألم المتحكّم بها من قبل المريض".

٢- "تحسين فعالية أنظمة الإنذار الإكلينيكية بتنفيذ صيانة وقائية منتظمة واختبار أنظمة الإنذار. التأكيد على أن الإنذارات يتم تفعيلها بأوضاع (ضبوطات) مناسبة وأنها مسموعة بالنسبة للمسافات والضجيج المنافس ضمن الوحدة.

وبالرغم من أن الـ JCAHO هي بالأساس هيئة اعتماد لتنظيمات الرعاية الصحية، إلا أن هناك هيئات اعتماد إضافية تهتم بسلامة المريض وسلامة الأجهزة الطبية. تتضمن هيئات الاعتماد الأخرى المهمة:

- اتحاد الاعتماد للرعاية الصحية الإسعافية AAAHC: يعتمد جميع أنواع مقدمي الرعاية الإسعافية بما فيها الممارسات الجراحية في العيادات ومراكز الرعاية المستعجلة ومراكز تفتيت الحصى.
- لجنة اعتماد مرافق إعادة التأهيل CARF: يعتمد مرافق إعادة التأهيل وخدمات الرعاية اليومية للبالغين ومرافق العيش المسانَد وتنظيمات الصحة السلوكية وتنظيمات الخدمة الاجتماعية وتنظيمات تدريب وخدمة الموظفين.
- برنامج اعتماد الصحة المجتمعية CHAP: يعتمد مراكز التمريض المجتمعية ومراكز إعادة التأهيل المجتمعية وخدمات الرعاية المنزلية وبرامج العلاج بالحقن المنزلي ومزوِّدي الأجهزة الطبية المنزلية.

الملخص

Summary

إن مديري المخاطر مجموعة شكاكة بطبعها تفترض الأسوأ. هذا يعني أنه إذا كان يمكن لشيء ما أن يفشل من منظور التصميم أو الأنظمة أو التوظيف أو التدريب أو سوء الاستعمال فسيفشل. هناك أنشطة عديدة يشارك فيها مهندسون إكلينيكيون ويمكن أن تساعد مدير المخاطر لينام في الليل إذا ما تمت إدارة هذه الأنشطة وتم التواصل بشأنها مع مدير المخاطر بانسجام. تتضمن مواضيع مخاطر الهندسة الإكلينيكية التي أتت إلى الواجهة الأمامية لمديري مخاطر الرعاية الصحية في السنوات الأخيرة ما يلي:

- استدعاءات recalls الأجهزة.
- متطلبات tracking تتبع الأجهزة.
- تحقيقات (استجوابات) حوادث الأجهزة باستخدام تحليل الأسباب الأصلية (الجذرية).
- شراء الأجهزة باستخدام تحليل أنماط الأخطاء وتأثيرلتها (FMEA).
- مخاطر تكنولوجيا القسم الإكلينيكي مثل :
  ١- الإنذارات الحرجة.
  ٢- حديثي الولادة.
  ٣- الليزرات.
  ٤- غسيل الكلى (الديلزة).
  ٥- التخدير.
- إعادة استعمال الأجهزة.
- القطع واللوازم البديلة.
- التداخل الكهرومغناطيسي.
- التخلص من الأجهزة المستعملة.
- الإصلاح الداخلي وتعديلات الأجهزة.
- من دون توسيم ومن خارج المخزون والاستخدامات غير المعتمدة للأجهزة.
- الأجهزة المملوكة للمريض أو للطبيب.
- إعارة واستعارة الأجهزة.

تتضمن المجالات الأخرى حيث يستطيع المهندسون الإكلينيكيون أن يساهموا في إدارة المخاطر : الليزرات وغازات التخدير وغازات أخرى. يستطيع المهندس الإكلينيكي أن يقدم مساهمات هامة في إجراءات الانتقاء والسلامة في الاستخدام وفي التشغيل الآمن المستمر لليزرات الجراحية والعينية. وفي حين أنه يمكن التعامل مع بعض الليزرات من قبل فنيي الليزر أو المصنِّع فإن من المهم أن يكون للمهني المدرَّب ضمن التنظيم معرفة عملية لصيقة بالأجهزة في حالة حادث مؤسف قد يكون له علاقة بها.

بالإضافة إلى ذلك فقد نشأ عن المشاكل في إعطاء الغاز الصحيح وإزالة المخلفات الغازية المعروفة مخاطر وفقدانات واضحة بالنسبة لتنظيمات الرعاية الصحية. تقع المسؤولية في بعض التنظيمات عن مثل هذه المواضيع على هندسة المرافق facilities engineering. وفي تنظيمات أخرى تقع المسؤولية جزئياً أو بالكامل عن الغازات الطبية

والتخلص من مخلفاتها على المهندس الإكلينيكي. إن الاختبار الابتدائي والروتيني للغازات الطبية وفعالية طرق التخلص منها هو مما يوصى به. إن اختبار طرق التخلص من الغاز التي تتبع أي عمل يتم القيام به على الأنظمة يمكن أن يساعد في الحد من المخاطر.

إذا اعترف المهندسون الإكلينيكيون بهذه المخاطر المهمة وتواصلوا مع مدير المخاطر لتحديد السياسات والإجراءات لتخفيض المخاطرة إلى الحد الأدنى في هذه المناطق فسينام مدير المخاطر أفضل في الليل وسيكون المرضى أكثر أماناً.

إن إدارة المخاطر مسؤولية كل موظف. فكل موظف يؤدي مهام إدارة مخاطر كل يوم بالرغم من أنهم قد لا يكونون مدركين غالباً لهذه الوظيفة المهمة وقد لا يتم إعطاؤهم حقهم لأجل مساهماتهم في سلامة المريض. ومن منظور الهندسة الإكلينيكية فإن تحديد المشاكل الكامنة أو الفعلية في الأجهزة والالتزام بالقوانين الناظمة والإفادة بالتقارير عن الحوادث والتحقيق فيها كله وظائف إدارة مخاطر.

المراجع

References

Agency for Health Care Research and Quality. Making Health Care Safer; A Critical Analysis of Patient Safety Practices. Evidence Report/Technology Assessment, No. 43. July 2001. http://www.ahrq.gov/clinic/ptsafety/

American College of Clinical Engineering. Enhancing Patient Safety; The Role of Clinical Engineering. White Paper. Plymouth Meeting, PA, American College of Clinical Engineering, 2001.

American College of Surgeons. Patient Safety Manual. ed 2, Bader & Associates, Inc. 1985.

American Society of Health Care Risk Management. Barton Certificate in Health Care Risk management Program. American Society for Health Care Risk Management of the American Hospital Association., 2003.

Campbell S. Exploring Ways to Reduce Errors. Biomed Instrum Technol 243-248, July/August 2001.

Carroll R (ed). Risk Management Handbook for Health Care Organizations. ed 4. Jossey Bass, 2003.

Dolan A. Risk Management and Medical Devices. Biomed Instrum Technol 33:331-333, 1999.

Epstein AL, Harding GH. Risk Management in Selected High-Risk Hospital Departments. In Kavaler F, Spiegel A (eds). Risk Management in Health Care Institutions. Boston, Jones Bartlett Publishers, p 325-363, 2003.

Gullikson ML. Risk Factors, Safety, and Management of Medical Equipment. In Bronzino JD (ed). The Biomedical Engineering Handbook. ed 2, Vol 2, Sec 17, Clinical Engineering, Subsec 169. CRC Press, LLC, 169-1–15, 2000.

Joint Commission on the Accreditation of Health Care Organizations. Hospital Environment of Care Standards. 2004. http://www.jcaho.org/accreditedorganizations/hospitals/standards/newstandards/ec_hap.pdf

Kavaler F and Spiegel AD. Risk Management in Health Care Institutions: A Strategic Approach. Ed 2., Jones and Barlett Publishers, 2003.

Kohn LT, Corrigan JM, Donaldson MS (eds). To Err is Human: Building a Safer Health System. Institute of Medicine, National Academy Press, 2000.

Maley RA, Epstein AL. High Technology in Health Care: Risk Management Perspectives. Chicago, American Hospital Publishing, Inc., 1993.

Ridgway M. Classifying Medical Devices According to their Maintenance Sensitivity: A Practical, Risk-Based Approach to PM Program Management. Biomedical Instrum Technol, p 167-176, May/June 2001.

Snow A. Integrating Risk Management into the Design and Development Process. MD & DL, p 99-113, March 2001.

NQF. The National Quality Forum. Consensus Report: Safe Practices for Better Health Care. 2003.

Treasury Board of Canada Secretariat. Best Practices in Risk Management: Private and Public Sectors Internationally. Part 2. April 27, 1999.

West JC. Occupational and Environmental Exposures for Health Care Facilities. In Carroll R (ed). Risk Management Handbook for Health Care Facilities. ed 3. American Society for Health Care Risk Management. Jossey-Bass, 2001.

معلومات أخرى

Further Information

فيما يلي قائمة بالتنظيمات الحكومية والمهنية التي تشتمل على مواضيع سلامة المريض ذات الأهمية للمهندسين الإكلينيكيين. هذه القائمة لا تشتمل على الجميع ولا الوجود في هذه القائمة يعني مصادقة على أكثر مما هو مذكور صراحة من قبل مؤلفي هذا الفصل.

١- وكالة أبحاث الرعاية الصحية والجودة (AHRQ): www.ahrq.gov/qual/errorsix.htm. هذا الموقع يوضح التزام الـ AHRQ بسلامة المريض من خلال روابط إلى إصدارات صحفية ووثائق وكلمات ومقولات واستماعات.

٢- جولات المرض والموت على الشبكة العنكبوتية Morbidity and Mortality Rounds on the Web: هذا المورد والمجلة عن سلامة المريض المؤسَّسة على الشبكة العنكبوتية تبرز شهرياً تحليل خبراء لخمس حالات من الأخطاء الطبية في مجالات الطب والجراحة/التخدير والنسائية –التوليد والأطفال ومجالات "أخرى". هذا الموقع يربط أيضاً إلى موديولات تعليم تفاعلي ومنتديات لمناقشات مباشرة وروابط لمصادر.

٣- الأكاديمية الأمريكية لجراحي العظام (AAOS): http://orthoinfo.aaos.org/. يتضمن الموقع معلومات عن حالات وعلاجات عظمية، والوقاية من التأذي، والعافية والتمارين سوية مع صفحات حقائق عن مواضيع جراحة سلامة المريض.

٤- الاتحاد الأمريكي للممرضين المخدرين (AANA): www.anesthesiapatientsafety.com.

يركز موقع سلامة المريض على المخدر الممرض ويتضمن مقالات ذات صلة بالتواصل مع المريض وتسكين الوعي ومواصفات قياسية (معايير) من أجل سلامة التخدير.

٥- اتحاد المستشفيات الأمريكي (AHA): http://www.aha.org/patientsafety/safe_home.asp. يتضمن معلومات عن مبادرات الاتحاد ويركز على سلامة المداواة وثقافة السلامة. تتضمن المصادر روابط لممارسات ناجحة ومعلومات عن تقارير وسلسلة إستراتيجيات من أجل القيادة في نسق PDF وروابط لتقارير رئيسية.

٦- الاتحاد الطبي الأمريكي (AMA): موقع NPSF الإلكتروني www.npsf.org. يتضمن معلومات عن سلامة المريض وتوجيهات الاتحاد.

٧- اتحاد الممرضات الأمريكيات (ANA). السلامة المهنية. www.ana.org/dlwh/osh. يركز بشكل خاص على الصحة المهنية بما في ذلك مقالات عن غزات الإبر وروابط إلى الـ OSHA ومنظمات مشابهة.

٨- مؤسسة سلامة المريض التخديرية (APSF): www.apsf.org. مُكرَّس لسلامة المريض ويوفر هذا الموقع مكتبة فيديو، ورسائل إخبارية، ومنح بحثية، وروابط لمواقع أخرى، وأسئلة وأجوبة، وبروتوكولاً للحوادث المؤسفة.

٩- الاتحاد من أجل تقدم التجهيزات الطبية (AAMI): www.aami.org. مكرس لزيادة فهم وسلامة وفعالية التجهيزات الطبية. يتضمن هذا الموقع مواصفات قياسية (معايير) للصناعة ومنتديات ورسائل إخبارية.

١٠- اتحاد إدارة مخاطر الرعاية الصحية (ASHRM): www.ashrm.org. مكرس لإدارة مخاطر الرعاية الصحية. هناك روابط لمواقع ذات صلة. منتديات. رسائل إخبارية.

١١- اتحاد ممرضات ما حول العملية المسجلات (AORN): www.patientsafetyfirst.org. معلومات للممرضات. يوفر قسم المريض في هذا الموقع مواد حول السلامة قبل وأثناء وبعد الجراحة.

١٢- اتحاد المهنيين في الحد من العدوى والوبائيات (APIC): www.apic.org/safety. يتضمن هذا الموقع معلومات حول دورات تدريبية حول سلامة المرض عنوانها سلامة المريض: أدوات لتنفيذ برنامج فعال، ومصدر نظرة عامة بعنوان خلفية سلامة المريض، وأداة عنوانها إستراتيجيات فعالة لتحسين سلامة المريض.

١٣- الجمعية الأمريكية للمخدرين (ASA): www.asahq.org. يرتبط هذا الموقع بمصادر محتملة عديدة في سلامة التخدير (بما في ذلك فيديوهات).

١٤- وزارة الدفاع (DOD): www.afip.org/PSC (PSC: مجموعة عمل سلامة المريض). يحتوي الموقع على معلومات عن مركز سلامة المريض في وزارة الدفاع، وهو يُعنى بتحديد الأخطاء النظامية في الجيش ويتضمن رسالة إخبارية عن سلامة المريض.

١٥- معهد أبحاث رعاية الطوارئ (ECRI): www.mdsr.ecri.org. (تقارير سلامة الأجهزة الطبية). يوفر ECRI مجالاً من الأدوات والمصادر ذات علاقة بسلامة المريض وجودة الرعاية الصحية وبالأخص التركيز على الأجهزة والتكنولوجيا.

١٦- إدارة الغذاء والدواء (FDA): www.fda.gov/cder/drug/MedErrors/default.htm. (مركز تقييم وأبحاث العقاقير) مشارَك مع أخطاء الأجهزة الطبية. توجيهات للإفادة بتقارير عن خطأ وتوجيهات فيديرالية (www.fda.gov/medwatch/).

١٧- معهد الطب (IOM): http://www.iom.edu/IOM/IOMHome.nsf/Pages/Quality. مبادرة تتضمن التقارير الحالية والسابقة ودراسات متعلقة بجودة الرعاية وسلامة المريض.

١٨- اللجنة المشتركة لاعتماد تنظيمات (منظمات) الرعاية الصحية (JCAHO): www.jcaho.org. معلومات بخصوص المواصفات القياسية (المعايير) وتطويرها، الحوادث المتحققة، ومواضيع تشريعية موجودة على هذا الموقع.

١٩- مجموعة ليبفروغ: www.leapfroggroup.org. يتضمن معلومات حول مقاربة مجموعة ليبفروغ وصفائح حقائق حول ثلاث مبادرات تضمن: إدخال وصفة (أوامر) الطبيب بالكمبيوتر، وإحالة المستشفى المبنية على البراهين، وتكوين كادر أطباء العناية المركزة.

٢٠- المنتدى القومي للجودة (NQF): www.qualityforum.org. يتضمن معلومات بخصوص المشاريع الجارية للمنتدى وتقارير في سلامة المريض وأيضاً روابط لتقارير مكتملة.

٢١- معهد سلامة المريض (PSI): www.ptsafety.org. يتضمن معلومات حول هذه المنظمة التي تكافح للعمل مع المستشفيات والمورّدين والمرضى للتقليل من الأخطاء الطبية من خلال استخدام التكنولوجيا وبناء العلاقات.

٢٢- شركة بريمير: http://www.premierinc.com/safety/ . يتضمن مصادر للمرضى وممتهني الرعاية الصحية. رسالة إخبارية إلكترونية "المشاركة بالسلامة" مؤرشفة على الموقع. يوفر مخزناً مباشراً لكثير من مصادر السلامة المجانية.

٢٣- مؤسسة إدارة المخاطر (RMF): www.rmf.harvard.edu./patientsafety. (مركز لسلامة المريض) يتضمن معلومات حول إدارة المخاطر وسلامة المريض ومصادر أخرى ذات صلة.

٢٤- معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات: www.ieeeusa.org. يتضمن مواصفات قياسية ويوفر منتدى لمهندسي الأجهزة الطبية.

٢٥- إدارة المحاربين القدماء (VA): www.patientsafety.gov. (المركز القومي لسلامة المريض) يتضمن مصادر في سلامة المريض ومعلومات حول ثقافة السلامة وتحليل الأسباب الأصلية (الجذرية) وملف للمصطلحات وغرفة مناقشة ومكتبة.

٥٧

نموذج الممارسات المثلى لسلامة المريض

Patient Safety Best Practices Model

Paul Vegoda
Manhasset, NY

Carl Abramson
Malvern Group
Malvern,PA

لقد أصبحت سلامة المريض كلمة السر لرعاية المريض في السنوات الأولى من القرن الواحد والعشرين. وهذه هي النتيجة من تقرير معهد الطب (IOM) الذي غالباً ما يستشهد به عن إصابات المرضى (Kohn et al., 2000). وطبقاً لتقرير آخر (AHRQ, 2001) فإن سبعمئة ألف مريض هم ضحايا الأخطاء الطبية سنوياً.

سلامة المريض لا تحدث هكذا فقط (لا تأتي من فراغ). إنها تتطلب تحليلاً نبيهاً وتخطيطاً وجهداً (انظر الفصل (٥٥)). تتطلب التحسينات إرادة لأن التحسينات التي تدوم ليست حادثاً عرضياً بل تتطلب جهداً (Berwick, 2003).

يعتمد كثير من منظمات الرعاية الصحية على تحليل الحوادث التي تتم الإفادة عنها بتقارير لتقرير ما سبَّب الحادث وكيف يُمنع ذاك النوع من الحادث من الحدوث ثانية (انظر الفصل (٦٤)). يُعتبر تصحيح المشاكل المفاد عنها بتقارير والتي حدثت على حساب المريض مقاربة مقبولة لإنقاص الحوادث. تفترض هذه المقاربة الاسترجاعية أن هناك أساساً صلباً لسلامة المريض في الموقع. كما تفترض أيضاً أنه ينشأ عن خطوات تصحيحية لجعل المكافئ لضبوطات اللحظة الأخيرة نظاماً أقرب ما يكون للكمال بيئة بمخاطر مقبولة.

إلا أن المقاربة الأفضل مع ذلك هي إتمام مراجعة استباقية (تستشف المستقبل) لعمليات بمشاكل كامنة ومن ثم تنفيذ عمليات معاد تصميمها لمنع حوادث قابلة للإفادة عنها بتقارير من الحدوث ثانية (Dolan, 2003).

الرصاصة الفضية
Silver Bullet

لقد كان التوكيد الأساسي في الرعاية الصحية هو تطبيق التكنولوجيا على مشكلة سلامة المريض. يعتقد المؤلفون أن التكنولوجيات مثل الترميز القضيبي (بار كود) bar coding والإدخال المحوسب لوصفة (لأوامر) الطبيب (CPOE) ومخازن البيانات الإكلينيكية أدوات ممتازة لدعم مبادرات سلامة المريض وأيضاً لتحسين جودة رعاية المريض، إلا أنها ليست الرصاصة الفضية التي سوف تزيل أخطاء المداواة التي تقود إلى حوادث العقاقير المؤسفة (ADEs).

يمكن أن تُعزى أسباب أخطاء المداواة إلى ما يلي (عشرة عناصر مفتاحية لسلامة المداواة، http://www.ismp.org):

- معلومات مرضى حرجة مفقودة.
- معلومات أدوية حرجة مفقودة.
- سوء الاتصال في وصفة (طلب) الدواء.
- مشكلة في الاسم أو اللصاقة أو التغليف.
- مشكلة في تخزين أو إعطاء الدواء.
- مشكلة في جهاز إعطاء الدواء.
- مشكلة بيئية أو في التوظيف أو جريان العمل.
- نقص في تعليم الكادر.
- نقص في تعليم المريض.
- نقص في مراقبة الجودة أو في أنظمة التحقق المستقلة.

وبالرغم من أنه يمكن إزالة سوء الاتصال في وصفة (طلب) دواء افتراضياً عن طريق الـ CPOE إلا أن أنظمة معلومات إكلينيكية متينة يجب أن تكون مكامَلَة بإحكام مع استخدام الـ CPOE لتقليل حدوث فقدان لمعلومات المريض والدواء الحرجة في تقرير علاج مناسب (Bates and Gawande, 2003).

يمكن تخفيف الأسباب الثلاثة الأولى لأخطاء المداواة المذكورة سابقاً باستخدام الـ CPOE والمعلومات الإكلينيكية المرافقة.

تقدم أتمتة إدخال الوصفات حلاً جزئياً فقط لتقليل أخطاء المداواة. إن أتمتة عملية مصممة بشكل سيئ يعقد المشكلة.

تحليل العملية

Process Analysis

يجب أن تُستبدَل بالمُسَلَّمة القائلة بأن التكنولوجيا لوحدها كافية لإزالة أخطاء المداواة الخطط التي تقضي بأن يُجرى تحليل للعمليات الموجودة وإعادة تعريف لجريان العمل قبل تطبيق تكنولوجيات جديدة.

إن تحليل العمليات الموجودة سوف يكشف إلى أي مدى تستطيع التكنولوجيا أن تدعم تخفيض أخطاء المداواة ويكشف الحاجة إلى علاج حرج في المناطق غير المتأثرة بالتكنولوجيا.

إن نمذجة العمليات الموجودة والمواصفات القياسية (المعايير) كليهما من أجل الممارسة الأفضل لتحديد عمليات محتملة عالية المخاطرة (عملية موجودة يمكن أن تسبب أذى لمريض) يسمح بتطوير عمليات جديدة لتحل محل العمليات عالية المخاطرة. وعند هذه النقطة تستطيع العمليات الجديدة أن تستغل أدوات التكنولوجيا المتاحة لدعمها.

وكما هو واضح من قائمة تقسيم الخطأ إلى فئات من المعهد لممارسات مداواة آمنة (ISMP) التي تم وصفها سابقاً فإن الأخطاء يمكن أن تتضمن مشاكل في الممارسة والمنتجات والإجراءات والأنظمة. إن العملية عبارة عن مجموع الممارسة والمنتجات والإجراءات والأنظمة التي تكمل غاية (مثل إعطاء جرعة دواء).

تتأثر سلامة المريض بكل من ميادين المستشفى التالية:

- تنويم المرضى.
- وحدة العناية المركزة.
- قسم الطوارئ.
- غرف العمليات.
- العيادات الخارجية.
- الخدمات المساندة.
- الإدارة.

في كل من هذه الميادين يقدم الأشخاص معلومات ويتخذون قرارات ويبادرون للقيام بعمليات إعطاء الدواء. يتضمن هؤلاء الأشخاص ما يلي:

- المرضى (يقدم التاريخ).
- الطبيب المشرف (يقرر المعالجات).
- الكادر الداخلي House staff (يراقب تقدم المريض).
- الممرضات (يعطين جرعات الدواء).

- الصيادلة (يتحققون من وصفة المداواة من أجل دواء مناسب).
- الفنيين المساندين (يسجلون نتائج الاختبار).

بإعطاء التفاعل البيني لعناصر كثيرة فإن العمليات التي تؤثر في النهاية على المداواة لمريض يجب نمذجتها وتحليلها بشكل نظامي من أجل مخاطر ممكنة. يجب أن يُعطى انتباه خاص للتغيرات في العمليات على مدى الميادين المختلفة.

إن المنهجية الموصوفة من قبل المؤلفين مبنية على تقنيات نمذجة العمليات التي تم تطويرها من أجل تقييمات قانون محاسبية ومحمولية الضمان الصحي Health Insurance Portability and Accountability Act (HIPAA) التي أعطت نتائج مهمة حول مشاكل عملية أبعد من مجال متطلبات الـ HIPAA بكثير (انظر الفصل (١٠٤)). هذه النتائج يتم مناقشتها فيما يلي.

المنهجية Methodology

إن المنهجية التي تم تطويرها مبنية على ثلاث مُسَلّمات أساسية :

- يجب أن تعرف المنظمة (التنظيم) كيف تجري عملياتها.
- يجب خفض التغيرية في العمليات.
- يجب تنفيذ عمليات قابلة للتكرار.

وفي حين أن هذه المسلّمات قد تبدو أساسية إلا أنه لا يتم ممارستها بالضرورة من قبل كثير من المنظمات. تخلق المنهجية نموذج خط قاعدي baseline model لعمليات موجودة في منظمة ما يمكن قياسها في مقابل نموذج الممارسات المثلى لسلامة المريض الذي تم تطويره من قبل المؤلفين.

لقد تم تطوير نموذج الممارسات المثلى لسلامة المريض بناء على أهداف سلامة المريض ومتطلبات الاعتماد من اللجنة المشتركة لاعتماد تنظيمات الرعاية الصحية (JCAHO)، وتوجيهات مجلس التنسيق القومي لخطأ المداواة National Coordinating Council for Medication Error (NCCMERP) والجمعية الأمريكية لصيادلة النظام الصحي American Society of Health System Pharmacists (ASHP) والـ ISMP وآخرين. لقد تم تجميع هذه التوجيهات والمتطلبات لتقدم نموذجاً للممارسات المثلى سوف يوفر الأساس لتقييم الممارسات الحالية.

إن نموذج الممارسات المثلى لسلامة المريض نموذج تطوري يتم تحديثه بمجرد نشر مواصفات قياسية (معايير) ومتطلبات جديدة. يمثل النموذج التفكير الأفضل للمحللين والأطباء والممرضات والصيادلة الذين يعملون مع المؤلفين.

خطوة البداية في المنهجية هي تجميع البيانات. وتجميع البيانات عملية متعددة الخطوات تشتمل على عمليتين فرعيتين بارزتين : المقابلات المباشرة مع الممرضات والصيادلة والأطباء، ومراقبة مجهولة المصدر للكادر بخصوص

سلامة المريض. المراقبة مجهولة المصدر للكادر حرجة (ذات أهمية) لنجاح تجميع البيانات عن سلامة المريض لأن بعض ثقافات الرعاية الصحية العقابية تميل إلى إعاقة الإفادة بتقارير عن أخطاء المداواة. وفي حين أن هذه الأخطاء التي لم تتم الإفادة عنها قد لا تقود بالضرورة إلى حادث مداواة مؤسف (ADE) في أي لحظة معينة، إلا أنها قد تكون مميتة إذا ما تُركت العملية التي قادت إلى الممارسة إياها من دون تغيير. ومن خبرة المؤلفين فإن بعض منظمات الرعاية الصحية التي تفيد تقاريرها عن معدلات منخفضة إلى حد كبير لخطأ المداواة يكون لديها معدل منخفض للإفادة بتقارير داخلية بسبب ثقافة تعاقب الصدق والأمانة وتعيق الإفادة بتقارير عن أخطاء إلى الإدارة.

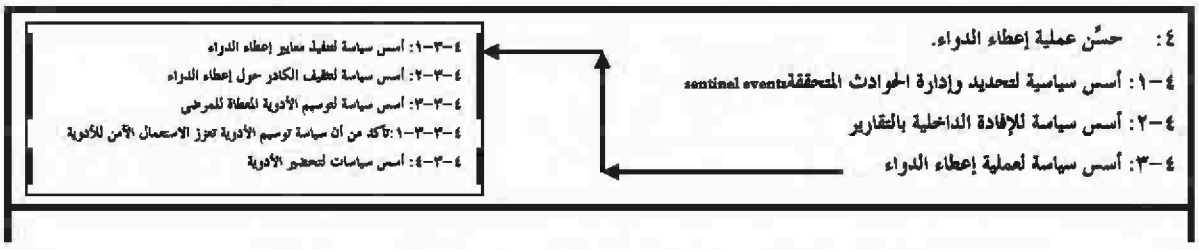
وبالتزامن مع البيانات المجمَّعة من قبل القائمين بالمقابلات فإن يتم بناء نماذج للعمليات الموصوفة من قبل من أُجريت معهم المقابلات باستخدام "مخطاط العملية" ProcessMapper© الذي هو عبارة عن نظام برمجي خاص لبناء نماذج. يوضح الشكلان رقما (٥٧,١ و ٥٧,٢) أمثلة عن تمثيل مخرجات مخطاط العملية في كلا النسقين النصي (الشكل رقم ٥٧,١) والتخطيطي (الشكل رقم ٥٧,٢) للعملية.

وبالتزامن مع تطوير نموذج العملية الحالية للمنظمة هناك مراجعة للسياسات والإجراءات الصيغ الحالية. هذه المراجعة ضرورية لتقرير ما إذا كانت السياسات الحالية تستوفي متطلبات الاعتماد والممارسة المثلى.

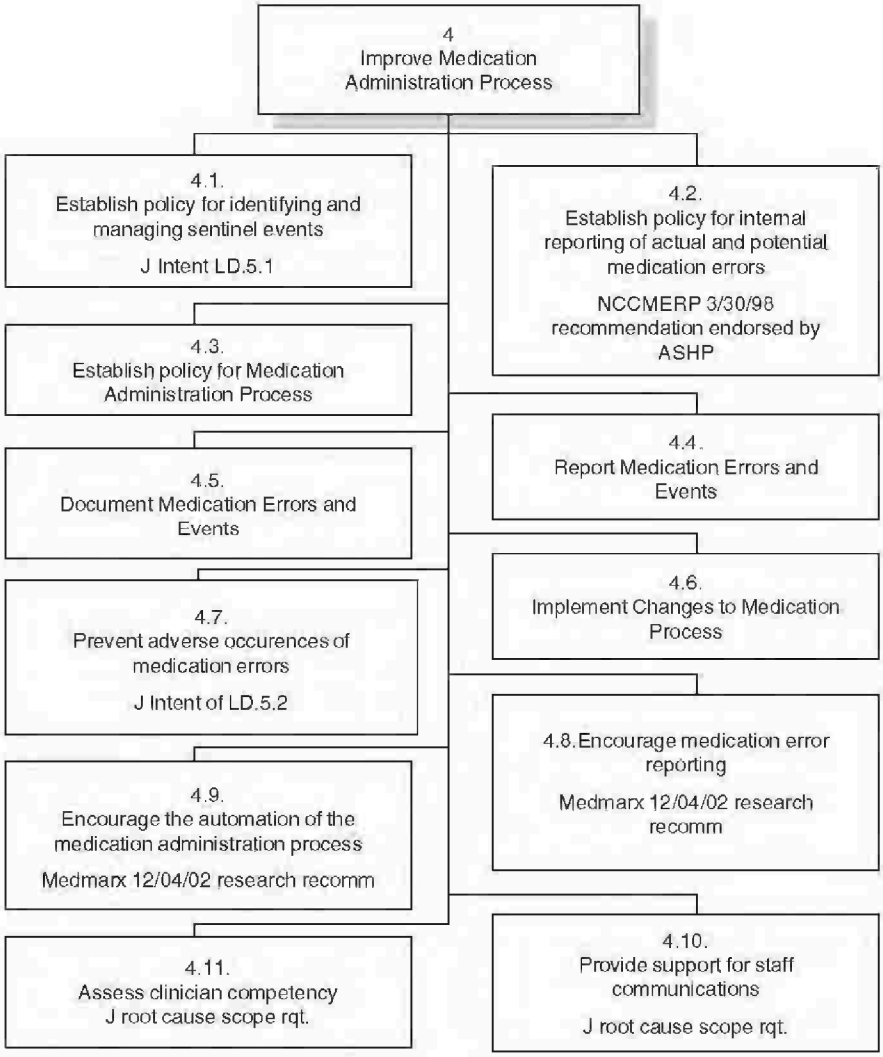
إذا كانت السياسات تستوفي المتطلبات فإن مراجعة كيفية تنفيذ العمليات ذو أهمية حرجة لأن تنفيذ العمليات قد يختلف عن متطلبات السياسة.

تتم دراسة محاضر لجنة سلامة المريض ومدوّنات تقارير الحوادث لتقرير أنواع الحوادث التي تمت الإفادة عنها بتقارير في السابق والعمليات التي تم تطويرها لمنع تكرارات حدوث الحادث. إن المراقبة مجهولة المصدر سوف تملأ الفجوات في محاضر لجنة سلامة المريض ومدوّنات تقارير الحوادث.

وبعد أن يتم تجميع البيانات وبناء نماذج العملية الحالية يتم إكمال تحليل الفجوات بين نموذج الممارسات المثلى لسلامة المريض ونموذج العملية الحالية. هذا التحليل يحدد المخاطر المحتملة من الاستمرار بالممارسة الحالية ويقدم سلسلة من التوصيات التي سوف تجعل العملية الحالية مطابقة للممارسات المثلى الموصى بها.



الشكل رقم (٥٧,١). عينة من نص نموذج الممارسات المثلى لسلامة المريض.



الشكل رقم (٥٧,٢). التمثيل التخطيطي لنموذج الممارسات المثلى لسلامة المريض.

يتم إعداد تقرير يعدّد الممارسات المثلى الموصى بها، والعمليات الحالية في الموقع، والمخاطر المترافقة مع العمليات الحالية إن وُجدت، وتوصيات من أجل المطابقة.

يمكن تلخيص المنهجية كما يلي:

- ابنِ نموذجاً للعمليات الحالية لإعطاء الدواء.
- راجع أي تغييرات في العملية تم تنفيذها بسبب حوادث سابقة.
- قارن نموذج العمليات الحالية مع نموذج الممارسات المثلى لسلامة المريض.
- قيِّم الفجوة بين العمليات الحالية والمعايير (المواصفات القياسية) الموصى بها.
- طوِّر خطة لردم الفجوة.

نتائج نمذجة العملية
Results of Process Modeling

لقد تم تطوير منهجية نمذجة العملية الموصوفة فيما سبق في الأصل لتوفير مقاربة ذات فعالية من ناحية التكاليف لتقييم تأثير القواعد الناظمة في قانون HIPAA على عمليات مقدمي الرعاية الصحية (Vegoda and Abramson, 2003). لقد تم بناء نماذج عمليات للقواعد الناظمة للخصوصية والأمن في الـ HIPAA (انظر الفصل ١٠٤). لقد سهّل استخدام نظام مخطاط العملية ©ProcessMapper تحديث نماذج القواعد الناظمة عندما تغيرت المتطلبات الأصلية.

لقد تم إجراء مقابلات مع أعضاء الكادر بحيث أمكن بناء نموذج للعمليات التي كانت سائدة في الموقع. وبعدما صادق أعضاء الكادر الذين تم إجراء المقابلات معهم على صحة النموذج تم تقييم النموذج في مقابل نماذج الخصوصية والأمن والفجوات ذات الصلة بالـ HIPAA وتم تقرير وتوثيق المطابقة. تم تطوير توصيات المطابقة بناء على الفجوات. اقترحت هذه التوصيات تغييرات في العمليات الحالية أو تنفيذ العمليات الجديدة المطلوبة للمطابقة مع القواعد الناظمة.

تم بناء نماذج السياسة بناء على متطلبات الـ HIPAA لأن المطابقة مع الـ HIPAA تتطلب توثيق كل عملية مع السياسات والإجراءات. تمت مقارنة السياسات الحالية مع النماذج لتقرير فجوات السياسة. تمت التوصية بتعديلات على السياسات الموجودة وتنفيذ سياسات جديدة كنتيجة لهذه المقارنة.

وبالتزامن مع تطوير نماذج العمليات وفّر مخطاط العملية ©ProcessMapper ما يحتاجه توثيق المراقبات والتوصيات.

لقد نتج من منهجية نمذجة العملية عدد كبير من المراقبات والتوصيات غير ذات الصلة بالـ HIPAA. وفي عدد من الحالات لم يكن لدى الإدارة أي فكرة عن العمليات التي كان يتبعها الكادر حتى راجعت نماذج العمليات.

القنابل الموقوتة
Time Bombs

نذكر هنا بعض الأمثلة عن المشاكل التي كانت غير مكتشفة أثناء تجميع بيانات العمليات الاستباقي من أجل بناء نموذج العملية.

حضّر صيدلي عربات أدوية التوزيع الصباحي في المساء قبل مغادرة المستشفى. في الصباح أضاف الصيدلي إلى العربة أي طلبات أتت خلال الليل. سلّم الصيدلي العربات إلى وحدات التمريض في الوقت المحدد (الثامنة صباحاً). وكجزء من المقابلة لبناء النموذج سُئل الصيدلي عمّا إذا تم التحقق من التفاعلات البينية للأدوية drug-drug

interaction أو الحساسيات ضد الأدوية بالنسبة للطلبات التي أتت أثناء الليل. وكان الجواب أنه لم يكن هناك وقت للقيام بهذه التحققات إذا كان للعربات أن تصل في الوقت المناسب. ويمكن إتمام التحققات بعد إعطاء الأدوية.

أوضحت مراجعة لسياسات المستشفى أنه كان هناك متطلب من الصيدلية بإتمام التحقق من التفاعلات البينية للأدوية drug-drug interaction والحساسيات ضد الأدوية قبل توزيع أي دواء. وبالرغم من أن متطلب السياسة كان في مكانه إلا أن العملية التي تم أداؤها من قبل الصيدلي لم تكن هي العملية التي اعتقدت الإدارة أنها قيد الاستعمال. إن استخدام نمذجة العملية الاستباقي كشف هذه العملية عالية المخاطرة.

مثال آخر عن كيف أن نمذجة العملية تستطيع أن تكشف عن عمليات كامنة عالية المخاطرة له علاقة بنمذجة ممارسة التمريض. طبّق كثير من المستشفيات ورديات تمريض ١٢ ساعة لثلاثة أيام. أثناء عملية النمذجة تبين أن الممرضات يعملن ثلاث ورديات ١٢ ساعة بينما عمل مشرفو التمريض خمس ورديات كل منها ثماني ساعات في المستشفى الجاري تقييمه بحيث كان هناك استمرارية للإشراف على مدى أسبوع العمل.

كنتيجة لاختلاف ساعات الورديات صار مشرفَان مختلفَان يشرفان على ممرضة واحدة أثناء وردية التمريض. قاد بناء نموذج العملية إلى اكتشاف أن مشرفي وردية مختلفين تطلّب عمليات مختلفة لممارسة معطاة. تسبب هذا بالإرباك بين كادر التمريض وتغيرية كبيرة في الممارسة. اتبع مشرف سياسات وإجراءات مستشفى معتمدة بينما أسس الآخر عمليات لم تكن معروفة للإدارة الإكلينيكية للمستشفى.

وبالرغم من أن كلا العمليتين المنمذجتين قد ينجز المُخرج المطلوب إلا أن المخاطرة تكمن في التغيرية المتطلبة من قبل مشرفي التمريض.

توضح هذه الأمثلة أنه يمكن للتحليل الاستباقي للعمليات أن يكشف عن خصائص مخفية لعملية إعطاء الدواء قد تؤذي المرضى. إن تحليلاً استباقياً لعملية إعطاء الدواء يقارن العمليات الفعلية مع متطلبات الاعتماد ومع توصيات الممارسة المثلى يستطيع أيضاً أن يذهب طريقاً طويلاً باتجاه تحديد فجوات العملية التي يمكن أن تسبب أذية.

المراجع

References

Agency for Health Care Research and Quality (AHRQ). Reducing and Preventing Adverse Drug Events to Decrease Hospital Costs. AHRQ, March 2001.

Bates MD, Gawande MD. Improving Safety with Information Technology. NEJM 348:2526-2534, 2003.

Berwick MD. Errors Today and Errors Tomorrow. NEJM 348:2570-2572, 2003.

ISMP Classification System. Ten Key Elements of Medication Safety. http://www.ismp.org.

Kohn LT, Corrigan JM, Donaldson MS. Err is Human: Building a Safer Health System. National Academy Press, Washington, DC, 2000.

Vegoda P, Abramson C. An Integrated Business Approach to Process Improvement and HIPAA Compliance. JHIM 17:59-62, 2003.

٥٨

برامج سلامة المستشفى
Hospital Safety Programs

Matthew F. Baretich
President, Baretich Engineering, Inc.
Fort Collins, Co

لقد كانت السلامة والفعالية ولزمن طويل كلمات مراقبة watchwords بالنسبة للمهندسين الإكلينيكيين. ينبغي للأجهزة الطبية أن تقوم بما يريد منها ممارس الرعاية الصحية أن تقوم به (الفعالية) وألا تقوم بما لا يريد منها الممارس أن تقوم به (السلامة). هذان هما وجها عملة الهندسة الإكلينيكية. ينظر هذا الفصل إلى وجه السلامة من العملة. إلا أنه لا يركز مباشرة على سلامة الجهاز الطبي، فهذه المواضيع يتم الانكباب عليها كلياً في مقالات أخرى في هذا المرجع. وبدلاً من ذلك يصف هذا الفصل السياق الأوسع لبرامج السلامة على مدى المستشفى. يجب أن تتم مكاملة مفاهيم ممارسة الهندسة الإكلينيكية ذات الصلة بالسلامة في برامج السلامة على اتساع المستشفى هذه لتكون أكثر فعالية.

معايير بيئة الرعاية من JCAHO
JCAHO Environment of Care Standards

يتضمن كتيب الاعتماد الشامل للمستشفيات (CAMH) الذي نشرته اللجنة المشتركة لاعتماد منظمات الرعاية الصحية (JCAHO) فصلاً بعنوان "إدارة بيئة الرعاية". تطلب المعايير (المواصفات القياسية) التي يتضمنها هذا الفصل من المستشفيات أن تطوّر مخططات إدارة في سبعة مجالات:

- إدارة السلامة (المواصفة القياسية EC.1.1).
- إدارة الأمن (المواصفة القياسية EC.1.2).
- إدارة المواد الخطرة والنفايات (المواصفة القياسية EC.1.3).
- إدارة الطوارئ (الإسعاف) (المواصفة القياسية EC.1.4).

- إدارة سلامة الحياة (المواصفة القياسية EC.1.5).
- إدارة الأجهزة الطبية (المواصفة القياسية EC.1.6).
- إدارة أنظمة المرافق العامة (المواصفة القياسية EC.1.7).

إن لكل من المعايير المذكورة معايير مرافقة توفر تفاصيل بخصوص تنفيذ خطط الإدارة. فمثلاً تطلب المواصفة القياسية EC.1.6 من المستشفيات أن تطوّر خطة لإدارة الأجهزة الطبية. تطلب المواصفة القياسية EC.1.6 من المستشفيات أن تنفذ خطة إدارة الأجهزة الطبية. تتطلب المواصفة القياسية EC.2.10.3 أن يتم صيانة واختبار وفحص الأجهزة الطبية المستخدمة في المستشفيات. ويوضح الجدول رقم (٥٨,١) العلاقات بين معايير (المواصفات القياسية لـ) بيئة الرعاية من JCAHO.

ثلاثة مكوّنات لمعايير (للمواصفات القياسية لـ) بيئة الرعاية من JCAHO موضحة أيضاً في الجدول رقم (٥٨,١):

- توجيه وتثقيف (المواصفة القياسية EC.2.8).
- اعتبارات بيئية أخرى (المواصفات القياسية EC.3.1 إلى EC.3.4).
- قياس نتائج التنفيذ (المواصفات القياسية EC.4.1 إلى EC.4.3).

الجدول رقم (٥٨,١). المعايير (المواصفات القياسية) لبيئة الرعاية من JCAHO.

	مقدمة (غير محسوبة)	السلامة	الأمن	المواد الخطرة والنفايات	إدارة الطوارئ	الوقاية من الحرائق	الأجهزة الطبية	أنظمة المرافق العامة	توجيه وتثقيف
التخطيط	EC.1	EC.1.1 EC.1.1.1 EC.1.1.2	EC.1.2	EC.1.3	EC.1.4	EC.1.5 EC.1.5.1	EC.1.6	EC.1.7 EC.1.7.1	
التنفيذ (عام)	EC.2	EC.2.1	EC.2.2	EC.2.3	EC.2.4	EC.2.5	EC.2.6	EC.2.7	EC.2.8
التنفيذ (تدريبات)	EC.2.9				EC.2.9.1	EC.2.9.2			
التنفيذ (صيانة)	EC.2.10	EC.2.10.1				EC.2.10.2	EC.2.10.3	EC.2.10.4 EC.2.10.4.1	
	مقدمة (غير محسوبة)	تطبيق							
اعتبارات بيئية أخرى	EC.3	EC.3.1 EC.3.2 EC.3.2.1 EC.3.3 EC.3.4							
قياس نتائج التنفيذ	EC.4	EC.4.1 EC.4.2 EC.4.3							

لجنة السلامة The Safety Committee

يتضمن كل معيار من معايير بيئة الرعاية من JCAHO مجموعة مقولات (بيانات) مقاصد تصف المفاهيم الحرجة للمعيار (المواصفة القياسية). فمثلاً تطلب المواصفة القياسية EC.1.1 من المستشفيات تأسيس خطة لإدارة السلامة تتضمن مكوّنات معينة مذكورة في مقولات المقاصد. إحدى مقولات المقاصد في المواصفة القياسية EC.1.1 تتطلب من خطة إدارة سلامة مستشفى أن تحدد عمليات لفحص مواضيع السلامة من قبل ممثلي مستشفى مناسبين. تتضمن المواصفة القياسية EC.4.2 تفاصيل بخصوص دور هذه المجموعة التي كان يُشار إليها تقليدياً كمجموعة السلامة ولكنها غالباً ما تُسمى الآن بلجنة بيئة الرعاية.

تشير الـ JCAHO إلى لجنة السلامة على أنها فريق تحسين متعدد التخصصات. تتضمن أنشطة لجنة السلامة، كما هو موصوف في المواصفة القياسية EC.4.2، ما يلي:

- تحليل مواضيع السلامة في حينها
- تطوير واعتماد توصيات
- إيصال مواضيع السلامة إلى قادة المستشفى وإلى الأشخاص المسؤولين عن أنشطة تحسين الأداء، وعندما يكون ذلك مناسباً، إلى مكوّنات ذات علاقة في برنامج سلامة المريض على مدى المستشفى.
- إيصال توصيات من أجل واحد أو أكثر من أنشطة تحسين الأداء إلى قادة المستشفى مرة واحدة في السنة على الأقل.

نموذجياً، فإن قسم الهندسة الإكلينيكية في مستشفى يكون ممثّلاً في لجنة السلامة. من المناسب، ولكنه أقل شيوعاً، بالنسبة لممثل الهندسة الإكلينيكية أن يخدم كرئيس للجنة.

تخدم لجنة السلامة كمنتدى لتقارير من سبع بيئات لمناطق الرعاية. فمثلاً سوف تتلقى لجنة السلامة تقارير كما هو محدد في خطة إدارة الأجهزة الطبية للمستشفى تتضمن بيانات مراقبة الأداء وتقارير التحقيق في الحوادث. إن الخدمة كمنتدى تقارير هو دور مهم للجنة السلامة. إلا أن القيمة الكبرى للجنة السلامة موجودة في مقدرتها على إخضاع هذه التقارير إلى تحليل متعدد الاختصاصات. إن التحليل الحذر لمجال من المتوقّعات سوف ينتج اتصالات وتوصيات وأنشطة تحسين أداء يمكن أن تعزز السلامة على مدى المستشفى.

ضابط (مسؤول) السلامة The Safety Officer

تتطلب المواصفة القياسية EC.1.1 من الـ JCAHO من خطة إدارة سلامة مستشفى أن تعيّن "شخصاً أو أشخاصاً مؤهلين للإشراف على تطوير وتنفيذ ومراقبة إدارة السلامة". وللقيام بهذه المسؤوليات فإن معظم المستشفيات تقوم شكلياً بتعيين شخص ليخدم كضابط (كمسؤول) سلامة. تُلزم المواصفة القياسية EC.1.1 أيضاً

"شخصاً (أشخاصاً) بالتدخل متى ما فرضت الظروف تهديداً مباشراً على حياة أو صحة أو هددت بتضرر أجهزة أو أبنية". هذه السلطة تُمنح نموذجياً لعضو واحد على الأقل من كادر المستشفى بما فيهم ضابط السلامة.

وفي كثير من المستشفيات يخدم ضابط السلامة كرئيس للجنة السلامة. إلا أنه من الشائع أيضاً فصل هذه الوظائف بحيث إن ضابط السلامة يخدم كعضو في لجنة السلامة ولكن ليس كرئيس. قد يُعطى ضابط السلامة في المنظمات الأصغر مسؤولية ليس فقط عن خطة إدارة السلامة وإنما أيضاً خطط إدارة بيئة أخرى مثل تلك التي لإدارة سلامة الحياة ولإدارة المواد الخطرة ولإدارة النفايات. وفي عدد صغير نسبياً من المستشفيات يخدم المهندسون الإكلينيكيون كضباط سلامة. وهذا يمثل فرصة مناسبة لتطوير مهني للمهندسين الإكلينيكيين المتمركزين في المستشفى.

وجه آخر من وجوه دور ضابط السلامة هو تجميع والإفادة بتقارير عن معلومات بخصوص بيئة الرعاية للمستشفى. تتضمن المواصفة القياسية EC.4.1 قراءات تفصيلية بخصوص هذه الأنشطة. من المهم أن تتم ملاحظة أن الـ JCAHO من ضابط السلامة أن يراجع المعلومات من جميع مناطق بيئة الرعاية. فمثلاً تنص المواصفة القياسية على أن ضابط السلامة "يراجع ملخصات النواقص والمشاكل والأعطال وأخطاء المستخدمين ذات الصلة .... بإدارة الأجهزة الطبية". وهكذا فإن ضابط السلامة في وضع يسمح له بتنسيق المعلومات عبر كامل مجال مواضيع بيئة الرعاية من JCAHO.

خطط إدارة بيئة الرعاية Environment of Care Management Plans

تخدم خطط الإدارة كملخصات تنفيذية عن كبفية استيفاء مستشفى لمقاصد المقولات لكل معيار بيئة رعاية. ينبغي لكل خطة إدارة أن تتضمن مقولة عن الأهداف. وحالما يعرِّف مستشفى ما الأهداف لخطة إدارة معينة فإن من المهم أن تكون متوافقة مع الأهداف التي تضمنها الـ JCAHO في معاييرها لبيئة الرعاية (انظر سؤال الربط أو الفصل بعلامة الترقيم –). فمثلاً تنص المواصفة القياسية EC.1.6 على أنه ينبغي لخطة إدارة الأجهزة الطبية أن "تعزز الاستخدام الآمن والفعال للأجهزة". وهكذا فإن خطة إدارة الأجهزة الطبية ليست وصفاً لكيفية قيام قسم الهندسة الإكلينيكية بعمله وإنما هي وصف لكيفية استيفاء المستشفى لمقولات المقاصد في المواصفة القياسية EC.4.1.

وللاستمرار بهذا المثال فإن المواصفة القياسية تتطلب من خطة الإدارة أن تؤسس إجراءات طوارئ بخصوص "متى وكيف يتم إجراء مداخلات إكلينيكية طارئة عندما يتعطل جهاز طبي". وهذا عموماً مسؤولية مخصصة لمكوّنات رعاية المريض في المنظمة كخدمات التمريض أكثر منها للهندسة الإكلينيكية. ومع ذلك ينبغي أن تكون هذه المسؤولية جزءاً من خطة إدارة الأجهزة الطبية وأن تُعتبَر كمكوّن لبرنامج بيئة الرعاية للمستشفى.

ينبغي لكل خطة إدارة أن تتضمن أيضاً مقولة عن مجال الخطة. وعموماً ينبغي أن يغطي مجال برنامج بيئة الرعاية للمستشفى جميع المرافق التب يتلقى فيها مرضى المستشفى رعاية وجميع المرافق التي يعمل فيها موظفو

المستشفى. ويمكن لمقولات المجال لخطط إدارة خاصة أن تُبنى على هذا التعريف الأساسي. فمثلاً مقولة المجال لخطة إدارة الأجهزة الطبية في المستشفى قد تحدد الأمكنة التي يتم فيها استخدام الأجهزة الطبية (مثل المستشفى الرئيسي، عيادات خارج الموقع، رعاية منزلية) أو تحدد فئات الأجهزة الطبية التي يديرها المستشفى بطرق مختلفة (مثل: تدار صيانة أجهزة التصوير من قبل قسم الأشعة والأجهزة الطبية العامة من قبل الهندسة الإكلينيكية). وبالرغم من أن مقولة المجال تُكتَب من أجل خطط إدارة خاصة إلا أنها يجب أن تغطي كامل مجال المسؤوليات للمستشفى وليس فقط تلك لقسم معين.

اتباعاً لمقولات الأهداف والمجال فإنه ينبغي لكل خطة إدارة بيئة رعاية أن تنكب على مقولات المقاصد في المواصفات القياسية ذات الصلة. من المفيد تضمين مقولات المقاصد الفعلية وإتباعها بوصف مختصر للطرق التي يستوفي بها المستشفى هذه المقاصد. صِف من وماذا بخصوص مقولة المقاصد في جُمل قليلة. ينبغي إتباع هذا الوصف بمراجع لسياسات تفصيلية وإجراءات وتوثيق يمكن للقارئ متابعتها من أجل معلومات إضافية.

ينبغي للمستشفى بمجرد تطويره خططه لإدارة بيئة الرعاية أن يفحص بعناية كل نشاط (فعالية) بخصوص اكتماله. أولاً: هل يستوفي النشاط بالكامل مقاصد المواصفة القياسية؟ ثانياً: هل يساهم النشاط في التوصل إلى الأهداف المنصوص عنها في خطة الإدارة؟ ثالثاً: هل ينكب النشاط على كامل مجال خطة الإدارة؟ تُعتبر خطة الإدارة مكتملة فقط عندما يمكن الإجابة على هذه الأسئلة جميعها بنعم.

إدارة تحسين الأداء:

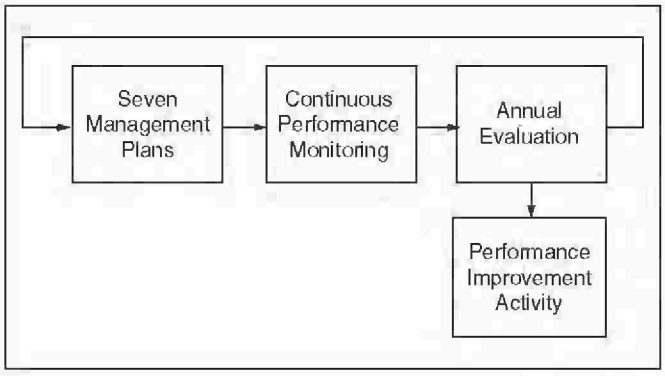
إن تحسين الأداء مفهوم أساسي تعتمد عليه جميع المواصفات القياسية (المعايير) من الـ JCAHO. وهو عملية مستمرة لمراقبة وتقييم الأداء لتحديد والتحقق من فرص التحسين (JCAHO, 2001). يوضح الشكل رقم (٥٨.١) دورة تحسين الأداء لمعايير بيئة الرعاية.

مطلوب من كل خطة إدارة بيئة رعاية أن تؤسس عملية للمراقبة المستمرة للأداء. ونموذجياً سوف تحدد كل خطة إدارة عدداً صغيراً من "مراقبات الأداء" التي تقيس أوجهاً حرجة للأداء تحت الخطة. فمثلاً قد تحدد خطة إدارة الأجهزة الطبية مراقبات دورية للنسبة المئوية لإجراءات الصيانة المُجَدوَلة المكتملة على الجدول (انظر الفصل ٥٠). من المهم عند تحديد مراقب أداء أن يتم تحديد كيفية حسابه (مثل: تعريفات رياضية لصورة (بسط) ومخرج (مقام) كسر، لكم من المرات يُحسب (شهرياً مثلاً)، كيف تتم الإفادة عنه (ربع سنوياً مثلاً للجنة السلامة) وفيما إذا قد تم تقرير قيمة مستهدفة (مثل ٩٥٪ بناء على معايير إعطاء العلامة من JCAHO للمواصفة القياسية EC.2.10.3).

مطلوب من كل خطة إدارة بيئة رعاية أن تصف "كيف سوف يحدث التقييم السنوي لـ ... ولأهداف البرنامج ومجاله وللأداء والفعالية". من المهم عند وصف عملية التقييم السنوي أن يتم تعريف من يقوم بالتقويم (مثل قوة

مهمات خاصة task force من لجنة السلامة)، وما العملية التي يتم اتباعها (مثل مراجعة بيانات مراقبة الأداء للأشهر الـ (١٢) السابقة)، وكيف تتم الإفادة عن النتائج (مثل من خلال لجنة السلامة إلى الإدارة العليا). تنكب المواصفة القياسية EC.4.2 على متطلبات الإفادة بالتقارير.

يمكن استخدام نتائج التقييم السنوي لتعديل خطط إدارة بيئة الرعاية. فمثلاً إذا كان هناك نشاط معيّن لا يتوجه بشكل مناسب إلى كامل المجال الذي يتم تطبيقه عليه فيمكن توسيع النشاط ليغطي كامل المجال كما هو معرَّف من أجل خطة الإدارة. يمكن استخدام النتائج أيضاً لتعديل مراقبات الأداء المحددة في خطط الإدارة. فعلى سبيل المثال قد تقترح مراجعة بيانات إدارة الأجهزة الطبية أن هناك حاجة لمراقبة معدل الأعطال لنوع معين من الأجهزة الطبية.



الشكل رقم (٥٨,١). دورة تحسين الأداء لمعايير بيئة الرعاية

مكوّنات برامج سلامة المستشفى
Components of Hospital Safety Programs

تربط دورة تحسين الأداء لجنة السلامة وضابط السلامة ومديري خطط إدارة بيئة الرعاية السبعة في إطار لتنسيق الأنشطة المنفصلة الكثيرة التي تكوّن برنامج سلامة على مدى المستشفى. وفيما يلي يتم وصف المكوّنات الأساسية لبرنامج السلامة.

إدارة السلامة Safety Management

واحد من الأنشطة الأكثر اتساعاً في الاعتراف بها تحت برنامج إدارة السلامة هو أداء جولات مراقبة الأخطار بانتظام (المواصفة القياسية EC.2.10.1). وبالرغم من أنه يمكن أن يقوم بهذه الجولات شخص أو اثنان (مثل ضابط السلامة ومدير الوحدة الجاري مراقبتها) إلا أنه أكثر فعالية أن يتم توسيع أهداف العملية وضم موظفين آخرين في

فريق صغير لمراقبة الأخطار. يمكن أيضاً سحب مشاركين آخرين من أقسام الحد من العدوى والخدمات البيئية (تدبير المنزل) وهندسة المرافق والهندسة الإكلينيكية. فبالرغم من أن هؤلاء المشاركين الإضافيين قد يركزون بشكل أساسي على مناطق مسؤوليتهم إلا أنهم أيضاً يمكن أن يقدموا منظورات تكميلية لأعضاء الفريق الآخرين.

تطلب JCAHO أيضاً من المستشفيات أن تؤسس برامج سلامة للعاملين (المواصفة القياسية EC.1.1.1). ونموذجياً فإن هذه البرامج مبنية على القواعد الناظمة للسلامة المهنية والإدارة الصحية (OSHA) وقواعد ناظمة حكومية أخرى ذات صلة. إن الحماية من المواد الخطرة موضوع مشهور لجميع العاملين في الرعاية الصحية (المواصفة القياسية EC.1.3). إن الحماية من المُمرِضات المنقولة بالدم (مثل فيروس التهاب الكبد نوع (ب)) والمنقولة بالهواء (مثل جراثيم السل) ذات أهمية خاصة للإكلينيكيين. هناك متطلبات أخرى مثل برامج "الإيقاف- الفصل" lockout-tagout قابلة للتطبيق على العاملين في الهندسة الإكلينيكية وهندسة المرافق.

إدارة الطوارئ Emergency Management

وسَّعت JCAHO مجال مواصفاتها القياسية لإدارة الطوارئ حديثاً ليتضمن أربعة أطوار من الأنشطة: التخفيف والاستعداد والاستجابة والتعافي (المواصفة القياسية EC.1.4). إن انخراط المهندسين الإكلينيكيين ذو قيمة في جميع الأطوار وبالأخص بالنسبة لدور التكنولوجيا الطبية والتكنولوجيات الأخرى في إدارة حالات طارئة.

إدارة سلامة الحياة Life Safety Management

تتطلب JCAHO وغالبية السلطات القانونية للسلامة من الحريق من المستشفيات أن تكون مطابقة لكود سلامة الحياة NFPA 101 من الاتحاد الوطني للحماية من الحريق (NFPA) المنشور سنة ١٩٩٧م. تقدم هذه المواصفة القياسية مواصفات مفصلة لتصميم وبناء وتشغيل الأبنية لحماية شاغليها من النيران. طوّرت JCAHO وثيقة نص شروط (SOC) يجب على المستشفيات أن تستخدمها للتحقق من المطابقة مع كود سلامة الحياة (المواصفة القياسية EC.1.5.1). يجب على المستشفى عندما يتم تحديد نواقص أن توثق كل نقص وتحدد خطة لنشاط تصحيحي في الجزء الرابع من SOC المشار إليه كخطة للتحسين، وإذا كان ذلك مناسباً تنفيذ إجراءات مؤقتة لسلامة الحياة (المواصفة القياسية EC.1.5) لتخفيف النواقص.

يُطلب من المستشفيات أيضاً أن تجري وتقيّم تمارين إطفاء في فترات منتظمة (المواصفة القياسية EC.2.9.2) وأن تمنع التدخين في مباني المستشفى فيما عدا تحت ظروف مراقَبة بصرامة (المواصفة القياسية EC.1.1.2).

إدارة الأجهزة الطبية وأنظمة المرافق Medical Equipment and Utility Systems Management

هناك في المواصفات القياسية من JCAHO كثير من المتوازيات بين برنامج إدارة الأجهزة الطبية (المواصفة القياسية EC.16) وبرنامج إدارة أنظمة المرافق (المواصفة القياسية EC.1.7). في كلا الحالتين يتم تحديد أنظمة وأجهزة

حرجة لتضمينها في برنامج لفحص واختبار وصيانة مجدولين. يساهم برنامج مصمم جيداً في سلامة كما في فعالية رعاية المريض.

استمرت JCAHO في توسيع مجال إدارة أنظمة المرافق ليتضمن الحد من العدوى (المواصفة القياسية EC.1.6) وبالأخص من أجل المُمرِضات المنقولة بالماء (مثل الجراثيم الفيلقية (legionella)) والمنقولة بالهواء (مثل جراثيم السل). لقد أصبح الحد من العدوى أيضاً موضوعاً شهيراً في تصميم وإنشاء المرافق (المواصفة القياسية EC.3.2.1) وذلك بنشر طبعة عام ٢٠٠١م من "توجيهات لتصميم وبناء المستشفيات ومرافق الرعاية الصحية" Guidelines for Design and Construction of Hospital and Health Care Facilities الصادر عن المعهد الأمريكي للمهندسين المعماريين (AIA). لقد عززت هذه المتطلبات المتعلقة بالحد من العدوى تعاوناً أكبر بين مهنيي الحد من العدوى من ناحية والمهندسين الإكلينيكيين ومهندسي المرافق من ناحية أخرى.

سلامة المريض Patient Safety

نشر معهد الطب في عام ٢٠٠٠م تقريراً بعنوان "الخطأ إنساني: بناء نظام صحي أكثر أماناً" (Kohn, 2000). لقد خمّن هذا التقرير المَعلَم أن الأخطاء الطبية تتسبب في (٤٤٠٠٠) إلى (٩٨٠٠٠) ميتة سنوياً في المستشفيات في الولايات المتحدة. وبالرغم من أن هنا بعض الجدل بخصوص العدد الحقيقي للميتات المسببة بأخطاء طبية إلا أن هناك توافقاً قوياً بأن سلامة المريض يمكن وينبغي أن يتم تحسينها. هناك أيضاً اتفاق عام بأن التحسينات في سلامة المريض سوف لن تأتي من لوم مقدمي الرعاية الصحية وحضّهم على العمل بشكل أفضل. وبدلاً من ذلك تحتاج المستشفيات لأن تحسّن الأنظمة التي يتم تقديم رعاية المريض فيها.

في القلب من مقاربة أنظمة ما لسلامة المريض يقع التنسيق بين جميع مكوّنات الأنظمة (المريض، مقدمي رعاية المريض، موظفي الدعم والمساندة، التكنولوجيات الطبية (مثل: الأجهزة، العقاقير، والإجراءات الطبية والجراحية)، والبيئة التي يتم تقديم رعاية المريض فيها) (انظر الفصل ٥٩). تتضمن مقاربة الأنظمة تحليلاً استباقياً لتوقع الطرق التي يمكن فيها أن يفشل. كما تتضمن أيضاً تحليل أسباب الأعطال الفعلية. إن الهدف من النشاطين هو تحسين الأنظمة لجعل الأعطال المستقبلية أقل احتمالاً.

قامت JCAHO في تموز (يوليو) من عام ٢٠٠١م بمراجعة معاييرها لاعتماد المستشفيات بشكل واسع لتتوجه بشكل مباشر إلى سلامة المريض. تمت المراجعة الأساسية في فصل القيادة الذي يلزم الآن بأن "على القادة ضمان تنفيذ برنامج متكامل لسلامة المريض على مدى كامل المنظمة" (المواصفة القياسية LD.5). وبناء على متطلبات سابقة للقيام بتحليلات ارتجاعية للأسباب الأصلية للحوادث المتحققة (المواصفة القياسية PI.4.3) تتطلب الـ JCAHO الآن من المستشفيات أن يقوموا بتحليلات

استباقية لتحديد المخاطر المحتملة لسلامة المريض (المواصفة القياسية LD.5.2). هذه المقاربة لتقييم المخاطر مبنية بشكل واضح على مبادئ هندسة الأنظمة.

تضمنت مراجعة إضافية لمعايير JCAHO في كانون الثاني (يناير) من عام ٢٠٠٢م مكاملة أنشطة بيئة الرعاية في برنامج سلامة المريض على مدى المستشفى. تنيط المواصفة القياسية EC.4.1 مسؤولية المكاملة بضابط السلامة. تهتم المواصفتان القياسيتان EC.4.2 و EC.4.3 بسريان المعلومات من برنامج بيئة الرعاية إلى برنامج سلامة المريض. وهذا مؤشر واضح للدور الحيوي الذي لعبته أنشطة بيئة الرعاية في تقدم سلامة المريض.

وهكذا فإن تحسين سلامة المريض أصبح الموضوع المسيطر بالنسبة لـ JCAHO ولكامل نظام تقديم الرعاية الصحية. يوفر مجال سلامة المريض إمكانية ضخمة للمهندسين الإكلينيكيين لاستخدام مهاراتهم في إدارة التكنولوجيا الطبية وغير الطبية ومشاركتهم اللصيقة مع المهنيين الإكلينيكيين وغير الإكلينيكيين على مدى المستشفى وأساسهم الصلب في المبادئ العامة والمتخصصة لعلم الهندسة (انظر الفصل ٥٥).

وكما هو موصوف في ما نُشر من قبل الكلية الأمريكية للهندسة الإكلينيكية (ACCE) بعنوان "تعزيز سلامة المريض: دور الهندسة الإكلينيكية، ورقة بيضاء" فإن المهندسين الإكلينيكيين في وضع فريد ليساهم مساهمات قيِّمة في سلامة المريض (ACCE, 2001). لقد ألزمت الـ ACCE نفسها بتعزيز مبادئ هندسة الأنظمة كجزء من الجسم المعرفي لممارسة الهندسة الإكلينيكية. إن تطوير مثل هذه المهارات سوف يعزز مقدرة المهندسين الإكلينيكيين على تبني أدوار بارزة في هذه الحقبة من سلامة المريض.

ملخص

Summary

إن برامج سلامة المستشفى المصممة لحماية المرضى والزائرين والكادر هي تطبيقات عملية للمقولة الطبية "بدايةً لا تؤذ". وهي أساسية في خلق بيئة يمكن أن يحدث فيها رعاية مريض فعالة. لقد اهتمت مهنة المهندس الإكلينيكي، ومنذ أيامها الأولى، بالسلامة في البيئة الإكلينيكية. تستطيع الهندسة الإكلينيكية، وبالتعاون مع المهنيين الزملاء على مدى نظام تقديم الرعاية الصحية، توسيع سجل مساهماتهم الذي يستحق الإعجاب في سلامة المستشفى.

المراجع

References

American College of Clinical Engineering. Enhancing Patient Safety: The Role of Clinical Engineering. Plymouth Meeting, MA, American College of Clinical Engineering, 2001.

American Institute of Architects. Guidelines for Design and Construction of Hospital and Health Care Facilities. Washington, DC, American Institute of Architects, 2001. Washington, DC.

Kohn LT, Corrigan JM, Donaldson M S (eds). To Err is Human: Building a Safer Health System. Institute of Medicine. National Academy Press, March 2000.

Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations. Comprehensive Accreditation Manual for Hospitals. Oakbrook Terrace, IL, Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations, 2001.

Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations. Performance Improvement in the Environment of Care. Oakbrook Terrace, Illinois, Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations, 2001.

National Fire Protection Association. NFPA 101 Life Safety Code. Quincy, MA, National Fire Protection Association, 1997.

٥٩

منهجية الأنظمة لسلامة الجهاز الطبي

Systems Approach to Medical Device Safety

Marvin Shepherd
Devteq Consulting
Walnut Creek, CA

يتم تقديم الرعاية الصحية من خلال مجموعة من الأنظمة والأنظمة الفرعية (الصغيرة). إذا فشل نظام فرعي ذو صلة بجهاز من مجموعة في تقديم فائدته الإكلينيكية أو قدم أذى جسدياً للمريض فسيبدأ تحقيق في حادث. سوف يتم تجميع معلومات واختبار أجهزة وإجراء مقابلات مع الموظفين. سوف يتم التوصل إلى بعض الاستنتاجات وسيتم اتخاذ إجراءات تصحيحية. إلا أنه عندما تتم مناقشة العملية الاستجوابية مع المحققين الداخليين فإن يتم أحياناً استنتاج أن العملية غير كاملة أو معيبة أو منحازة. ويبدو أن هذه العيوب لها علاقة بانعدام التكرارية التي يؤدي بها معظم المحققين الداخليين تحقيقاتهم وينقص التعليم والتدريب في التقنيات الاستجوابية وبنقص فهم الطرق التحليلية لتحديد السبب (الأسباب) لحادثة ما.

لقد تم تطوير نموذج عام لمخاطر نظام من أجل تحليل الأداء لنظام فرعي. يوفر هذا النموذج للمحقق النموذج الذهني للمكوّنات المتفاعلة فيما بينها لنظام فرعي ويقدم المسار المنطقي باتجاه الأسباب الأصلية (الجذرية) لحادثة مؤسفة. إضافة إلى ذلك يمكن استخدام النموذج عند تعطل النظام الفرعي كلائحة تحقق للتأكد من أن المعلومات حول كل مكوّن قد تم جمعها وتحليلها بخصوص مساهمتها في الحادثة. وبالرغم من أنه سوف يتم عمل الأخطاء في تحديدات سببية إلا أنها لن تكون بسبب مكوّن أو ظرف منسي أو مهمل.

خلفية

Background

لقد تبين للمجتمع الطبي أن الأنظمة والأنظمة الفرعية والعمليات لتقديم الرعاية الصحية المصممة بشكل مناسب هي المنهجية الأفضل لتقليل الأخطاء الطبية ((Moray, 1994) و (Reason, 1990) و (Senders and Moray,

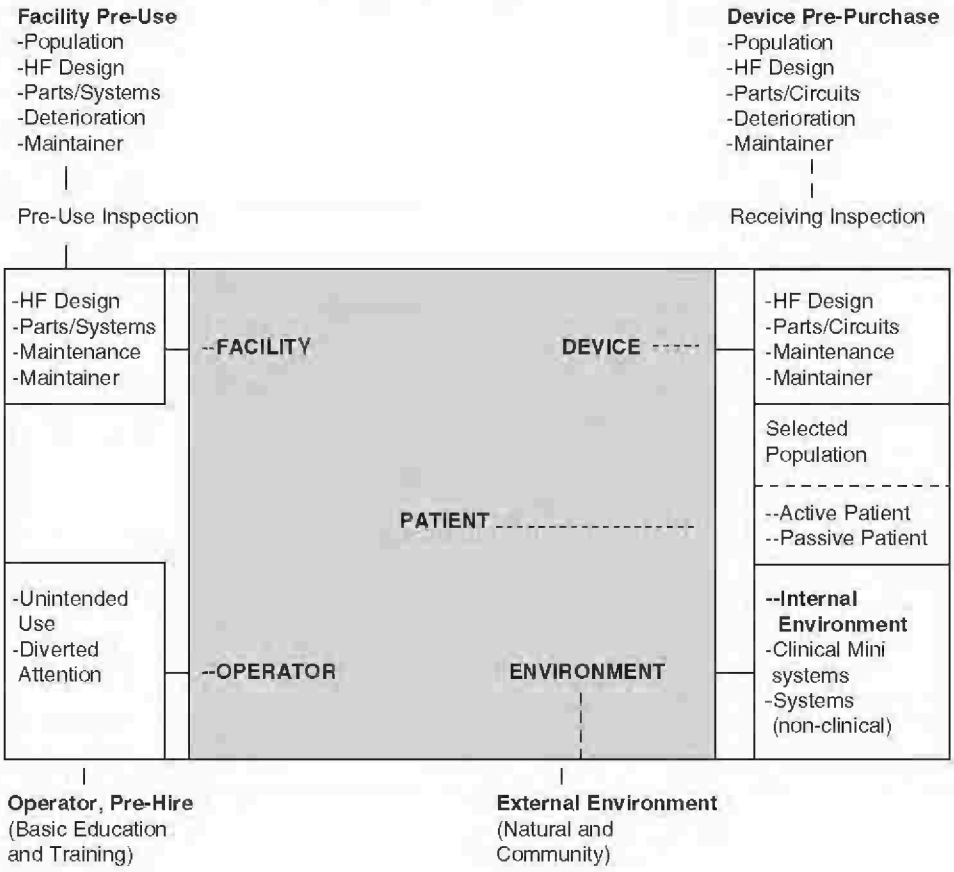
(1991 و (Norman and Draper, 1986)). لقد تم في عام ١٩٧٦م تطوير نموذج سلامة نظام يمكن تطبيقه على أخطاء الأجهزة الطبية من وجهة نظر صيانة الأجهزة ((Shepherd et al, 1976) و (Shepherd and Shaw, 1976)). وفقط فيما بعد تم توسيع النموذج لتحديد العوامل التي منعت من تقديم الاستفادة الإكلينيكية للمريض أو التي قدمت أذى جسدياً (Shepherd, 1983; Shepherd and Brown, 1992). وفي عام ١٩٩٨م تم تقديم نموذج تعليم على الجهاز للممرضات مبني على هذا النموذج في مؤتمر لإدارة الغذاء والدواء الأمريكية FDA (Abbey and Shepherd, 1989). وبما أن المخاطرة والسلامة وجهان متضادان لنفس العملة، ولما كان اللاعبون الأساسيون في الرعاية الصحية يتحركون بعيداً عن مفاهيم السلامة وباتجاه مفاهيم المخاطرة، لذلك فقد تم في عام ١٩٩٧م تغيير اسم النموذج من "نموذج سلامة الأنظمة" إلى "نموذج مخاطر الأنظمة" (SRM) (Shepherd, 2000). ومع التطورات الحديثة في نظرية الخطأ الإنساني وفي تحليل الأنظمة والاهتمام المتزايد بسلامة المريض فقد تم تعديل النموذج مرة أخرى في عام ١٩٩٩م من أجل توجه أفضل نحو الأسباب الأصلية (الجذرية) للحوادث المؤسفة واقتراح طرق أكثر فعالية لمنع تكرارات حدوث مثل هذه الحوادث (Shepherd, 2000; Shepherd, 1999).

نموذج مخاطر الأنظمة
The Systems Risk Model (SRM)

يوضح الشكل رقم (٥٩,١) نموذج مخاطر الأنظمة (SRM) وقد تم تقديمه من وجهة نظر مقدمي الرعاية الصحية.

وصف نموذج مخاطر الأنظمة Description of the SRM

يمثل الإطار الكبير في الشكل رقم (٥٩,١) مقدم الرعاية الصحية، أي المستشفى أو مركز الرعاية الإسعافية أو بيت التمريض أو أي مكان رعاية آخر. هناك في مركز الإطار الكبير منطقة مظللة باللون الرمادي تحتوي المصطلحات: "المشغّل" و "المرفق" و "الجهاز" و "البيئة" و "المريض". تمثل هذه المنطقة نظاماً فرعياً (صغيراً) عاماً ذا صلة بجهاز يقدم فوائد إكلينيكية. كل مكوّن من هذه المكوّنات الخمسة يقود إلى أُطُر أصغر. تحتوي هذه الأطر الأصغر على المكوّنات الفرعية للمكوّنات الخمس الرئيسية. هناك ما مجموعه (١٤) مكوّناً فرعياً في الـ SRM. المكوّنات الخمس الرئيسية موجودة عند نهاية (طرف) نظام الإعطاء حيث يتلقى المرضى الرعاية. المكوّنات الفرعية جزء من نهاية (طرف) النظام الذي يدعم الأنظمة الفرعية عند نهاية (طرف) رعاية المريض (Cook and Woods, 1994). قد تقود العيوب الموجودة ضمن المكوّنات الفرعية إلى عطل في مكوّن، أي تقود النظام الفرعي خارج حدود أدائه المتوقع، أو قد تسبب أذى جسمياً للمريض. يمكن بناء نماذج مخاطر أنظمة (SRM) أكثر تعقيداً بإضافة أجهزة أو مشغّلين أكثر.



الشكل رقم (٥٩,١). نموذج مخاطر الأنظمة (SRM).

يمكن أحياناً تتبع العيوب المتوضعة ضمن المكوّنات الفرعية حتى مصادرها قبل دخولها البيئة الإكلينيكية. فمثلاً قد يكون مصدر عيب في مكوّن جهاز كامناً في تصميمه وبنائه. وقد يكون عيب في مكوّن مرفق قد نشأ أثناء مراحل التخطيط وما قبل البناء. وقد يكون عيب في مكوّن مشغّل قد نشأ أثناء التعليم الأساسي والتدريب. هذه العوامل موضحة في الشكل رقم (٥٩,١) بكونها خارج الإطار الكبير. إن لدى مقدم الرعاية الصحية فرصة لتقليل هذه العيوب من خلال فحص حذر لمكوّن قبل دخوله بيئة إعطاء الرعاية. وفي اللحظة التي يصبح فيها المكوّن فعالاً في البيئة الإكلينيكية يكون المقدّم قد ضيّع هذه الفرصة ويجب عليه أن يدير المخاطر المترافقة مع أية عيوب مرّت من خلال الأمن الابتدائي.

ينظم مقدمو الرعاية الصحية مرافقهم لإعطاء الرعاية لعينة معينة من المرضى، فزراعات القلب لا يتم إجراؤها عموماً في مراكز سوء استخدام المواد. يتم تصميم مكوّن المرفق وانتقاء مكوّن الجهاز وتدريب مكوّن

المشغّل لتناسب العينة السكانية المختارة. يوضع المرضى الذين يقعون خارج هذه العينة السكانية في مستوى مختلف للمخاطرة يجب أخذه بالاعتبار عند تحليل أعطال النظام الفرعي.

تعريفات من أجل المكوّنات الفرعية Definitions for the Subcomponents

يعطي الجدول رقم (٥٩,١) تعريفات لمكوّنات نموذج مخاطر الأنظمة. تحتوي الأعمدة (١) و (٢) و (٤) بعض الأسئلة العامة لطرحها أثناء تحقيق قد يقود محققاً إلى عيوب النظام التي غالباً ما يُشار إليها على أنها أسباب أصلية (جذرية). يحتوي العمود (٣) على الشخص أو المجموعة المسؤولة إدارياً عن ذاك المكوّن الفرعي عند وقت حادث مؤسف. إن تعيين المجموعة المسؤولة مفيد لمقدم الرعاية الصحية. يمكن لمثل هذه المجموعة أن تساعد في: (١) تحديد الأسباب الأصلية (الجذرية) وفي تقرير مكان حواجز الدفاع، أي الحجب الخاص أو إعادة موضعة أجهزة حساسة للتداخل الكهرومغناطيسي EMI بعيداً عن أجهزة البث المحلية، (٢) استخدام تقييمات للجهاز ما قبل الشراء مركزة لتقليل أعطال الجهاز غير القابلة للتنبؤ، (٣) استخدام نماذج إدخال بيانات مريض تتقصى عن خصائص مريض غير عادية.

الجدول رقم (٥٩,١). تعريفات المكوّنات الفرعية والمسؤوليات الإدارية.

المكوّن/المكوّن الفرعي		تعريف المكوّن الفرعي	المسؤولية الإدارية وقت الحادثة	أسئلة عامة ذات صلة بالأسباب الأصلية (الجذرية)
الجهاز	تصميم العوامل الإنسانية	خصائص التصميم معرّفة بعوامل إنسانية مقبولة أو توجيهات قائمة تحقق أو معايير من المصنّع	المشغّل	هل كانت خصائص العامل الإنساني غير عادية؟ خاصية جديدة على جهاز جديد؟ خاصية مشتركة مع أجهزة أخرى؟ تختلف عن أجهزة بوظائف مشابهة؟ هل ذُكر في في مساق التعليم والتدريب؟ هل كانت المعرفة مكتسبة من قبل المقدم قبل التوظيف؟ هل كانت خصائص العوامل الإنسانية ذات صلة بتعديل جهاز؟
	تصميم الأجزاء/ المادة	عطل جهاز مفاجئ أو غير قابل للتنبؤ	المصنّع	هل كان عدم قابلية التنبؤ معروفة قبل الشراء؟ بعد الشراء؟ هل يمكن شراء أجهزة أكثر موثوقية؟ هل تفحصت عملية الشراء قواعد بيانات أخرى مثل FDA أو ECRI من أجل مشاكل مشابهة؟ هل تحتوي قاعدة بيانات الصيانة حوادث مشابهة مع أجهزة مشابهة؟ أي مؤشر إلى أن عطلا غير قابل للتنبؤ به يمكن أن يكون ذا صلة بفعاليات الصيانة؟
	تشوه	تغيرات بطيئة وقابلة للتنبؤ بها في الدقة والدقة التكرارية والموثوقية للجهاز	القائم بصيانة الجهاز	هل كان الجهاز مذكورا في جرد الصيانة الوقائية؟ هل كان مجدولاً للصيانة الوقائية؟ هل تم القيام بالصيانة الوقائية؟ هل نسي القائم بالصيانة تفاصيل صيانة وقائية؟ ليس هناك قائمين بالصيانة كفاية لعمل الصيانة الوقائية؟ هل منعت اقتطاعات الميزانية الصيانة الوقائية؟
	القائم بالصيانة	فعل أو انعدام فعل القائم بالصيانة ينتج عنه عطل جهاز	القائم بصيانة الجهاز	لم يستطع إصلاح الجهاز؟ أصلح نفس الجهاز عدة مرات؟ لم يتم تدريب أو تعليم القائم بالصيانة ليقوم بصيانة/ بصيانة دورية لهذا الجهاز؟ استلم معلومات خاطئة من أجل الإصلاح؟ لم يُسمح له بوقت كافٍ للإصلاح؟ شُتت انتباهه عن الإصلاح؟ تدريبه ناقص في إصلاح الأجهزة (أي: لحام، تحديد أعطال)؟

تابع الجدول رقم (٥٩,١).

المكوّن/المكوّن الفرعي		تعريف المكوّن الفرعي	المسؤولية الإدارية وقت الحادثة	أسئلة عامة ذات صلة بالأسباب الأصلية (الجذرية)
المعرّق	تصميم العوامل الإنسانية	خصائص التصميم معرّفة بتوجيهات أو معايير العامل الإنساني أو من قبل المعماريين والمهندسين	المشغّل	هل كانت خصائص العامل الإنساني غير عادية؟ خاصية جديدة على مرفق جديد؟ خاصية مشتركة مع مرفق آخر؟ ؟ تختلف عن مرافق بوظائف مشابهة؟ هل كان مذكوراً في مساق التعليم/التدريب؟ مذكور في توجيه الـ P&P ؟ المقدم اكتسب المعرفة قبل التوظيف؟
	تصميم الأجزاء/ الأنظمة	تعطل مفاجئ وغير قابل للتنبؤ به في أجزاء أو أنظمة المرفق	المعماري والمهندس	هل كان عدم قابلية التنبؤ معروفا قبل أو بعد التشييد؟ هل يمكن شراء أجزاء أو أنظمة أكثر موثوقية؟ هل تفحصت عملية التصميم أي قواعد بيانات من أجل مشاكل مشابهة؟ خاصتها؟ من الـ FDA؟ الزملاء؟ هل تحتوي قاعدة بيانات الصيانة على حوادث مشابهة على أجهزة مشابهة؟ أي مؤشر إلى أن عطلا غير قابل للتنبؤ به يمكن أن يكون ذا صلة بفعاليات الصيانة؟
	تنسيه	تغيرات بطيئة وقابلة للتنبؤ بها في أنظمة المرفق	القائم بصيانة المرفق	هل كان المرفق/الجهاز مذكورا في جرد الصيانة الوقائية؟ هل كان مجدولاً للصيانة الوقائية؟ هل تم القيام بالصيانة الوقائية؟ هل نسي القائم بالصيانة تفاصيل صيانة وقائية؟ ليس هناك قائمين بالصيانة كفاية لعمل الصيانة الوقائية؟ هل منعت اقتطاعات الميزانية الصيانة الوقائية؟
	القائم بالصيانة	فعل أو عدم فعل القائم بالصيانة ينتج عنه عطل في أجزاء أو أنظمة المرفق	القائم بصيانة المرفق	لم يستطع إصلاح النظام أو الجهاز؟ أصلح نفس النظام أو الجهاز عدة مرات؟ لم يتم تدريب أو تعليم القائم بالصيانة ليقوم بصيانة/ بصيانة دورية لهذا النظام أو الجهاز؟ استلم معلومات خاطئة من أجل الإصلاح؟ لم يُسمح له بوقت كافٍ للإصلاح؟ شُتت انتباهه عن الإصلاح؟ تدريبه ناقص في الإصلاحات الأساسية (أي: لحام، تحديد أعطال)؟
المعرّض	متعلم فعال	مريض على دراية بخطر يقوم بعمل مؤذٍ	المريض	هل المريض عادي لمجال العلاج هذا؟ هل كان المريض على دراية بالخطر؟ المقدم؟ هل من الممكن أن يكون الجهاز قد وضع خارج متناول المريض؟
	متعلم فعال غير	مريض جاهل بخطر أو يقوم بعمل مؤذٍ بشكل غير قابل للسيطرة	المشغّل	هل كان ينبغي تقييد المريض؟ مُهدئته؟ وضعه حيث يمكن مراقبته بعناية أكثر؟
	حامل	حالة المريض أو حساسياته	المشغّل	هل تم مسح المريض بخصوص وجود حساسيات؟ هل الحساسية غير عادية؟ هل كان ينبغي للمقدم أن يعلم؟هل كان ينبغي معالجة هذا المريض في مرفق هذا المقدم؟
المشغّل	استخدام غير مقصود	فعل أو عدم فعل عائد إلى نقص في التعليم أو التدريب يعطي نتائج غير مقصودة	المشغّل	على دراية بهذا النظام الفرعي؟ ناقص التعليم/التدريب لهذا النظام الفرعي؟ استلم توجيهات؟ تم الإشراف عليه؟ خدمة داخلية؟ كتيب التشغيل مفقود؟
	انتباه مشتت	فعل أو عدم فعل مشغل متعلم/متدرب تحت ظروف معينة يعطي نتائج غير مقصودة	مقدم الرعاية الصحية	ساعات طويلة؟ مرضى كثيرون؟ كادر غير كافٍ؟ مشاكل شخصية؟ اقتطاعات ميزانية؟ اجتماعات زائدة؟ هل تجاوز المشغل الحدود الفيزيائية للمحق أو جزء؟
البيئة	خارجية	جهاز غير آمن أو معدي بسبب أنظمة خارجية خارج سيطرة مقدم الرعاية الصحية	طبيعة المجتمع	هل كان العطل عائد إلى كارثة طبيعية (أي زلزال، بركان، فيضان)؟ بيئة عادية للحرارة والشمس والرياح والمطر؟ كارثة محلية (أي تحطم طائرة أو تضرر مرفق)؟
	داخلية	جهاز غير آمن أو معدي بسبب تفاعل مع أنظمة أو أنظمة فرعية تحت سيطرة مقدم الرعاية الصحية	المشغّل	مسبَّب من أنظمة فرعية إكلينيكية أخرى؟ مسبب من أنظمة مرفق؟ اتصالات؟ كارثة داخلية (أي انقطاع طاقة أثّر على مرضى متعددين)؟

السبب/الأسباب المباشرة والأصلية (الجذرية) لعطل The Direct and Root Cause(s) of Failure

إن تحديد السبب المباشر لحادثة مؤسفة يقدم فتحة إلى السبب الجذري (الأصلي).

السبب المباشر:

إن السبب المباشر لعطل كما هو ينطبق على نظام فرعي ذي صلة بجهاز هو انحراف في الأداء المتوقع لمكوّن في نموذج مخاطر الأنظمة SRM ينشأ عنه وقوع أداء النظام الفرعي خارج الحدود المحدَّدة أو توجيه أذى جسمي للمريض. إذا فشل مكون المشغّل فإنه لا يُعتبر فقط سبباً مباشراً وإنما أيضاً سبباً فعالاً (نشطاً). إن تحديد مكوّن المشغّل كسبب مباشر لا يُقصد منه اقتراح اللوم وإنما ببساطة آلية نمذجة لتأسيس فتحة إلى المكوّنات الفرعية وإلى السبب /الأسباب الأصلية (الجذرية). إن عطل مكوّن هو فقط البداية لتحقيق.

السبب الأصلي (الجذري):

إن العيوب في نظام فرعي هي الأسباب الأصلية (الجذرية) للحوادث المؤسفة. قد تكون العيوب واضحة ولكن يتم إدارتها أو تجاهلها وقد تبقى غير واضحة حتى تحدث حادثة مؤسفة. إن تحديد هذه العيوب قبل حادثة مؤسفة هو جزء من برنامج تحسين الجودة. أما تحديد العيوب بعد حادثة فهذا هو هدف المحقق في الحادث.

العثور على سبب/أسباب العطل
Finding the Cause(s) of Failure

تتحدد الحدود الحدية لأداء نظام فرعي بعوامل كثيرة تشمل تصميم الجهاز والتجارب الإكلينيكية والمعايير المهنية وخبرة المشغّل والأهداف التنظيمية والسياسات والإجراءات والقوانين وغير ذلك. إن إيجاد الأسباب لعطل يتطلب من المحقق أن يحدد المكوّن أو المكوّنات التي تتجاوز الحدود الحدية. يجب أن يبدأ البحث في موقع الإصابة أو الوفاة أو الخلل الوظيفي للجهاز والتتبع رجوعاً إلى مكوّن/مكوّنات نموذج مخاطر الأنظمة والاستمرار إلى المكوّنات الفرعية وفي النهاية إلى السبب/الأسباب الجذرية (الأصلية). يجب فهم الآليات الأساسية للإصابة أو الخلل الوظيفي لجهاز جيداً من قبل المحقق لكي يبدأ العملية بشكل صحيح.

يتم فحص كل مكوّن لتحديد ما إذا كان انحرف عن التوقعات أو أنه يمكن إقصاؤه بناء على الظروف المحيطة بالحادثة. من النموذجي أن يتم البدء بفحص الجهاز لتقرير ما إذا كان يستوفي أداء المصنّع ومواصفات السلامة. نفس الشيء صحيح بالنسبة لكوّن المرفق. فلكلاهما مواصفات موضوعية يمكن قياسها بسهولة. يجب تقييم أية تفاعلات بينية بين الأنظمة والأنظمة الفرعية ويلزم تحديد أية خصائص للمريض يمكن أن تساهم في الحادثة. في النهاية يتم تقييم مكوّن المشغّل، وباستثناء التعليم والتدريب فإن تقييمه أصعب.

دراسة حالة لجهاز مراقبة (مرقاب/مونيتور) فشل في إعطاء إنذار

Case Study of a Monitor That Failed to Alarm

تم قبول مريضة بالغة بسرطان في مراحله الأخيرة في غرفة الطوارئ (ER). تم وضعها بعد ذلك في غرفة خصوصية حيث تم أخذ العلامات الحيوية وربط مونيتور قلبي. كان عمر المونيتور حوالي (١٠) سنوات وكان يتوجب كبس زر لتفعيل إنذار معدل ضربات القلب على هذا المونيتور. لم تقم ممرضة السجل بتفعيل إنذار معدل ضربات القلب لأنها اعتقدت بأنه يتم تفعيل إنذار معدل ضربات القلب الافتراضي بشكل آلي عند وصل الطاقة إلى الجهاز. كان يتم مراقبة المريضة بصرياً كل (١٠- ١٥) دقيقة. وجدت المريضة ميتة بعد(٩٠) دقيقة من وصولها و(١٠) دقائق من فحصها آخر مرة. لم يكن هناك إنذارات لمعدل ضربات القلب تنبه الممرضة.

التحقيق في الحادثة Investigating the Event

تم اكتساب المعلومات التالية أثناء التحقيق من مصادر عديدة بما فيها سجلات المريضة ومقابلات وفحص واختبار الجهاز والكتيبات:

- مكوّن الجهاز: تم فحص المونيتور بحد ذاته ونظام الأسرة الأربعة ووجد أنها تعمل وفقاً لمواصفات المصنّع. لاتحدث إنذارات افتراضية في هذا النظام بشكل آلي عند وصله بالطاقة. تعمل الإنذارات فقط بتفعيل عن طريق كبسة وحيدة لزر.
- مكوّن المرفق: بالرغم من أن خط تغذية ذا ضجيج قد اعتُبر كمصدر ممكن لضجيج يمكن أن يكون قد فصل الإنذارات إلا أنه تم رفض ذلك من دون اختبار للخط.
- مكوّن المريض: كانت المريضة في المراحل الأخيرة من سرطان وبالكاد يقظة. لم يتم تحديد خصائص نشطة أو خاملة كمساهمة في الحادثة. لم يتم وضع "لا كود" "no-code" في سجل المريضة.
- مكوّن البيئة: أنظمة أخرى كانت تعمل في نفس الوقت مثل نظام راديو كان يعمل من دون توقف وموجود ضمن مسافة ستة أقدام من الطرف القدمي للسرير تم اعتبارها ثم رفضها كمصدر لفشل الإنذار.
- مكوّن المشغّل: كان مشغّل المونيتور ممرضة مسجلة (RN). كان تعليمها وتدريبها وشهاداتها ممتازة للعمل في غرفة طوارئ. إلا أنها كان تم تدريبها على استخدام مونيتورات أحدث تضع بشكل آلي حدوداً افتراضية عندما يتم وصلها بالطاقة. لم تكن عملت من قبل أبداً مع مونيتورات قديمة مثل ذاك المونيتور في هذه الحالة الذي يتطلب كبس زر لتفعيل الإنذار.

تحديد السبب المباشر Determining Direct Cause

في هذه اللحظة كان الخطر هو فشل الإنذار في العمل في الوقت المناسب. وبالرغم من أن المريضة كانت ستموت على أي حال لأنه لم يتم إدخال "لا كود" في سجلها، إلا أن فريق الكود الأزرق كان سيستجيب لو أن

صوت الإنذار قد كان صدر. وبتقييم كل مكوّن من النظام فإن جميعها قامت بوظيفتها بشكل عادي باستثناء مكوّن المشغّل. لقد فشل المشغّل ببساطة في كبس زر الإنذار الافتراضي. وباستخدام تحليل نموذج مخاطر الأنظمة فإن المشغّل قد اعتُبر السبب المباشر وأيضاً السبب الإداري للحادثة المؤسفة.

تحديد السبب الأصلي (الجذري) Determining Root Cause

الأسباب الأصلية (الجذرية) لهذه الحادثة أكثر إثارة. أحد الأسباب له علاقة باستخدام خليط من أنظمة المونيتورات ذات التصميم المختلف. يتم ضبط الإنذارات الافتراضية في بعض الأنظمة آلياً، وفي بعضها الآخر يتم ضبطها بكبس زر. لا ممرضة السجل ولا غرفة الطوارئ كانوا يعرفون عن هذه الشروط. لو أن أحدهما عرف لما كان الحادث ربما قد حدث. لوعرفت غرفة الطوارئ طبيعة الإنذار وفشلت في تدريب جميع ممرضيها على استخدامها لكانت غرفة الطوارئ اعتُبرت مهملة.

واجهنا أثناء المقابلات التحقيقية ممرضة غرفة طوارئ نظامية قالت إنها تعرف أن إنذارات المونيتور تُضبط آلياً. وحاولت إثبات ذلك بتطبيق إلكترودات ECG على جسمها وأدخلت كبل الـ ECG إلى المونيتور. وعندما ظهرت إشارة الـ ECG على الشاشة رفعت أحد الأقطاب عن جسمها فصدر صوت إنذار، إلا أن هذا الإنذار كان إنذار انفصال سلك leads-off. لم تعرف الممرضة الفرق بين إنذار انفصال السلك وإنذار معدل نبضات القلب.

تعمل ممرضات وحدة العناية المركزة (ICU) في هذا المستشفى أحياناً في غرفة الطوارئ. ذهبنا إلى وحدة العناية المركزة التي كان لديها فقط النوع الجديد من مونيتورات القلب وأجرينا مقابلات مع أربع ممرضات ICU. قالت اثنتان من تلك الممرضات أن إنذارات معدل نبضات القلب الافتراضية في مونيتورات غرفة الطوارئ يتم ضبطها آلياً عند وصل المونيتور بالطاقة. هذا يوحي بأن الممرضة إياها كانت ببساطة المشغّل لنظام قد فشل ولكن الخطأ كان يمكن أن تقترفه ممرضة ICU أيضاً. أوضح بحث في المراجع عن حوادث مشابهة أن هناك على الأقل بحثين منشورين حذرا من إمكانية حدوث أخطاء عندما يتم مزج نظامين لهما طرق مختلفة لضبط الإنذارات. إلا أنه لم يتم إيصال هذه التحذيرات إلى ممرضة السجل أو كادر غرفة الطوارئ.

ولمنع حوادث في المستقبل أضافت غرفة الطوارئ ملصقاً تحت كل زر من أزرار الإنذار يوجّه الممرضات إلى كبس الزر لتفعيل الإنذار. كما حدّث المستشفى أيضاً مواد التدريب لتوجيه الممرضات وكتيبات التشغيل للمونيتور نفسه بملاحظة تشرح الحاجة إلى كبس زر لتفعيل الإنذارات. كما طوّر المستشفى أيضاً خطة طويلة الأمد لاستبدال المونيتورات القديمة.

إن أحد الأوجه الهامة لهذه الحالة هو أنه لو كان وُضع "لا كود" "no-code" على صحيفة بيانات chart المريضة لما كانت استجابة "كود أزرق" Code Blue ضرورية، ولكان موت المريضة اعتبر "لا حادثة" non-event ولكان فشل

الممرضة في ضبط الإنذارات مر من دون أن يلاحظه أحد. إضافة إلى ذلك، عندما تحققت الممرضة من نظام المونيتور لتقرر لماذا فشل الإنذار لاحظت أن ساعة المونيتور كانت متأخرة ساعة عن الوقت الحقيقي. وقالت إنها تعتقد بأنه إذا كانت الساعة خطأ فلا بد أن النظام لم يعمل بشكل صحيح.

ملخص

Summary

لقد استُخدم نموذج مخاطر الأنظمة (SRM) لأكثر من (٢٠) سنة لتحليل الحوادث المؤسفة ذات العلاقة بالأجهزة. يضمن هذا النموذج أن العوامل المحيطة والشروط ذات الصلة الوثيقة قد تم أخذها بالاعتبار من أجل أدوارها في الحادث المؤسف. كما أنه يوفر مساراً منطقياً لمتابعة إصابات المرضى أو سوء أداء النظام من الحادثة إلى أسبابها الأصلية (الجذرية). إن نموذج مخاطر الأنظمة (SRM) يحدد مواضع في العملية حيث يمكن لمقدم الرعاية الصحية أن يقيّم مكوّنات ليحدد عيوباً واضحة ويمنعها من دخول البيئة الإكلينيكية. يمكن استخدام الـ SRM أيضاً كقائمة تحقق checklist لاقتراح تغييرات في النظام الفرعي يمكن أن تمنع تكرار حدوث الحادثة.

المراجع

References

Abbey J, Shepherd M. The Abbey-Shepherd Device Education Model. Nursing and Technology: Moving into the 21st Century. Annapolis, MD, HHS/FDA, 4189-4231, 1989.

Cook R, Woods D. Operating at the Sharp End. The Complexity of Human Error. In Bogner MS (ed). Human Error in Medicine. Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates, pp 255-310, 1994.

Moray NP. Error Reduction as a Systems Problem. In Bogner MS (ed). Human Error in Medicine. Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates, pp 67-91. 1994.

Norman D, Draper S. User-Centered System Design. Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates,1986.

Reason J. Human Error. Cambridge, UK, Cambridge University Press, 1990.

Senders JW, Moray NP. Human Error: Cause, Prediction and Reduction. Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates, 1991.

Shepherd M. A Systems Approach to Hospital Medical Device Safety. (Monograph) Arlington, VA, AAMI, 1983.

Shepherd M. Managing the Risks of Device-Related Adverse Events; Identifying Direct & Root Cause(s). Durham, NC, Duke University Medical College, 1999.

Shepherd M. Medical Device Incident Investigation & Reporting. Walnut Creek, CA, Devteq Publishing, 1.1-1.39. 2000

Shepherd M, Brown R. Utilizing a Systems Approach to Categorize Device-Related Failures and Define User and Operator Errors. Biomed Instrum Technol 26:461-751, 1992.

Shepherd M, Collard J, Collins M. Some Preliminary Results From a Shared Engineering Database. Boston, MA, 10th Annual AAMI Conference & Expo, l976.

Shepherd M, Shaw D. Managing Patient Care Equipment: Analyzing the Maintenance Database. Plant, Technology & Safety Management Series. Chicago, IL, Joint Commission on the Accreditation of Hospitals, 1976.

٦٠

التفاعلات بين الأجهزة الطبية

Interactions Between Medical Devices

Saul Miodownik
Director, Clinical Engineering, Memorial Sloan-Kettering Cancer Center
New York, NY

يسبب التعقيد المتزايد للأجهزة الطبية في آخر الأمر تعارضات بين الأجهزة المستخدمة في العادة على نفس المريض. إن المطلوب من أجل التوجه إلى تداخل محتمل مع أجهزة أخرى هو فهم أساسي للتكنولوجيا وعلاقتها بمفاهيم معينة لتشريح وفيزيولوجيا المريض.

تُستخدم الأجهزة الطبية في أوضاع مختلفة بما في ذلك الرعاية الصحية. إن التحكم الابتدائي بها وتشغيلها هو في الغالب مسؤولية خبراء تقنيين حسني المعرفة بفروقاتها الصغيرة وخواصها المميزة. بمرور الزمن فإن أي تكنولوجيا تنضج بما فيه الكفاية لتشغيلها بفعالية من قبل مشغِّلي الجهاز، ولا تعود المعرفة التفصيلية لازمة وغالباً ما تضيع. وهذا هو في الحقيقة التطور الطبيعي لغالبية التكنولوجيا في المجتمع. كل إنسان يستخدم التلفزيونات ومشغلات الـ DVD والحواسيب (الكمبيوترات) والهواتف الخلوية من دون وجل، ولكن القليل من الناس ملمّين، ولو من بعيد، بالتكنولوجيا الأساسية التي تسيّرها.

لا تختلف التكنولوجيا الطبية من هذه الناحية. إلا أن ما يُبهِر في الأسس العلمية والهندسية لجهاز طبي ربما يكون أن المستخدم النهائي لا يحتاج إلى أن يكون مدركاً لها. وكحالات منفردة، قد يكون ذلك مقبولاً بالكامل وربما مفضلاً. إلا أن هناك، لسوء الحظ، شواهد كثيرة على تعارض الأجهزة الطبية مع بعضها وتداخلها الممكن مع التشخيص الصحيح لحالة مريض أو إعطاء العلاج المرغوب. تقع المسؤولية بشكل متزايد على أولئك الذين يديرون ويزوِّدون بالمسائل التكنولوجية أن يحلّلوا ويتوقّعوا، وفي النهاية أن يمنعوا، هذه التفاعلات من التأثير بشكل سلبي على المريض. وفي غالبية الأوضاع تصبح هذه اليقظة والمعرفة المطلوبة مسؤولية المهندسين الإكلينيكيين والطبيين الحيويين.

لقد حدثت تفاعلات غير متوقعة بين الأجهزة الطبية عند مستويات مختلفة لأكثر من قرن. ومنذ الأيام الأولى لصورة الأشعة السينية كان معروفاً أن بعض المواد (غالباً معدنية) قد تؤثر على التعرض الصحيح لفيلم الأشعة السينية التشخيصي. وهذا كان النتيجة المباشرة للأشعة المؤيِّنة. لقد كانت أجهزة الجراحة الكهربائية في استخدام منتشر لعقود قبل أن تصبح المراقبة الروتينية لمخطط كهربية القلب (ECG) ممارسة تحذيرية شائعة. إن التفاعل بين هذه التكنولوجيات الضرورية، ولكن المتعارضة (كثير من الضجيج، وأحياناً الفقدان المؤقت لإشارة الـ ECG أثناء الأشعة السينية)، قد تم فهمه وقبوله فوراً. أطلقت الستينيات والسبعينيات من القرن العشرين قدراً كبيراً من التخمين حول، والخوف من، الصدمة الصغرى المميتة كنتيجة غير مرغوب فيها لاستخدام الأجهزة الطبية والتجهيزات الكهربائية إلى جانب سرير المريض. وبالرغم من أن هذا الخطر لم يصبح مادياً أبداً، إلا أنه يوضح أن التكنولوجيا قد تتفاعل بطرق غير متوقعة، وربما خطرة، (انظرالفصل (٦٥)). إن انتشار التجهيزات المختبئة esoteric بشكل متزايد يمكن أن يسبب تفاعلات بين أنظمة لا علاقة بينها بالكامل وأن يتسبب بنتائج غير متوقعة.

وجهات نظر
Perspectives

مبكراً جداً في خبرتي كمهندس إكلينيكي، دُعيت إلى واحدة من وحداتنا للعناية المركزة للتحقق من جهاز مراقبة (مونيتور/مرقاب) قلبي كان يعطي معدل نبضات قلب غير صحيح. راقبت السرير ذا الصلة من المحطة المركزية فيما بدا أنه تخطيط كهربية قلب (ECG) منخفض الجهد معقول إلى حد ما. تأكدت من قراءة لمعدل نبضات قلب المريض مقدارها (١٦٠) نبضة في الدقيقة. أخبرني الكادر التمريضي أن هذا لا يمكن أن يكون ممكناً. وبعد بدء مناقشة موسَّعة عن قدح مزدوج وموجات P مرتفعة تقلد موجات R، قالت إحدى ممرضات وحدة العناية المركزة: "اعذرني، لكنه ميت منذ أكثر من ساعة". ذهبت إلى حيِّز المريض ونظرت حولي. إلكترودات المراقبة كانت لا تزال موصَّلة إلى المريض كما كانت خطوط التغذية داخل الوعائية (IV). لاحظت أن أحد خطوط الـ IV كانت تجري عبر متحكم الحقن الذي كان لا يزال شغالاً on ويعطي سوائل للمريض. عندما تم إيقاف off متحكم الحقن اختفت إشارة ECG المريض. في البداية فكرت بنبضة مُشَعَّة من المتحكم ربما كانت تثير اضطراباً في أسلاك التخطيط. وبالرغم من أنه لم يكن لدي أي تفسير جيد لهذه الظاهرة في ذلك الوقت، إلا أن الممرضات شكرنني لإصلاح المشكلة عند مغادرتي. لقد كانت حادثة لن أنساها أبداً (Miodownik, 2003).

المثال الأول: مولد جهاز المشي نوع فان دو غراف

EXAMPLE 1: The Van de Graff Generator Treadmill

في إحدى الحالات طُلِب من قسم الهندسة الإكلينيكية ترتيب نظام اختبار جهد قلبي يستند إلى جهاز مشي. كان هناك جهاز مشي متاحٌ أوتوماتيكيٌ مُسَيَّرٌ من خلال ميلان وتتابع سرعة مبرمجين. قمنا بتأمين مونيتور (مرقاب، جهاز مراقبة) ECG احتياطي له شاشة تخزين رقمية ومقياس معدل نبضات قلب وحدود إنذار ومسجّل بيانات شريطي. تم بسرعة تجميع وترتيب واختبار وتسليم الجهاز لقسم الـ ECG في الخريف وكان الجميع راضياً. وفي أوائل شهر كانون الثاني (يناير) من السنة التي تلت بدأنا باستلام شكاوى متقطعة عن اندفاقات ضخمة لضجيج شوَّهت إشارة الـ ECG وخرّبت الاختبار. بدا الضجيج ذا صلة بالسرعات العليا من جهاز المشي، حيث إنه لم يحدث أبداً من قبل في بروتوكول اختبار الجهد. أجرينا تحقيقاً واكتشفنا أن الضجيج كان نتيجة لقطعة ناقصة أو غير صحيحة في نظام التحويل التماثلي/الرقمي A/D في جهاز الـ ECG. لم يُظهر التسجيل المباشر من إشارة ECG التماثلية أي ضجيج محسوس. لم نستطع أن نجد أي عطل في المونيتور أو أي شيء خاطئ بوضوح في جهاز المشي أو متحكّمه. كانت الأسلاك الداخلية إلى محرك جهاز المشي مزوَّدة بمرشح ترددات عالية مناسب وكذلك كان كَبل الـ ECG. عندما تم تشغيل النظام بمحاكٍ لم يُسمَع أي ضجيج عند أي سرعة أو ميلان. الضجيج لم يَزُل بعد استبدال المونيتور وجهاز المشي بوحدات أخرى عملت بشكل جيد في أمكنة أخرى. استمرت المشكلة وأدت إلى تكرار اختبار الجهد مرة أو مرتين في الشهر.

بقدوم شهر آذار (مارس) من نفس السنة تضاءلت الشكاوى وفي النهاية اختفت. وعلى مدى الصيف لم تأت أية شكاوى من قسم الـ ECG. إلا أنه مع عودة الشتاء عادت بقوة. في هذه المرة تطوّع عداء قدير في قسمنا ليعدو على جهاز المشي من أجل اختبار جهد تحت نظرنا. تم وضع الإلكترودات والقيام ببروتوكول اختبار الجهد كما يتم بالنسبة لأي مريض. عند سرعة ستة أميال في الساعة كان انخفاض الضربات واضحاً على الشاشة. وبوصول السرعة إلى ثمانية أميال في الساعة أصبح الـ ECG غير مقروء ووجب إنهاء الاختبار. قمنا بإعادة المقاطع من الاختبار التي فيها مشكلة ولكن لم يكن هناك أي تفسير. عدنا إلى لوحة الرسوم وسحبنا جميع رسوم الأدوات المتأثرة ونظرنا إليها علّنا نجد فكرة لحل اللغز. لم تظهر واحدة. لقد تعجبنا أيضاً لماذا بدت المشكلة فصلية.

نظام التكييف في مستشفانا معروف جيداً لإعطائه حرارة شبه صحراوية في الشتاء وتبريد مشبع بالماء في الصيف. وفي الأوقات الأخرى من السنة تسود الشروط المناخية للجو المحيط في العادة. لذلك تساءلنا فيما إذا كان يمكن أن يكون للشحنات الكهربائية الساكنة التي تميل إلى التكوّن تحت الشروط شديدة الجفاف علاقة بهذه المشكلة. وفي التحليل النهائي كان الفراغ المفاجئ للكهرباء الساكنة هو السبب القريب لمشكلة المونيتور. إلا أن هذا البحث عن الأسباب لم يكن واضحاً بالرغم من كونه منطقياً.

طُلب من المرضى المجدولين لاختبارات الجهد على جهاز المشي أن يفيدوا بتقارير عن اختبارهم بثياب جري مريحة وأن يلبسوا أحذية ركض أو أحذية خفيفة. بعد تحضيرهم وتزويدهم بالإلكترودات، صعدوا على جهاز المشي وأمسكوا بالقضيب أمامهم. للقضيب قبضة عازلة. تمت المحافظة على هذا الوضع على مدى الاختبار. لسطح التماس بين حزام جري جهاز المشي ونعل حذاء المريض الخفيف سلوك مشابه بطريقته لمولد فان دو غراف Van de Graff. مع تزايد سرعة جهاز المشي انسلخت إلكترونات عن الحزام بمعدل متزايد. وبما أن المريض كان بشكل أساسي معزولاً كهربائياً عن التأريض (مضخم ECG معزول، حذاء خفيف معزول، قضيب معزول على جهاز المشي)، فإن هذا النظام سوف يشحن المريض إلى جهود متزايدة. وهذا يستمر ما لم تتسرب الشحنة مبتعدة أو حتى حدوث انفراغ فجائي للإلكترونات المتراكمة. كان معدل تسرب الشحنة من خلال الهواء في الأيام الرطبة كافياً للحد من هذا الجهد إلى مستويات منخفضة. أما في الأيام الجافة في الشتاء فقد كان مسرى الانفراغ إما عبر انهيار عازل في جهاز المشي أو عبر تجاوز حدود عزل مضخم الـ ECG الأمامي والخلفي. كشف فحص دقيق لرسوم مضخم الـ ECG عن محدِّد جهد انفراغ فجوة شرارة spark-gap discharge voltage limiter عبر حاجز العزل بجهد انهيار يبلغ حوالي (٤٠٠٠) فولت. لقد تم افتراض أن الانفراغ الفجائي لفجوة الشرارة يرسل جهداً إلى قسم التخزين الرقمي للمونيتور كافياً للتسبب بالضربات المسقَطة. عدنا لزيارة جهاز المشي مع عدّاتنا وفتحنا مونيتور الـ ECG لنراقب النشاط في حالة الاستعمال. من المؤكد بشكل كافٍ أنه عند سرعة كافية لجهاز المشي فإن فجوة الشرارة كانت تنتج أقواساً كهربائية وتُسقِط ضربات مُطمَسة في رسم الـ ECG. لقد كان حل المشكلة بسيطاً بقدر ما كان البحث عن أسباب المشكلة معقداً. تم وضع مقاومة مقدارها (٧٥) ميغا أوم عبر فجوة الشرارة لتصريف الشحنة المتكوّنة ببطء وفي نفس الوقت المحافظة على ممانعة مرتفعة بشكل كافٍ من أجل السلامة.

في هذا المثال فشل عدد من مفاهيم التصميم المتقدمة بسبب تفاعل الجهاز ووضع المريض في مخاطرة بشكل محتمل. لقد كان نظام العزل مصمماً لضمان السلامة الكهربائية للمريض، وكان التخزين الرقمي والإظهار لشكل موجة الـ ECG مصمماً ليوفر رؤية سهلة للإشارة من أجل التحديد الآني والدقيق لتغيرات الـ ECG ذات الصلة بالتمرين، وكانت فجوة الشرارة لحماية نظام العزل من جهود كهربائية تخريبية ممكنة. لقد فشل نظام اختبار الجهد تماما عند المستويات الأعلى من التمرين عندما كانت الحاجة على أشدها للقراءة الأكثر دقة للـ ECG. إلا أن هذا لم يكن عطلاً حقيقياً، لقد كان تفاعلاً بين أجهزة طبية (Elliott and Gianetti, 1995).

المثال الثاني: ضغط دم مرتفع بوجود فقاعات

EXAMPLE 2: Blood Pressure High on Bubbles

أصبحت مراقبة الضغط الاجتياحية (الباضعة/الدموية) invasive إلى جانب سرير المريض شائعة في بداية سبعينيات القرن العشرين. تتطلب مجسات (مبدلات، محولات) transducers الضغط قبباً domes خاصة تسمح بالربط

إلى أوعية المريض عن طريق تنبيب مملوء بسائل. غالباً ما شكى الكادر التمريضي من أن قراءات الضغط الانقباضي بدت مرتفعة. وقد شكّوا بقياسات الضغط المرتفعة هذه وتحققوا منها مقابل قياساتهم بالرباط الضاغط والسماعة. تحققنا من معايرة مجس ومضخم الضغط وبيّنا أنها دقيقة. شرحنا كيف أن الإظهار الرقمي لموديول module الضغط بالتأكيد أكثر دقة من المحاولة الهزيلة للممرضة لقياس ضغط الدم بالإصغاء. إلا أن شكاويهم استمرت وثبت في النهاية أنها مشروعة.

قياس الضغط الاجتياحي (الباضع/الدموي) موجود الآن في الاستعمال العادي في وحدات العناية المركزة وفي غرف العمليات لسنوات كثيرة خلت. وبوجود مجسات الضغط ومجموعات التنبيب ذات الموثوقية وغير المكلفة وذات الاستعمال لمرة واحدة اختفت إلى حد كبير مشاكل الدقة والخطية والتكرارية. إلا أن موضوع التنبيب المملوء بالسائل المتفاعل مع مجس الضغط والمونيتور بقي مشكلة شائكة.

تستخلص غالبية أجهزة مراقبة الضغط الاجتياحية (الباضعة/الدموية) معلومات الضغط الانبساطي والانقباضي والمتوسط بمراقبة قيم الحدود الدنيا والعليا لشكل الموجة ومكاملة المساحة تحت منحنى شكل الموجة لاستنباط قيمته المتوسطة. يبدو نقل شكل موجة الضغط من الوعاء الدموي حيث يتم اقتباسها إلى المجس (المبدل، المحول) سهلاً. يقوم المرء ببساطة بتوصيل أنبوب عديم المطاوعة مملوء بسائل من الوعاء الدموي إلى المجس. إلا أنه عندما يتم فعل ذلك فإن نظاماً جديداً له حياته الخاصة ينشأ من دون قصد. تخلق ترتيبة التنبيب المملوء بالسائل والسدادات المصاحبة له بيئة مثالية لحجز فقاعات غاز تتغير كميتها وحجمها بشكل غير قابل للتنبؤ به. هذا يتسبب بنظام طنان تحت مخمَّد من الدرجة الثانية يتم تهييجه بسهولة بشكل موجة الضغط الشرياني للمريض. وهذا مماثل لنظام كتلة- نابض- مقاومة تحت مخمَّد. الكتلة ممثَّلة بكتلة السائل في التنبيب، والنابض ممثَّل بمطاوعة التنبيب وأي فقاعات محجوزة، والمقاومة ممثَّلة بالمقاومة لحركة السائل. إن تجميع هذه العناصر يُظهر خصائص تردد توليف، أو طنين، تحدده قيم العناصر. وعلى أساس نظري فإن تضخيماً يصل حتى ١٠٠٪ ممكن عند التهييج بتابع خطوة step function. عندما يحصل هذا في الساحة الإكلينيكية فإن ضغوطاً انقباضية يتم تضخيمها إلى درجات مختلفة بارتفاع (٧٥-١٠٠) ميليمتر زئبق. لا تتأثر القيم الانبساطية عادة لأنها تمثل جزءاً بطيئاً لشكل موجة الضغط. عند معدل نبضات قلب مرتفعة وتحت ظروف معينة قد تظهر أيضاً ضغوط انبساطية منخفضة بشكل كاذب. إلا أن القيمة المتوسطة للضغط لا تتغير وهي مستقلة عن هذا الطنين. وبالرغم من أنه قد أفيد بتقارير في المراجع عن هذه الظاهرة التي تُسمى "التجاوز الطنيني" "resonant overshoot" لأكثر من سبعين سنة إلا أنه حتى الآن لا يوجد حلول ناجعة تعمل بتماسك وانسجام. وتقنيات مثل الترشيح (الفلترة) وإزالة الفقاعات الغازية لا تلبي بشكل صحيح هذا الموضوع. إنه ليس من غير العادي أن تتم مراجعة أشكال موجة ضغط اجتياحي (باضع) في وحدة عناية مركزة وأن

يتم إيجاد أكثر من ٥٠٪ من القراءات الانقباضية المشكوك فيها. المشكلة مزدوجة. أولا : معدل تزايد الضغط البطيني الأيسر (dp/dt) حرج بالنسبة للطريقة التي يتم بها تهييج نظام التنبيب من الدرجة الثانية. ثانياً : يتغير تردد طنين نظام التنبيب بإضافة أو إزالة فقاعات وبتغيرات درجة الحرارة التي تسبب تغير حجم الفقاعات. لا يمكن تحديد تردد الطنين بشكل كافٍ لتطبيق ترشيح معاكس لتصحيح طنين نظام التنبيب. وبالرغم من أن شكل موجة الضغط قد يحتوي على علامات واضحة للتجاوز overshoot (مثل تُلَم مزدوجة النبض إضافية) إلا أن هذه ليست دائماً هي الحالة. إن تحديد شكل موجة مشكوك فيه يحتوي على تجاوز انقباضي يبقى صعباً.

هذا مثال مباشر لتفاعل الأجهزة الطبية (المجس ومجموعة تنبيبه) غالباً ما يتم تجاهله لصالح تضرر المريض. ليس هناك مضادات استطباب مذكورة في التعليمات المرافقة لمجموعة التنبيب تحذر من الاعتماد على قياس الضغط الانقباضي لتشخيص أو معالجة المريض. إذا ما استُخدمت قراءة انقباضية بوجود تجاوز طنيني جدي لتحديد عيار الدواء ذي الفعالية الوعائية الذي يتحكم بضغط دم المريض، فإن أي تغيرات في بيئة التنبيب قد تتسبب في أن يقوم الإكلينيكي بمعايرات خاطئة قد ينشأ عنها ضغط دم مريض أعلى أو أخفض مما هو مرغوب فيه.

تفاعلات جهاز التصوير بالرنين المغناطيسي
MRI Interactions

تطرح أنظمة التصوير بالرنين المغناطيسي (MRI) مشاكل محتملة لا حد لها عندما تُستخدم مع أجهزة طبية. إن الحقول المغناطيسية القوية الساكنة والحركية (الديناميكية) المطلوبة لتصوير المريض، والترددات الراديوية عالية الطاقة، وحساسية نظام الكشف في الـ MRI للترددات الراديوية من أجهزة أخرى، توفر فرصاً وفيرة لتفاعل مزعج. وفي توقع لهذه الإمكانية فإن معظم إجراءات الـ MRI تُعتبر مضادات استطباب بالنسبة للمرضى بنواظم خطى مزروعة بسبب أسلاكها المعدنية.

تستطيع مغناطيسيات الـ MRI في الأساس وفيزيائياً تحريك الأشياء المعدنية التي بالقرب من أو مزروعة أو مثبتة إلى المريض. هناك تقارير عن أشياء محيطة تحولت إلى قذائف، مع تحرك لمشابك أم دم أدت إلى موت مرضى يخضعون للـ MRI. تتسبب أجهزة الـ MRI في التسخين الزائد لأسلاك في أو على أو بالقرب من المريض. يمكن لطاقة كافية أن ترتبط بمولد التردد العالي ذي الطاقة المرتفعة في الـ MRI وينشأ عنها تيارات في أسلاك قريبة. تعتمد كمية هذه الطاقة على عدد من العوامل بما فيها طول السلك وقربه من المريض. وفي أي حادثة فإنه يجب على المريض أو أي إنسان آخر إزالة الحمل الحراري الزائد. هذا أدى إلى حروق في المريض في عدد من الحالات. بالإضافة لذلك، فإن الأسلاك المتحركة عبر حقل مغناطيسي ساكن عند تحريك المريض إلى داخل المغناطيس سوف تولد جهوداً كهربائية تستطيع أن تتداخل مع التشغيل الصحيح للأجهزة الطبية. يجب إعطاء اعتبارات خاصة للأسلاك التي يمكن

أن تدخل الـ MRI في عملية مراقبة أو تأمين دعم للحياة للمريض (مثل: أسلاك الـ ECG أو مقاييس التأكسج (أوكسيمترات) النبضية أو أجهزة التنفس).

إن الاستخدام المتزايد لناظمات الخطى ولمزيلات الرجفان القلبي المزروعة المؤتمتة (AICDs) لدى السكان يمثل مضيفاً لمواضيع تداخل محتملة. وبالرغم من أن المرضى الحاملين لهذه المزدرعات كانوا مستثنين من إجراءات الـ MRI، إلا أن أجهزة جديدة و أجهزة تصوير بالرنين المغناطيسي (MRIs) بشدات حقل مغناطيسي منخفضة تسمح بهذا الاستخدام، وإن كان مع تحذير.

استنتاجات

Conclusions

إن النمو الانفجاري للأجهزة اللاسلكية كالهواتف الخلوية ونقاط الدخول اللاسلكية تزيد من احتمال التداخل مع الأجهزة الطبية. تحتوي المراجع دليلاً واضحاً على وتحذيرات من هذه التأثيرات. إلا أن الحلول الشاملة تبقى مطلوبة. بالإضافة إلى ذلك فإن انتشار مزيلات الرجفان الخارجية المؤتمتة (AEDs) في بيئات غير مستشفاوية يثير القلق. هل سيتعرف مزيل الرجفان الخارجي المؤتمت (AED) على رجفان القلب بوجود ناظم خطى مزروع؟ هل سيكون لفراغ شحنة مزيل الرجفان الخارجي تأثير سيئ على الجهاز المزروع ونظام أسلاك توصيله؟

تشير الأمثلة المذكورة سابقاً إلى كيف يمكن لأنواع معينة من الأجهزة الطبية أن تتفاعل بطرق غير متوقعة ولكن ليست غير قابلة للتفسير. لم يكن التجميع لأدوات أو ملحقات غير عادي أو ممنوعاً من قبل المصنِّعين ذوي العلاقة. التكنولوجيات التي تتعارض يتم تجميعها غالباً كتوسيع طبيعي لمقدرة تشخيصية وعلاجية محسَّنة، ولكن من الصعب تخمين التفاعلات والتنبؤ بالمشكلات قبل حدوثها الفعلي. وباستمرار تحديث الأدوات الطبية والبيئات التي تُستخدم فيها بتكنولوجيات جديدة فإنه سيكون من الضروري تحليل وفهم مفاهيمها الأساسية من أجل توقع التعارضات.

المراجع

References

Achenbach S, Moshage W, Diem B, et al. Effects of Magnetic Resonance Imaging on Cardiac Pacemakers and Electrodes. Am Heart J 134:467-73, 1997.

Agarwal SK. Infusion Pump Artifacts: The Potential Danger of a Spurious Dysrhythmia. Heart Lung 9:1063-1065, 1980.

Campbell WB. EKG of the Month: Left Atrial Enlargement, Intraventricular Conduction Delay, Myocardial Injury, and Electromagnetic Artifact due to an Intravenous Infusion Pump. J Tenn Med Assoc 76:586-587, 1983.

Chen WH, Lau CP, Leung SK, et al. Interference of Cellular Phones with Implanted Permanent Pacemakers. Clin Cardiol 19:881-886, 1996.

Elliott WR, Gianetti G. Electrostatic Discharge Interference in the Clinical Environment. Brief Cold Snaps or Humidification Disruptions can Cause ESD Problems. Biomed Instrum Technol 29:495-499, 1995.

Groeger JS, Miodownik S, Howland WS. ECG Infusion Artifact. Chest 85:143, 1984.

Keeler EK, Casey FX, Engels H, Lauder, et al. Accessory Equipment Considerations with Respect to MRI Compatibility (Review). J Magn Reson Imaging 8:12-18, 1998.

Lauck G, von Smekal A, Wolke S, et al. Effects of Nuclear Magnetic Resonance Imaging on Cardiac Pacemakers. Pacing Clin Electrophysiol 18:1549-1555, 1995.

Miodownik S. Clinical Engineering at the Bedside. In Dyro JF (ed). The Handbook of Clinical Engineering. Burlington, MA, Elsevier, 2004.

Nakamura T, Fukuda K, Hayakawa K, et al. Mechanism of Burn Injury During Magnetic Resonance Imaging (MRI)–Simple Loops Can Induce Heat Injury. Front Med Biol Eng 11:117-129, 2001.

Niehaus M, Tebbenjohanns J. Electromagnetic Interference in Patients with Implanted Pacemakers or Cardioverter-Defibrillators. Heart 86:246-248 2001.

Price RR. The AAPM/RSNA Physics Tutorial for Residents. MR Imaging Safety Considerations (Review). Radiographics 19:1641-1651, 1999.

Pride GL Jr, Kowal J, Mendelsohn DB, et al. Safety of MR Scanning in Patients with Nonferromagnetic Aneurysm Clips. J Magn Reson Imaging 12:198-200, 2000.

Pruefer D, Kalden P, Schreiber W, et al. In vitro Investigation of Prosthetic Heart Valves in Magnetic Resonance Imaging: Evaluation of Potential Hazards. J Heart Valve Dis 10:410-414, 2001.

Ridgway M. The Great Debate on Electrical Safety—In Retrospect. In Dyro JF (ed). The Handbook of Clinical Engineering. Elsevier, Burlington, MA, 2004.

Rothe CF, Kim KC. Measuring Systolic Arterial Blood Pressure. Possible Errors from Extension Tubes or Disposable Transducer Domes. Crit Care Med 8:683-689, 1980.

Sakiewicz PG, Wright E, Robinson O. Abnormal Electrical Stimulus of an Intra-Aortic Balloon Pump with Concurrent Support with continuous Veno-Venous Hemodialysis. ASAIO J 46:142-145 2000.

Schenck JF. Safety of Strong, Static Magnetic Fields (Review). J Magn Reson Imaging 12:2-19, 2000.

Shan PM, Ellenbogen KA. Life After Pacemaker Implantation: Management of Common Problems and Environmental Interactions. Cardiol Rev 9:193-201, 2001.

Todorovic M, Jensen EW, Thogersen C. Evaluation of Dynamic Performance in Liquid-Filled Catheter Systems for Measuring Invasive Blood Pressure. Int J Clin Monit Comput 13:173-178, 1996.

Zegzula HD, Lee WP. Infusion Port Dislodgement of Bilateral Breast Tissue Expanders After MRI. Ann Plast Surg 46(1):46-48, 2001.

٦١

أجهزة الحقن ذات الاستعمال لمرة واحدة

Single-Use Injection Devices

Michael Cheng
Health Technology Management
Ottawa, Ontario, Canada

يشرح هذا الفصل مفاهيم السلامة للإبر والحقن وهي أجهزة طبية تُستخدم لحقن الأدوية في الجسم الإنساني وسحب السوائل من الجسم. وبالرغم من أن الفصل يركز على الدول النامية إلا أن مفاهيم كثيرة تنطبق أيضاً على الدول المصنَّعة (المتقدمة).

يتم إنتاج معظم أجهزة الحقن الآن للاستعمال لمرة واحدة. تتضمن مشاكل السلامة المترافقة مع استخدام الإبر والحقن العدوى المسبَّبة بإعادة استعمال أجهزة ملوَّثة وبوخزات عرضية بالإبر (غرزات/غزات إبر). تقود الوخزات بإبر ملوَّثة أيضاً إلى عدوى (خَمَج). لقد قاد التأثير الجدي لسلامة الحقن في الصحة العالمية إلى مجموعة نشطة تُسمى "الشبكة العالمية للحقن الآمن" Safe Injection Global Network (SIGN) عنوانها على الإنترنت (www.injectionsafety.org) ولها منتدى على الإنترنت (e-mail:sign@uq.net.au).

يصف هذا الفصل الأسباب التقنية لعدم إعادة استعمال الأجهزة وللحُقَن ذاتية التعطيل auto-disable ولمنع إعادة الاستعمال ولصناديق السلامة لاحتواء الآلات الحادة بعد الاستعمال مباشرة وللتخلص النهائي من الآلات الحادة المستعملة. تم تطبيق مفهوم إدارة دورة الحياة المُقترَح من أجل الأجهزة الطبية الرئيسية على أجهزة الحقن من أجل ضمان السلامة في تخطيط وتوفير البرامج الصحي (انظر الفصل (٣١)).

الـــحُقن والســـلامة

Injections and Safety

الحقن من أكثر إجراءات الرعاية الصحية شيوعاً. يتم إعطاء مابين (١٢) و (١٦) بليون حقنة في السنة على مدى العالم. تُعطى غالبية الحقن (٩٠٪ إلى ٩٥٪) لأغراض علاجية وغالباً غير ضرورية. حوالي ٥٪ من الحقن تعطى من أجل التطعيمات (تفعيل المناعة).

في البلدان النامية، وغالباً بسبب عدد غير كافٍ من أجهزة الحقن أو عدم إمكانية الوصول إلى أكثر (انظر تفاصيل أمن أجهزة الحقن التالية)، فقد أفيد أن ما يصل إلى ثلثي الحقن في بعض البلدان غير آمنة. وبالرغم من أنه يُعتقد أن حقن التطعيم أكثر أماناً من الحقن العلاجية، إلا أن (٣٠٪) تقريباً من حقن التطعيم لاتزال تُعتبر غير آمنة. إن الحقن غير الآمنة مسؤولة عن ملايين الحالات من التهاب الكبد نوع (ب) و (ج) و (٢٥٠) ألف حالة نقص مناعة مكتسب (HIV) تخميناً في كل عام (WHO, 2000).

تُعتبر حقنة ما آمنة عندما لا تؤذي المتلقي، ولا تعرِّض العامل في الرعاية الصحية إلى أية مخاطرة عدوى (خمج)، ولا ينشأ عنها نفايات خطرة على المجتمع أو مؤذية للبيئة.

إن إعادة استعمال أجهزة الحقن من دون تعقيم فعال في كثير من البلدان النامية وبعض قطاعات البلدان المتقدمة يمكن أن يسبب عدوى تصالبية. يتم التعامل مع الأدوات الحادة (أي الإبر أو الحقن (السيرنجات)) المستعملة وغالباً الملوّثة بطريقة تعرّض العاملين في الرعاية الصحية لإصابات وخزات الإبر. إن التدبير غير الآمن والتخلص غير الصحيح من النفايات الحادة قد يسبب تلوثاً أيضاً. غالباً ما يتم رمي النفايات الحادة من دون مبالاة حيث ملتقطو النفايات وأناس آخرون يمكن أن يوخزوا ويصابوا بالعدوى.

منع إعادة استعمال أجهزة الحقن ذات الاستعمال لمرة واحدة

Preventing the Reuse of Single-Use Injection Equipment

إن إعادة استعمال الأجهزة الطبية ذات الاستعمال لمرة واحدة مشكلة عالمية. إن إعادة معالجة وإعادة استعمال الأجهزة الطبية لمجال واسع من التطبيقات في الدول المصنَّعة أثار قلقاً جدياً، وتقوم الوكالات الناظمة regulatory agencies بتأسيس إجراءات للحد من إعادة استعمال الإبر والحقن. تتطلب إدارة الغذاء والدواء (FDA) في الولايات المتحدة الأمريكية حالياً أن تتبع إعادة معالجة الجهاز ذي الاستعمال لمرة واحدة نفس تلك المتطلبات التنظيمية المتَّبعة من قبل المصنّع الأصلي للجهاز. لقد وجدت الوكالات الصحية الدولية أن إعادة استعمال أجهزة الحقن في البلدان النامية هي المساهم الرئيسي في انتشار التهاب الكبد ونقص المناعة المكتسب وأخماج (عدوى) أخرى. لقد تم في بعض المناطق إعادة استعمال أكثر من (٧٥٪) من الحقن ذات الاستعمال لمرة واحدة.

يصمم المصنّعون أجهزة موسَّمة بسمة "استعمال لمرة واحدة" بقصد أن لا يُعاد استعمالها. تتضمن الأسباب التقنية ضد إعادة الاستعمال ما يلي:

- قد لا يتم فصل الأجهزة عن بعضها من أجل التنظيف الصحيح.
- قد لا يتم تعقيم الأجهزة ذات الاستعمال لمرة واحدة بشكل صحيح.
- قد لا تتحمل السلامة الميكانيكية والوظيفية لبعض الأجهزة ذات الاستعمال لمرة واحدة إعادة معالجة صارمة.
- قد تؤثر مواد التنظيف الكيميائية ومواد التعقيم على الأجهزة المعاد معالجتها أو على الدواء أو على المريض.

إن العقامة والوظيفية والأخطار الممكنة التي تسببها تفاعلات كيميائية بعد إعادة المعالجة مواضيع هامة.

إن غالبية الحقن ذات الاستعمال لمرة واحدة مصنوعة من البلاستيكيات التي لا تتحمل تعقيماً بدرجة حرارة مرتفعة. إن الأعباء الحيوية مع التعقيم بغاز أكسيد الإيثيلين بعد استعمال الحقنة تتغير بقدر كبير من حقنة إلى حقنة ما يجعل التعقيم الموثوق غير عملي. تتضمن نقاط القلق الأخرى الإبرة الباضعة (الاجتياحية) invasive التي تتلامس بشكل حرج مع الدم والسدادة المطاطية للمكبس والمشحِّم التي يمكن لكل منها أن تؤوي مسببات مرض. إضافة إلى ذلك فإن من المحتمل لتشوه الإبرة بعد الاستعمال أن يفسد وظيفيتها. إن مخاطر العدوى المترافقة مع إعادة استعمال أجهزة الحقن ذات الاستعمال لمرة واحدة مرتفعة إلى حد بعيد. لقد قادت جدية انتشار الأمراض المسبَّبة بإعادة استعمال أجهزة الحقن ذات الاستعمال لمرة واحدة إلى بيان مشترك للـ WHO-UNICEF-UNFPA حول استعمال الحقن ذاتية التعطيل (AD) في خدمات التطعيم (http://www.injectionsafety.org/).

إن للحقن ذاتية التعطيل (AD) (PATH, 2000) آلية داخلية مصممة لتعطي جرعة لقاح وحيدة يتم بعدها إقفال الحقنة بشكل دائم أو تعطيلها. تمنع مثل هذه الآلية إعادة استعمال الحقن والإبر الملوَّثة وتلغي تغليفها وإعادة بيعها غير المصرح بهما. هناك حالياً أنواع كثيرة من الحقن ذاتية التعطيل (AD) المتاحة تجارياً. يتم استخدام الحقن ذاتية التعطيل (AD) بشكل متزايد في القن العلاجية وحقن أخرى. إن من الأساسي في كثير من الموديلات أن يتم إخراج الدواء في الحقنة بالكامل من أجل جعل الحقنة غير قابلة لإعادة الاستعمال.

منع إصابات الأدوات الحادة
Preventing Sharps Injuries

ينبغي، من أجل تجنب الإصابة بوخزة إبرة بعد حقن، التخلص في الحال من الإبرة المستعملة في صندوق أو حاوية سلامة لمنع الوصول المباشر وليس الاستعادة. يجب أن تكون صنايق السلامة مصنوعة من مادة مضادة للانثقاب puncture-proof. وبينما ينبغي عدم إعادة استعمال الحقن والإبر ذات الاستعمال لمرة واحدة أبداً فإن من

الممكن أن يؤخذ بالاعتبار إعادة تدوير صناديق السلامة. إلا أنه يجب اتباع صناديق خاصة وإجراءات إزالة تلوث بشكل صارم (انظر (http://www.noharm.org/.)).

ينبغي ألا يُنظر إلى استعمال صناديق السلامة كنهاية للتخلص الآمن من الإبر والحقن المستعملة. يتطلب التخلص النهائي الآمن والمناسب اعتبارات نظامية.

التخلص النهائي الآمن والمناسب من النفايات الحادة
Ultimate Safe and Appropriate Disposal of Sharps Waste

يمكن أن يكون التخلص النهائي من أجهزة الحقن جزءاً من نظام تخلص من نفايات صحية على مستوى المؤسسة. يجب التخلص من صناديق السلامة المحتوية على أدوات مستعملة حادة بطريقة متوافقة مع حماية البيئة.

يقدم الملحق في نهاية هذا الفصل مقارنة بين طرق مختلفة للتخلص من النفايات الحادة. ينبغي ملاحظة أن لكل طريقة نقاط قوة ونقاط ضعف وليس هناك حل وحيد للتخلص من النفايات هو الأفضل. يجب أن يحدد مديرو مرافق الرعاية الصحية تكنولوجيات التخلص الأكثر ملاءمة اعتماداً على القواعد الناظمة المحلية وحجم وموقع مرفق الرعاية الصحية (مثل مديني مقابل ريفي) وموجودية مواد البناء لبناء المحارق أو الحفر أو لكبسلة النفايات (وضعها في كبسولات (مغلفات)). إن العوامل الجغرافية مهمة أيضاً وتتضمن سهولة الوصول إلى مواقع التخلص النهائي وطبيعة التربة حيث مكان وجود لمرفق الصحي (مثل رملي، طيني، راسب فيضاني، أو أرض صخرية).

تُعتبر بعض الخيارات الحالية كالإحراق غير مقبولة من قبل عدد من مجموعات البيئيين. إن مواضيع التخلص من النفايات الصحية مواضيع مهمة ويتم البحث في تكنولوجيات بديلة وتطويرها (انظر: www.noharm.org).

تطبيق إدارة دورة الحياة
Application of Life Cycle Management

إن ضمان جودة المنتج للقاحات وأجهزة الحقن ليس كافياً لضمان السلامة في المشاريع الصحية كبرنامج تطعيم أو أي برنامج علاجي يستلزم حقناً. يجب أخذ جميع أوجه التطعيم بالاعتبار بما فيها جودة المنتج وتخزينه والتعامل معه وإدار الحقن والتخلص منها. وفي الحقيقة فإن مفهوم إدارة دورة الحياة الذي تم تطويره لأجهزة طبية رئيسية يمكن أن يكون مفيداً هنا. هذا المفهوم يدعو إلى تضمين عناصر أخرى أساسية لإدارة البضائع (انظر الفصل (٣١)). فمثلاً إن إدخال مكوّن سلامة الحقن في مرحلة التخطيط للمشاريع الصحية التي تستلزم حقناً هو طريقة استباقية proactive لضمان السلامة. يمكن أن تنطبق العناصر الأساسية المختلفة في مفاهيم إدارة دورة الحياة من التخطيط وحتى التخلص.

يتم في الجدول رقم (٦١,١) بيان المرجعية التصالبية لبنود الإدارة الرئيسية إلى إصدارات مختلفة متاحة في صندوق أدوات Toolbox الشبكة العالمية للحقن الآمن (SIGN). هذه الإصدارات لاهي مواصفة قياسية ولا هي شاملة وافية ولكنها تحتوي على توصيفات مفصلة لبنود الإدارة لتوضيح قابلية تطبيق المفاهيم.

الجدول رقم (٦١,١). إدارة دورة الحياة مطبقة على جهاز حقن.

عنصر أساسي لجهاز رئيسي (إدارة دورة الحياة)	التطبيق على جهاز حقن	مراجع صندوق أدوات SIGN (٨ أيار (مايو) ٢٠٠٣م)
التخطيط	• تقييم الحالة والاحتياجات:	١- ١، ١- ٢، ١- ٣، ١- ٤، ١- ٥، ١- ٦،
	- عاملو رعاية صحية مؤهلين؟	١- ٧، ١- ٨، ٢- ٥، ٢- ٦، ٣- ١
	- حاجة حقيقية للمداواة؟	
	- بدائل فموية؟	
	- تغير سلوكي	
	• أمن جهاز الحقن:	
	- تخزين مناسب؟	
	• التخلص:	
	- صناديق سلامة	
	- مرافق التخلص	
	• إستراتيجيات الاتصال	
الشراء	• خطوات الشراء، التفاوض على السعر	١- ٦
	• معايير ضمان الجودة	
التوريد	• تضرر بالشحن؟	١- ٦
فحص الدخول	• بضائع خاصة؟	
الجرد والتوثيق	• الجرد الرئيسي	١- ٦
	• سجلات التوزيع	
الاستلام والتسليم	• تخزين وحماية مناسبين	
	• ممارسات توزيع جيدة للمرافق الصحية	
تدريب المستخدمين	• استخدام مناسب	١- ٢، ١- ٤، ١- ٥، ١- ٨، ٢- ١، ٢- ٢،
	• استخدام آمن	٢- ٣، ٢- ٤، ٢- ٦، ٢- ٧
مراقبة الاستخدام والأداء	• مراقبة المخاطر مثل:	
	- الانكسار	
	- وخز الإبرة	
	- قذف غير كامل لتعطيل الإبرة	
	- تطريش الدم أو الدواء	
	- إعادة استعمال	
	- صناديق سلامة للأدوات الحادة المستعملة	
الصيانة	• إعادة تزويد مناسبة	١- ١، ١- ٦
	• أمن جهاز الحقن	
	- المحافظة على عدد مناسب للأدوية	
التخلص بالإحلال	• تخلص مناسب	٢- ٥، ٢- ٧
	• تخلص آمن	

مَراجع صندوق أدوات SIGN متاحة على الموقع الإلكتروني www.who.int / injection_safety / toolbox

إن التخطيط لتخلص آمن في بلدان مختلفة يتضمن تقييم حالة التخلص في كل بلد. وفي اللحظة التي يكون قد تم فيها اتخاذ القرار بالتزويد بأجهزة حقن فإنه يتم أخذ أمن الأجهزة وصناديق السلامة ومرافق التخلص بالاعتبار كما يلي:

- أمن أجهزة الحقن: ملاءمة كمية الأدوية أو اللقاحات مع تأمين أجهزة الحقن من أجل ضمان أجهزة كافية لجميع الأدوية أو اللقاحات من دون الحاجة إلى إعادة استعمال الأجهزة. إن فقدان الوصول إلى أجهزة حقن آمنة يقود بشكل متكرر إلى إعادة الاستعمال.
- صناديق السلامة: يجب تأمين عدد كافٍ من صناديق السلامة من أجل احتواء الأدوات الحادة في الحال بعد الاستعمال. إن استعمال صناديق السلامة ليس نهاية مسؤولية التخلص وإنما هو جزء من مرحلة الاستعمال الآمن.
- التخلص النهائي: يجب تحديد الوسائل والمرافق من أجل التخلص النهائي من صناديق السلامة المحتوية على آلات حادة مستعملة في مرحلة التخطيط. يجب أن تضمن إجراءات التخلص السلامة الشخصية وأن تحمي البيئة.

مناقشـــــة

Discussion

يوفر جدول إدارة دورة الحياة قائمة تحقق بسيطة من صفحة واحدة لبنود رئيسية لكامل نظام الإدارة (انظر الجدول رقم ٦١,١). يمكن إضافة تفاصيل بنود رئيسية نوعية لبرنامج أو مشروع صحي محدد للاستشارة حسب الطلب. تسمح هذه الصورة وحيدة الصفحة أيضاً لأي من العاملين الصحيين بأن يرى أهمية دوره أو دورها في النظام الكلي، مما يشكل خطوة أولى مهمة باتجاه زيادة مردودية وفعالية النظام.

يمكن لمقاربة إدارة دورة الحياة التي تم تطويرها في الأصل لأجهزة طبية رئيسية أن تنطبق أيضاً على أجهزة طبية غير رئيسية ولكن أساسية ويمكن توسعتها لأجهزة إضافية.

الـــمراجع

References

PATH. Safe Injection Manual. PATH Technologies for Immunization, http://www.path.org/technos/ht_safe_injection_manual.htm, PATH, 2000.

WHO. Injection Safety. World Health Organization Secretariat Executive Board 107th session, EB107/23, 2000.

WHO/UNICEF/UNFP. An Online Joint Statement on the Use of Auto-Disable Syringes in Immunization Services. http://www.injectionsafety.org/, 2000.

ملحق. مقارنة طرق التخلص من النفايات الحادة (من صندوق أدوات SIGN)

حفرة دفن نفايات أو كبسلة (وضع في كبسولات)	بسيط، غير مكلف، تقنية منخفضة، تمنع العدوى من أو الإصابة بالأدوات الحادة بالنسبة للمتعاملين مع النفايات والكناسين	احتمال عدم الدفن، لا تقليص في الحجم، لاتطهير للنفايات، يمكن أن تمتلئ الحفرة بسرعة، غير مبني للنفايات المعدية غير الحادة، يمثل خطراً على المجتمع إن لم يدفن بشكل صحيح، غير مناسب للمناطق ذات الأمطار الغزيرة إذا كان حوض الماء قريباً من السطح
الإحراق بدرجة حرارة أقل من (٤٠٠) مئوية	محارق آجرية، محارق طبلية، إحراق في حفرة، غير مكلف نسبياً، التدريب المطلوب في الحد الأدنى، تقليص حجم النفايات، تقليص المادة المعدية	احتراق غير كامل، قد لا يعقم بشكل كامل، ينتج عنه دخان كثيف، قد يتطلب وقوداً أو نفايات صلبة لبدء الإحراق، احتمال انبعاثات سامة (أي ديوكسينات أو فورانات) إذا لم يتم تدبير جريان النفايات بشكل صحيح
الإحراق بدرجة حرارة أكبر من (٨٠٠) مئوية	احتراق كامل تقريباً وتعقيم لأجهزة الحقن المستعملة، يخفض مخاطرة الانبعاثات السامة، يقلص إلى حد كبير حجم النفايات الحادة، مطابق لقوانين البيئة المحلية	بناؤه وتشغيله وصيانته مكلفة نسبياً، يتطلب كادر مدرَّب للتشغيل، قد يتطلب وقوداً أو نفايات صلبة للإشعال، احتمال انبعاثات سامة (أي ديوكسينات أو فورانات) إذا لم يتم تدبير جريان النفايات بشكل صحيح
إزالة / تحطيم الإبرة	يقلص المخاطر المهنية للمتعاملين مع النفايات والكناسين، يمكن إعادة تدوير البلاستيك والفولاذ بأمان لاستعملات أخرى بعد المعالجة (مثل: سطول، علاقات)، تكنولوجيات يدوية متاحة	احتمال الإصابة بوخزات إبر أثناء الإزالة، قد ينتج عن تطريش السائل والتحكم بالإبرة فرصة لنقل ممرضات منقولة بالدم، تحتاج الإبر/الحقن المستعملة لمعالجة إضافية للتخلص منها، صورة (بروفايل) السلام غير وطيد
الصهر في أفران صناعية	يقلص إلى حد كبير حجم النفايات الحادة	مكلف، يتطلب كهرباء
التعقيم بالبخار متبوعاً بالتفريم	يعقم أجهزة الحقن المستعملة، قد يخفض حجم النفايات	تكلفة رأسمالية عالية، يتطلب كهرباء، تكاليف تشغيل وصيانة عالية

٦٢

التداخل الكهرومغناطيسي مع الأجهزة الطبية:
دراسات مخبرية ومعايير التوافق الكهرومغناطيسي

Electromagnetic Interference with Medical Devices: In Vitro Laboratory Studies and Electromagnetic Compatibility Standards

Kok-Swang Tan
Medical Devices Burea,
Therapeutic Products Directorate, Health Canada
Ottawa, Ontario, Canada

Irwin Hinberg
Medical Devices Bureau
Therapeutic Products Directorate, Health Canada
Ottawa, Ontario, Canada

يمكن للتداخل الكهرومغاطيسي (EMI) من مصادر تردد راديوي أن يتسبب في حدوث خلل وظيفي في أجهزة طبية مختلفة، وأن يؤثر سلبياً على سلامة المريض. سيتم تقديم نظرة عامة على مواضيع التداخل الكهرومغناطيسي التالية: التداخل مع الأجهزة الطبية بما فيها الأجهزة القلبية المزروعة من أنظمة الاتصالات الاسلكية، ومن أنظمة شبكات المناطق المحلية اللاسلكية، ومن أنظمة مراقبة المواد الإلكترونية، ومن كاشفات المعادن، وتقييم قابلية تأثر الأجهزة الطبية بالتداخل الكهرومغناطيسي من هذه المصادر. يتضمن هذا الفصل توصيات بحلول لخفض المخاطرة ومراجعة للمواصفات القياسية (المعايير) الدولية حول متطلبات التوافق (التوافقية) الكهرومغناطيسي (EMC).

التداخل الكهرومغناطيسي
Electromagnetic Interference

التداخل الكهرومغاطيسي (EMI) ظاهرة يمكن أن تحدث عندما يتعرض جهاز إلكتروني لحقل كهرومغناطيسي (EM). يمكن لأي جهاز له دارات إلكترونية أن يكون قابلاً للتأثر بالتداخل الكهرومغناطيسي. ومع الاستخدام المتزايد على الدوام للطيف الكهرومغناطيسي وللأجهزة الإلكترونية المتطورة أكثر والمعقدة أكثر فإن

مواضيع التداخل الكهرومغناطيسي تجذب الانتباه. عند النظر إلى مواضيع التداخل الكهرومغاطيسي فإنه يؤخذ ما يلي بالاعتبار: المصدر والممر والمستقبل. تنتشر الطاقة الكهرومغناطيسية من المنبع عبر الممر وتتداخل مع عمل المستقبل. لا بد من وجود هذه الثلاثة جميعها حتى يكون هناك مشكلة تداخل كهرومغاطيسي. يمكن للممر أن يكون منقولاً أو مُشَعّاً أو تحريضياً (حثياً) أو مرتبطاً بسعة أو بشحنات كهربائية ساكنة أو اتحاداً من أي مما ذُكر آنفاً. ولذلك فإنه يُؤخذ عاملان بالاعتبار لفهم تأثيرات التداخل الكهرومغناطيسي: الانبعاثات والمناعة (معروفة أيضاً كقابلية تأثر). الانبعاثات مقياس للطاقة الكهرومغناطيسية من مصدر تردد راديوي. أما المناعة فتهتم بدرجة التداخل من مصدر طاقة كهرومغناطيسية خارجي في عمل الجهاز الإلكتروني. سيكون الجهاز منيعاً تحت مستوى معيَّن للتداخل الكهرومغناطيسي ويصبح متأثراً فوق هذا المستوى. مشاكل التداخل الكهرومغاطيسي الثلاثة الأكثر شيوعاً هي: ١) تداخل الترددات الراديوية و ٢) التفريغ الكهربائي الساكن (الكهروستاتيكي) و ٣) اضطرابات الطاقة. سيركز هذا الفصل على التداخل المُشَع من مصادر تردد راديوي مختلفة.

التداخل مع الأجهزة الطبية

Interference with Medical Devices

يمكن للتداخل الكهرومغناطيسي أن يعطّل عمل مكوّنات الأجهزة الإلكترونية الطبية الحديثة كالمضخمات التماثلية الحساسة والمعالجات الصغرية (الميكروبروسيسورات) المتطورة عندما تكون شدات الحقل المغناطيسي في البيئة المحيطة أكبر من مناعة الجهاز الطبي. لقد كان التداخل الكهرومغناطيسي مسؤولاً عن كثير من الاختلالات الوظيفية لأجهزة طبية للعناية المركزة وداعمة للحياة مما يسبب قلقاً بخصوص سلامة المرضى المعتمدين على هذه الأجهزة. لقد تمت الإفادة بتقارير عن العديد من الحوادث ذات الصلة بالتداخل الكهرومغناطيسي مع الأجهزة الكهربائية الطبية إلى الوكالات الناظمة في كندا والولايات المتحدة والمملكة المتحدة وأستراليا وتم نشرها في مجلات علمية (Silverberg, 1993) و (Hayes et al., 1997) و (Carillo et al., 1996). تتضمن مصادر التداخل أنظمة الاتصالات اللاسلكية وأنظمة الأمن الإلكترونية وأجهزة الجراحة الكهربائية وفراغ الكهرباء الساكنة (الفراغ الكهروستاتيكي) واضطرابات كهربائية من أنظمة التغذية بالطاقة الرئيسية. إلا أن نسبة حدوث الاختلالات الوظيفية بسبب التداخل الكهرومغاطيسي التي لا تتم الإفادة عنها بتقارير غير معروف. استلم مكتب الأجهزة الطبية (MDB) التابع لصحة كندا ما بين عامي ١٩٨٤م و ٢٠٠٠ م ستاً وثلاثين تقريراً عن اختلال وظيفي لجهاز طبي يُعزى إلى تداخل كهرومغناطيسي (MDB, 2000) و (Tan and Segal, 1995). تضمنت هذه التقارير أربعة تقارير عن اختلالات وظيفية لأجهزة طبية سببها هواتف خلوية لاسلكية، حالتان لتداخل كهرومغناطيسي من أنظمة إلكترونية لمراقبة البضائع (EAS) في نواظم خطى قلبية مزروعة وحالة واحدة ربما عن تناقص جهد بطارية ناظم خطى وتفعيل رسالة

خاطئة عن تعطل سابق للأوان. قام مكتب الأجهزة الطبية (MDB) أيضاً بالتحقيق بتقارير عن تداخل من مصادر ترددات راديوية. تضمنت هذه التقارير: ١) تداخلاً لجهاز جراحة كهربائية مع إشارات تخطيط كهربية قلب يتم إظهارها على شاشة مزيل رجفان خارجي مؤتمت، و ٢) كبتاً كاملاً لإشارة النظم لناظم خطى بحقل مغناطيسي نابض من نهاية طرفية لإظهار فيديوي، و ٣) تعطلاً لدارة كشف موجة R في مزيل رجفان قلبي بوجود إشارة عضل صنعية محاكاة من جهاز محاكاة لمخطط كهربية القلب، و ٤) تداخلاً لنظام عزل خط (نظام طاقة معزولة) في وحدة عناية مركزة مع أداء مزيل رجفان. توضح هذه التقارير الحاجة إلى توجيهات بخصوص إدارة التداخل الكهرومغناطيسي ضمن المستشفيات وخصوصاً في مناطق العناية المركزة.

لقد قام أيضاً مركز الأجهزة والصحة الشعاعية التابع لإدارة الغذاء والدواء الأمريكية (FDA, CDRH) بتقييم للمخاطر المحتملة للتداخل الكهرومغناطيسي على الأجهزة الطبية مبني على نظام تقارير الحوادث CDRH MedWatch. نشر Silberberg تقريراً يستشهد بـ (١٠١) حادثة تلقت الـ FDA تقارير عنها في الفترة ما بين عامي ١٩٧٩م و ١٩٩٣م (Silberberg, 1992) و (Silberberg, 1993). أفاد Witters et al. في عام ٢٠٠١م بأنه وُجد أنه من المحتمل أن تكون (٥٧٦) من (١٥٠٠٠٠) تقرير حادثة مستلمة ما بين عامي ١٩٨٤م و ١٩٩٥م ذات صلة بالتداخل الكهرومغناطيسي. حوالي ٧٩٪ أو (٤٥٦) من هذه التقارير له علاقة بنواظم خط القلب ومزيلات الرجفان، كما أشاروا إلى أنه كان هناك حاجة للمداخلة لحماية المرضى. كما أفادوا أيضاً بأن الـ FDA تلقت في العشر سنوات الأخيرة أكثر من (٨٠) تقريراً ذا صلة بالتداخل الكهرومغناطيسي لها علاقة بأجهزة أمن مثل الأنظمة الإلكترونية لمراقبة البضائع (EAS) وكاشفات المعادن.

لقد أبدى كادر المستشفيات بمن فيهم المهندسون الإكلينيكيون والطبيون الحيويين والممرضات والمديرون كما أبدى عامة الناس أيضاً قلقهم حول التداخل الكهرومغناطيسي بناء على تقارير الحوادث ومنشورات أخرى. تتضمن الأسئلة التي تُسأل بشكل متكرر: ١) ما هي المسافة الآمنة بين هاتف خلوي وجهاز طبي أو ناظم خطى؟ ٢) هل ينبغي للمستشفى أن يمنع استعمال الهواتف الخلوية؟ ٣) هل سيؤثر الهاتف الخلوي على نواظم الخطى القلبية؟ ٤) هل سيؤثر نظام الـ EAS على ناظم الخطى؟ ٥) هل يستطيع المستشفى استعمال نظام LAN اللاسلكي الجديد؟ ٦) هل ستتسبب أية أنظمة اتصالات لاسلكية أو أنظمة أمن كبتاً أوقدحاً غير مناسبين لخرج ناظم خطى أو تفعّل نظم الخطى غير التواقتي في ناظم خطى قلبي؟ ٧) هل ستعيد مثل هذه الأنظمة برمجة ناظم الخطى على صيغة الدعم backup mode أو تخرّب ناظم الخطى بشكل دائم أو تقدح بشكل غير مناسب مزيل رجفان مزروعاً بعاكس قلبي (ICD)؟

تقاوم الدارات الإلكترونية لنواظم الخطى القلبية التداخل الكهرومغناطيسي حتى مستوى منخفض من الإشعاع. يكون رد فعل نواظم الخطى عند مستويات أعلى بالتبديل إلى صيغة التردد الثابت fixed-rate mode. يمكن

لحقول كهرومغناطيسية عالية أو منخفضة التردد معدَّلة المطال قوية أن تتسبب بالنظم غير المتواقت وأيضاً بكبت لوظيفة التنبيه في ناظم الخطى. منذ انتشار الهواتف الخلوية اللاسلكية الممسوكة باليد لم يعد المستخدم يحمل فقط مستقبلاً وإنما أيضاً مُرسِلاً قريباً من الجسم. يبعث المرسِل بحقول كهرومغناطيسية قوية نسبياً إلى الجسم. تخترق الأمواج الكهرومغناطيسية المنبعثة بتعديلها التماثلي أو الرقمي أو كليهما الجسم حيث تستطيع أن تؤثر على المزروعات الإلكترونية الموجودة مثل نواظم الخطى. لقد فحص العديد من مجموعات الباحثين التداخل مع نواظم الخطى القلبية المزروعة بالقرب من هواتف خلوية (Tan and Hinberg, 1998) و (Hayes and Wang, 1997) و(Carillo et al., 1996) و(Barbaro et al., 1995) و(Eicher et al., 1994) و(Imich et al., 1996) و(Schlegal et al., 1995) و(Hayes et al., 1996). إضافة إلى ذلك أفاد الباحثون عن تأثيرات أجهزة تردد راديوي تجارية أخرى مثل أجهزة الأمن على الأجهزة الطبية المزروعة (Tan and Hinberg, 1998) و(Tan and Hinberg, 1999) و(Dodinot et al., 1993) و (Lucas et al., 1994) و (McIvor, 1995) و(Mathew et al., 1997) و (Copperman et al., 1988).

قام المؤلفان من أجل تحديد مواضيع التداخل الكهرومغناطيسي البارزة والقلق منها وإستراتيجيات إدارة المخاطر بالتحقيق في قابلية تأثر الأجهزة الطبية للعناية الحرجة بمصادر تردد راديوي مختلفة وقيّما المخاطر. المصادر كانت التالية: أجهزة الاتصالات اللاسلكية كالهواتف الخلوية الرقمية والتماثلية وأجهزة الراديو ذات الاتجاهين وأنظمة خدمات الاتصال الشخصية (PCS) وأنظمة تكنولوجيا التوجيه companion technology systems وأنظمة خدمات الراديو العائلية (FRS) وأنظمة شبكات المنطقة المحلية (LAN) اللاسلكية وأنظمة القياس الطبي عن بعد وأنظمة الأمن الإلكترونية مثل الـ EAS وأنظمة كشف المعادن التي يتم المرور من خلالها (WTMDs) وأنظمة كشف المعادن الممسوكة باليد (HHMDs). تضمنت الأجهزة الطبية المستخدمة في هذه الدراسات (٢٩) جهازاً علاجياً و(١٣) جهاز مراقبة (مونيتور) و(١٠) أجهزة طبية تشخيصية و(٢٢) ناظم خطى قلبي مزروع و(٢) مزيل رجفان مزروع. تعتمد الدرجة التي تتأثر بها الأجهزة الكهربائية الطبية بمصادر التردد الراديوي على قابلية تأثر الجهاز بالتداخل الكهرومغناطيسي وعلى الطاقة وتردد التشغيل للمصادر المشَعَّة وعلى مسافة بعد الجهاز الكهربائي الطبي عن المصادر المشَعَّة.

شدات الحقل المغناطيسي والكهربائي من مصادر تردد راديوي مختلفة

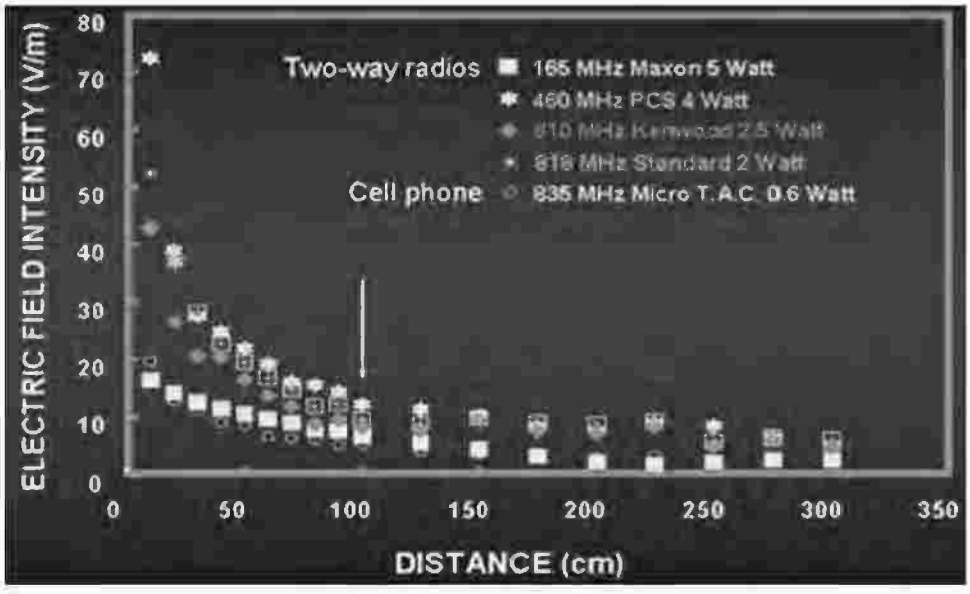
Electric and Magnetic Field Strengths from Various Radiofrequency Sources

قام الباحثون قبل أن يتم اختبار أي تداخل كهرومغناطيسي مع أجهزة طبية بقياس شدة الحقل المغناطيسي والكهربائي من مصادر تردد راديوي مشَعَّة مختلفة كتابع للمسافات ولترددات التشغيل. تم من أجل قياس شدة الحقل الكهربائي التي يشعها مصدر استخدام هوائي ثنائي القطب قابل للضبط من نوع (EMCO model 3121C) وهوائي

دوري لوغاريتمي من نوع (Amplifier Research log periodic antenna model AT1000). تم ربط خرج الهوائي إلى محلّل طيف من نوع (Hewlett Packard models E8541 and model E4407B). تم استخدام هوائيات حلقية خاملة من نوع (EMCO passive loop antennas, models 7604 and 6509) لقياس شدة الحقل المغناطيسي المولّدة من قبل المصدر. تم في كلا الحالتين حساب شدات الحقل الكهربائي والمغناطيسي من القيم التي تم الحصول عليها من محلّل الطيف والتي تم إضافة كل من عامل الهوائي التابع للتردد وضياع الكبل إليها.

أجهزة الاتصال اللاسلكية Wireless Telecommunication Devices

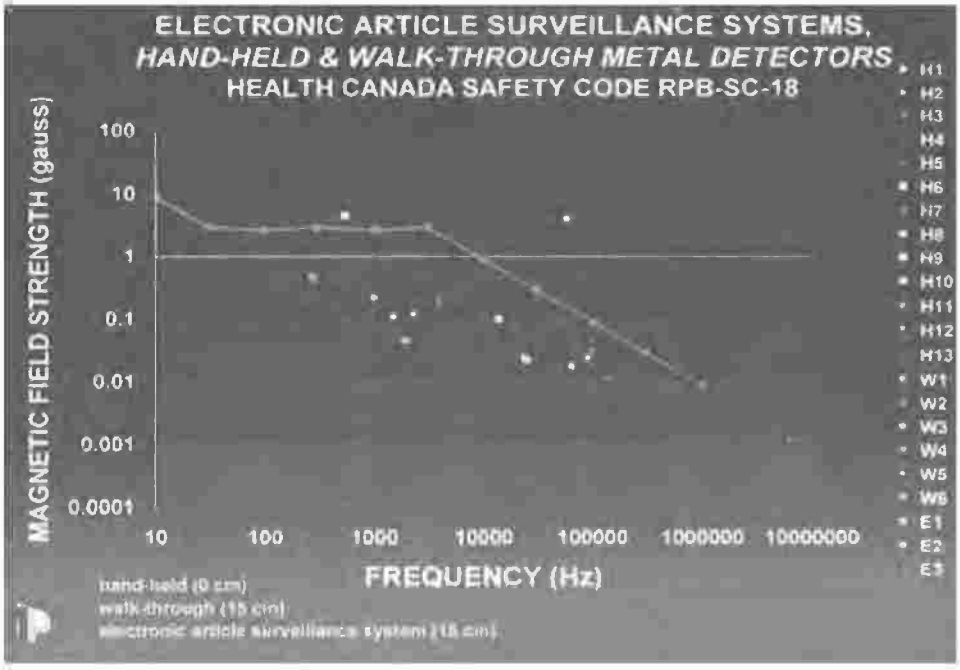
يوضح الشكل رقم (٦٢,١) شدات الحقل الكهربائي مقيسة من أربعة أجهزة راديو ثنائية الاتجاه وهاتف خلوي كتابع للمسافات. تم اختبار أربعة نماذج (موديلات) من الهواتف الخلوية بنتائج متشابهة. تتراوح شدة الحقل الكهربائي المقيسة من أجهزة الراديو ثنائية الاتجاه والهواتف الخلوية عند مسافة متر واحد ما بين (٧-١٥) فولت/متر و (٣-٥) فولت/متر على الترتيب وذلك حسب طاقات الخرج الأعظمية للأجهزة وتردد التشغيل. تنتج أنظمة الـ FRS ثنائية الاتجاه شدة حقل كهربائي أقل من الهواتف النقالة. لقد قيست عند مسافة متر واحد شدات حقل كهربائي تبلغ (٢-٢,٥) فولت/متر. ولّد نظام شبكة منطقة محلية LAN لاسلكي شدة حقل كهربائي بحوالي (٠,١) فولت/متر عند مسافة متر واحد من الهوائي على النظام (Lucas et al., 1994).



الشكل رقم (٦٢,١). قياس شدة الحقل الكهربائي لأجهزة اتصالات لاسلكية

أنظمة الأمن Security Systems

يوضح الشكل رقم (٦٢,٢) شدات الحقل المغناطيسي المقيسة من ثلاثة أنظمة EAS (ستة WTMDs وثلاثة عشر HHMDs). ولّد اثنان من أنظمة الـ EAS الثلاثة حقولاً أقوى من أي كاشف معدن بلغت (١-٥) غاوص Gauss تقريباً. ولّدت كاشفات المعادن التي يتم المرور من خلالها حقولاً مغناطيسية أقوى من كاشفات المعادن الممسوكة باليد. كانت جميع كاشفات المعادن التي تم اختبارها عند مقارنتها مع كود السلامة الكندي رقم (١٨) من أجل كاشفات المعادن (HWC, 1977) مطابقة لكود السلامة الموجود.



الشكل رقم (٦٢,٢). شدة الحقل المغناطيسي كتابع للتردد لأنظمة إلكترونية لمراقبة البضائع وكاشفات معادن، تلك الممسوكة باليد وتلك التي يتم المرور من خلالها

اختبار الأجهزة الطبية

Medical Devices Testing

منهجية لقابلية تأثر الأجهزة الطبية بالتداخل الكهرومغناطيسي من أجهزة اتصال لاسلكية:

اختُبرت الأجهزة الطبية المحمولة في غرفة مستشفى شاغرة بينما اختُبرت الأجهزة الثابتة بشكل دائم في موقعها. انطبقت شروط التشغيل العادي لكل جهاز. تم اختبار أربعة نماذج لهواتف خلوية تماثلية بطاقة قصوى (٠,٦) وات وأربعة نماذج لأجهزة راديو ثنائية الاتجاه بطاقة متغيرة (٢-٥) وات. تم اختبار قابلية تأثر الأجهزة الطبية

بالتداخل الكهرومغناطيسي من أجهزة الاتصالات عن بعد اللاسلكية عند مسافة ثلاثة أمتار. إذا لم تتم ملاحظة تداخل كهرومغناطيسي كان يتم إعادة الاختبار عند مسافات أقل إلى أن يتم ملاحظة تأثير أو إلى أن يصبح جهاز الاتصال عن بعد ضمن مسافة سنتيمترين من الجهاز الطبي. وإذا تم ملاحظة تداخل كهرومغناطيسي فإنه كان يتم تحريك المسافة رجوعاً إلى أن لا يحدث تأثير. وعند كل مسافة كان يتم إجراء اختبارات أولاً مع الهوائي في وضع شاقولي وعند ارتفاعات مختلفة تتراوح ما بين مستوى الأرض وحتى مستوى الجهاز الطبي. تمت إعادة جميع الاختبارات مع الهوائي في وضع أفقي وفي الخلف والأعلى وعلى كلا جانبي الجهاز الطبي. تم قياس جميع المسافات موازية للأرض من قاعدة الهوائي على جهاز الاتصال عن بعد إلى الوجه الأمامي للجهاز الطبي. وبعد كل اختبار كان يتم التحقق من الجهاز الطبي للتثبت من أنه لم يتضرر بشكل دائم أو تعاد برمجته بسبب التداخل الكهرومغناطيسي. كان يتم تكرار أي ملاحظة ثلاث مرات على الأقل من أجل استبعاد المصادفة. إذا ما تبيَّن أن التأثير تغيّر مع الزمن (مثل قيم متذبذبة) فقد كان يتم تمديد زمن الإرسال لتقرير ما إذا كان التأثير سيتزايد أو يختفي أو يبقى ضمن حدود معيّنة. تم تضمين إجراءات اختبار مماثلة في توجيهات الممارسة الموصى بها (١٩٩٧م) من المعهد الوطني الأمريكي للمواصفات القياسية (ANSI).

نتائج اختبار التداخل الكهرومغناطيسي Results of EMI Testing

نظام الاتصال عن بعد اللاسلكي:

يوضح الجدول رقم (٦٢,١) نتائج اختبار التداخل الكهرومغناطيسي. إن النتيجة الأكثر وضوحاً هي أن أكثر من ٦٠٪ من الأجهزة الطبية التي تم اختبارها كانت تتأثر بوجود جهاز لاسلكي للاتصال عن بعد. ومن هذه ٦٤٪ (٣٢ من أصل ٥٠) كانت تتأثر بأجهزة الراديو ثنائية الاتجاه و ٢٦٪ (١٣ من أصل ٥٠) كانت تتأثر بالهواتف الخلوية التماثلية. سببت أجهزة الراديو ثنائية الاتجاه التداخل الأكبر عند المسافات الأكبر. كان للهواتف الخلوية تأثير أقل بكثير كان يحدث غالباً عند مسافات قريبة جداً فقط. تسببت أجهزة الراديو ثنائية الاتجاه باختلال وظيفة بعض الأجهزة عند مسافات ثلاثة أمتار، بينما لم تسبب الهواتف الخلوية التماثلية اختلالاً وظيفياً عند مسافات أكبر من متر واحد.

من أجل التوصيف الكيفي والكمي لاختلالات وظائف الأجهزة الطبية المعرَّضة بالتداخل الكهرومغناطيسي فقد تم إعطاء كل تأثير واحداً من رموز (كودات) الخطأ التالية:

A : إنذار مرئي و/أو مسموع مع توقف الجهاز.

B : إنذار مرئي و/أو مسموع مع عدم توقف الجهاز.

C : أخطاء قراءة مع عدم تغير في التشغيل.

D : تغيّر في القراءة المقيسة يتسبب بتغيّر في تشغيل الجهاز.

E : تشوّه في المؤشر الصوتي.

F : يقوم الجهاز بإعادة التشغيل أو فصل الطاقة بنفسه.

G : فقدان الدخل الذي يتم قياسه.

H : تشويه موجود في إظهار القياس في الجهاز (أشكال الموجة).

I : اختلال وظيفة الجهاز، لا إنذار.

J : اختلال الإظهار.

K : يحتاج الجهاز إلى إعادة ضبط reset يدوي من أجل الاستمرار في التشغيل الصحيح.

L : الجهاز يغير صيغة/نمط التشغيل.

M : اختلال وظيفة المسجل.

N : اختلال الإنذار.

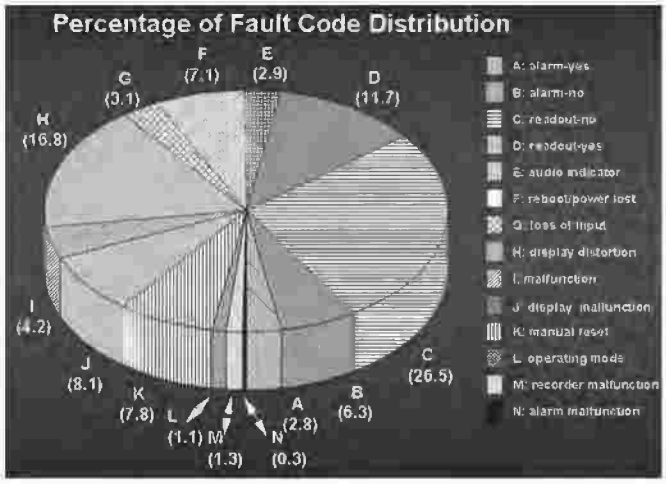
O : لم يُلاحظ تأثير.

P : لم يمكن الاقتراب من الجهاز من هذا الاتجاه.

الجدول رقم (٦٢,١). تأثيرات أجهزة الاتصال عن بعد اللاسلكية على الأجهزة الطبية.

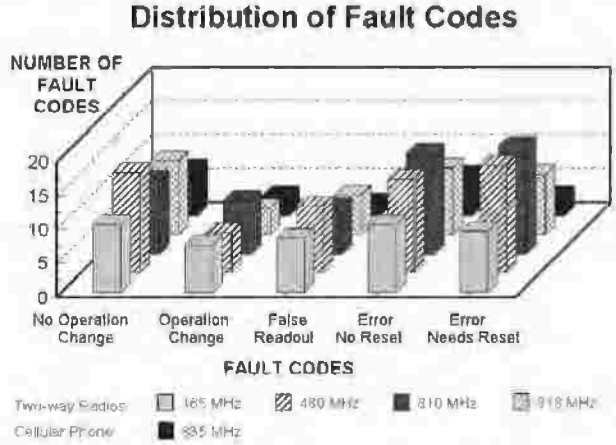
		أجهزة الراديو ثنائية الاتجاه			هواتف خلوية
التردد (ميغاهرتز)	١٦٥	٤٦٠	٨١٠	٨١٨	٨٢٨- ٨٤٦
الطاقة (وات)	٥	٤	٢,٥	٢	٠,٦
شدة الحقل الكهربائي عند مسافة متر واحد من الهوائي ثنائي القطب	٧	١٥	١١	١٠	٥
عدد الأجهزة الطبية المختَبَرة			٥٠		
عدد الأجهزة التي حدث فيها اختلال وظيفي			٣٢		١٨
المسافات (متر)	**عدد الاختلالات الوظيفية**				**العدد الكلي**
أقل من (٠,٣)	٢٦	٣٢	٣٩	٣٤	١٥٠
٠,٣- ١,٠	٧	١٧	١٠	١٣	٥١
١,٠- ٣,٠	١٠	٩	٥	٣	٢٧
٣,٠- ٥,٠	٢	٤	٠	٠	٦
أكبر من (٥,٠)	١	١	٠	٠	٢
العدد الكلي	٤٦	٦٣	٥٤	٥٠	٢٣٦

يلخص الشكل رقم (٦٢,٣) توزيع النسب المئوية لكل رمز (كود) من رموز الخطأ. كانت الأخطاء الأكثر شيوعاً هي أخطاء القراءة مع عدم تغير في التشغيل (C) والتغيّر في القراءة المقيسة الذي يتسبب بتغيّر في تشغيل الجهاز (D) و قيام الجهاز بإعادة التشغيل أو فصل الطاقة بنفسه (F).



الشكل رقم (٦٢,٣). توزع النسب المئوية لرموز (كودات) الخطأ.

يوضح الشكل رقم (٦٢,٤) النتائج التي تم الحصول عليها عند مسافات مختلفة. تسببت أجهزة الراديو ثنائية الاتجاه عند أي مسافة معطاة باختلالات وظيفية أكثر وأشد من الهواتف الخلوية التماثلية. وتسببت أجهزة الراديو ثنائية الاتجاه عند مسافات أقل من (٣٠) سنتيمتراً وعند تردد (٨١٠) ميغاهرتز باختلالات وظيفية أكثر من تلك التي تعمل عند ترددات (١٦٥) و(٤٦٠) و(٨١٨) ميغاهرتز. تسببت أجهزة الراديو ثنائية الاتجاه العاملة عند ترددات (١٦٥) و(٤٦٠) ميغاهرتز باختلالات وظيفية عند مسافات أكبر من ثلاثة أمتار بينما لم يكن لأجهزة الراديو الأخرى تأثير. لم تتسبب الهواتف الخلوية التماثلية باختلالات وظيفية عند مسافات أكبر من متر واحد.



الشكل رقم (٦٢,٤). توزع رموز (كودات) الخطأ.

يوضح الجدول رقم (٦٢,١) أن أجهزة الاتصال عن بعد اللاسلكية تداخلت مع تشغيل معظم الأجهزة الطبية. إلا أن بعض الأجهزة أظهرت تأثراً فقط عند مسافات قريبة جداً وترددات محددة.

تعتمد شدة تأثيرات التداخل الكهرومغناطيسي على العوامل التالية :

- المسافة من الجهاز اللاسلكي للاتصال عن بعد إلى الجهاز الطبي.
- المسافة من الجهاز اللاسلكي للاتصال عن بعد إلى المحطة الرئيسية لبرج الإرسال التي تحدد خرج الطاقة للجهاز اللاسلكي للاتصال عن بعد.
- تردد الجهاز اللاسلكي للاتصال عن بعد.
- زمن الإرسال في بعض الحالات.
- تحجيب الجهاز الطبي والكبلات.

أشارت نتائج الاختبار هذه ضمناً إلى أن الهواتف الخلوية تسببت بتأثير أكبر عند إرسال مكالمة في البداية. نقص التأثير لحظة إنشاء الاتصال قليلاً. قد يكون السبب هو أن الهواتف الخلوية تضبط مخرجات طاقتها اعتماداً على المسافة من الموقع التشغيلي إلى المحطة الرئيسية.

ومن أجل تحليل مخاطرة التداخل الكهرومغناطيسي فقد تم تقسيم الاختلالات الوظيفية التي تم ملاحظتها إلى خمسة فئات (من المخاطرة الأصغر إلى المخاطرة الأكبر) :

١- تغير في الخرج (مثل تشوّه في شكل الموجة) إلا أن تشغيل الجهاز وسلامة المريض لا تتأثر.

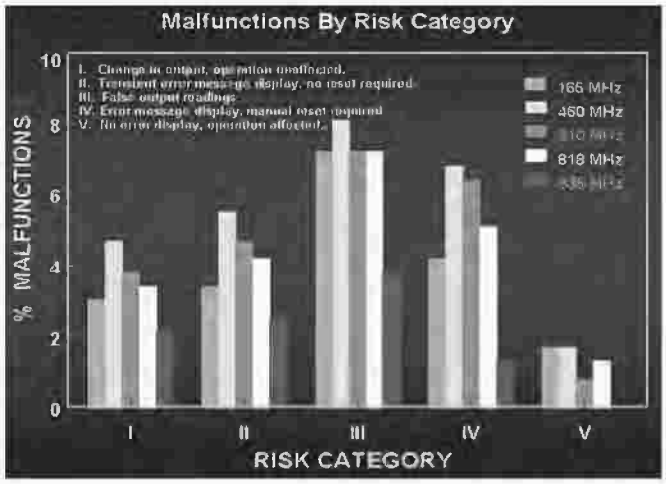
٢- إظهار رسالة خطأ عابر وإعادة ضبط reset الجهاز غير مطلوبة.

٣- قراءات خرج خاطئة يمكن أن تؤثر على معالجة المريض.

٤- إظهار رسالة خطأ وإعادة الضبط reset اليدوي للجهاز مطلوبة.

٥- تأثر تشغيل الجهاز إلا أنه ليس هناك مؤشر بصري.

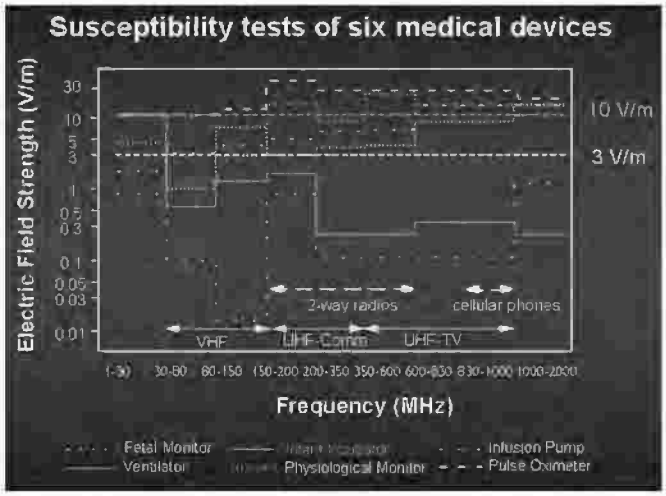
يوضح الشكل رقم (٦٢,٥) توزع الاختلالات الوظيفية بحسب فئة المخاطرة التي تم الحصول عليها مع الأجهزة الخمسة اللاسلكية للاتصال عن بعد. تُنتج الهواتف الخلوية التماثلية التي لها مخرجات طاقة أخفض من أجهزة الراديو ثنائية الاتجاه منتجة بذلك اختلالات وظيفية للأجهزة أقل من أجهزة الراديو. ولّدت أجهزة الراديو ثنائية الاتجاه ذات التردد (١٦٥) و (٨١٨) ميغاهرتز اختلالات وظيفية للأجهزة أقل من تلك ذات التردد (٤٦٠) و(٨١٠) ميغاهرتز. ومن بين جميع الاختلالات الوظيفية كان ٢٩٪ من الفئة (٤) و (٥) وهما الفئتان الأعلى مخاطرة. ومن هذه كان ٢٨٪ مسبباً من قبل أجهزة الراديو ثنائية الاتجاه بينما كان ١٪ مسبباً من قبل الهواتف الخلوية التماثلية.



الشكل رقم (٦٢,٥). الاختلالات الوظيفية حسب فئة المخاطرة.

وبما أن بعض الأجهزة أبدت تأثراً فقط عند مسافات قصيرة من أجهزة الاتصال عن بعد اللاسلكية وفقط عند ترددات معيّنة فقد قام الباحثون باختبارات قابلية تأثر لعدد مختار من الأجهزة الطبية. يوضح الشكل رقم (٦٢,٦) منحنيات قابلية التأثر بالتداخل الكهرومغناطيسي لستة أجهزة طبية كانت هي الأكثر تأثراً بالتداخل الكهرومغناطيسي من أجهزة الاتصال عن بعد اللاسلكية. فشلت أربعة من هذه الأجهزة في استيفاء متطلبات التوافق الكهرومغناطيسي (EMC) من اللجنة الكهروتقنية الدولية الحالية (IEC) البالغة (٣) فولت/متر (IEC, 1993).

تشير النتائج إلى أن الهواتف الخلوية تنتج تأثير تداخل كهرومغناطيسي أكبر عند إنشاء الاتصال. وبمجرد تأسيس الاتصال فإن شدة التأثير تتضاءل. يمكن أن يكون السبب هو أن الهواتف الخلوية تضبط مخرجات طاقتها اعتماداً على المسافة من موقع التشغيل إلى المحطة الرئيسية.



الشكل رقم (٦٢,٦). اختبارات قابلية التأثر لستة أجهزة طبية.

تتسق هذه النتائج بشكل عام مع نتائج الاختبارات الخاصة ad hoc التي تمت الإفادة عنها من قبل فاحصين آخرين (Segal et al., 1996) و(Tan and Hinberg, 1995a) و(Tan and Hinberg, 1995b) و(Rice et al., 1993) و(Malach, 1993) و(Lange, 1993) و(Bostrom, 1991) و(Tan and Hinberg, 1995c) و(Baba et al., 1998) و (Hietanen et al., 2000). وجد (Segal et al., 1996) أن أجهزة الراديو ثنائية الاتجاه قد تسببت باختلالات وظيفية في (٥٠-٧٠٪) من الأجهزة الطبية الكهربائية التي تم اختبارها. اختلت وظيفة أحد الأجهزة عندما كان جهاز الراديو ثنائي الاتجاه على بعد ثلاثة أمتار. أفاد Baba et al. (1998) بأن ٥٣٪ من الأجهزة الطبية (٥٧ من أصل ١٠٨) تأثرت بالهواتف الخلوية بطاقة قصوى (٠,٦-٠,٨) وات واستنتجوا أن هذه التأثيرات كانت ذات مخاطرة منخفضة. تداخل هاتف شخصي يمسك باليد منخفض الطاقة بخرج طاقة أقصى قدره (٠,٠٨) وات مع ٤٪ فقط من الأجهزة. درس Hietanen et al. (2000) تأثيرات الهواتف الخلوية على (٢٣) جهازاً طبياً في مستشفى واحد واستنتجوا أن هواتف GSM 1800 MHz كانت آمنة للاستعمال في المستشفى بينما ينبغي تقييد استعمال هواتف GSM 900 و NMT900 في مناطق ليس فيها أجهزة طبية حساسة.

شبكات المناطق المحلية (LAN) اللاسلكية وأنظمة القياس الطبي عن بعد

ولّد نظام شبكة منطقة محلية (LAN) لاسلكي يعمل عند (٢,٤٢) غيغا هرتز شدة حقل كهربائي قدرها (٠,١) فولت/متر عند مسافة متر واحد من هوائي النظام. كانت شدات الحقل الكهربائي الخلفية عند كل موقع اختبار أقل من (٠,١) فولت/متر فيما عدا بالقرب من ممر المصعد خارج غرف العمليات حيث تغيّرت شدة الحقل الكهربائي ما بين (٠,١٥- ٠,٢٥) فولت/متر.

اختبر المؤلفون (١٠٦) أجهزة طبية موزعة على مستشفى سعة (٣٠٠) سرير ومستشفيين سعة (٨٠٠-٩٠٠) سرير في كندا لتقييم قابليتها للتأثر بالتداخل الكهرومغناطيسي من نظامي شبكة منطقة محلية (LAN) لاسلكيين ونظام قياس طبي عن بعد (Tan and Hinberg, 2000a). عندما كان نظام الـ LAN اللاسلكي في وضعية الاستعداد وضمن مسافة (١٠) سنتيمترات من ثلاثة نماذج لكواشف ضربات قلب دوبلرية فوق صوتية تُمسك باليد. أنتجت الوحدات الدوبلرية أصوات ضربات دورية عالية طبقة الصوت قد يمكن تفسيرها خطأ كأصوات ضربات قلب عادية من المريض. تغيّرت الأصوات الدورية إلى ضجيج ساكن (ستاتيكي) عشوائي عندما كان نظام الـ LAN اللاسلكي ينقل بيانات. إضافة إلى ذلك تدهورت جودة نقل البيانات من نظام الـ LAN اللاسلكي ومحطته الرئيسية في غرفة تنظير الكولون، ربما بسبب أن الغرفة كانت محجبة بالرصاص. إن توصيلاً سلكياً صلباً من نظام الـ LAN اللاسلكي سوف يمنع تدهور جودة النقل. لم يتأثر أي من الأجهزة بنظام القياس الطبي عن بعد الذي يعمل عند (٤٦٦) ميغا هرتز. أشارت هذه الدراسة إلى أنه يمكن استخدام نظام الـ LAN اللاسلكي الذي يستخدم شدات حقل منخفضة جداً بأمان في الجوار القريب للأجهزة الكبية.

أنظمة الراديو ثنائية الاتجاه لخدمات الراديو العائلية (FRS)

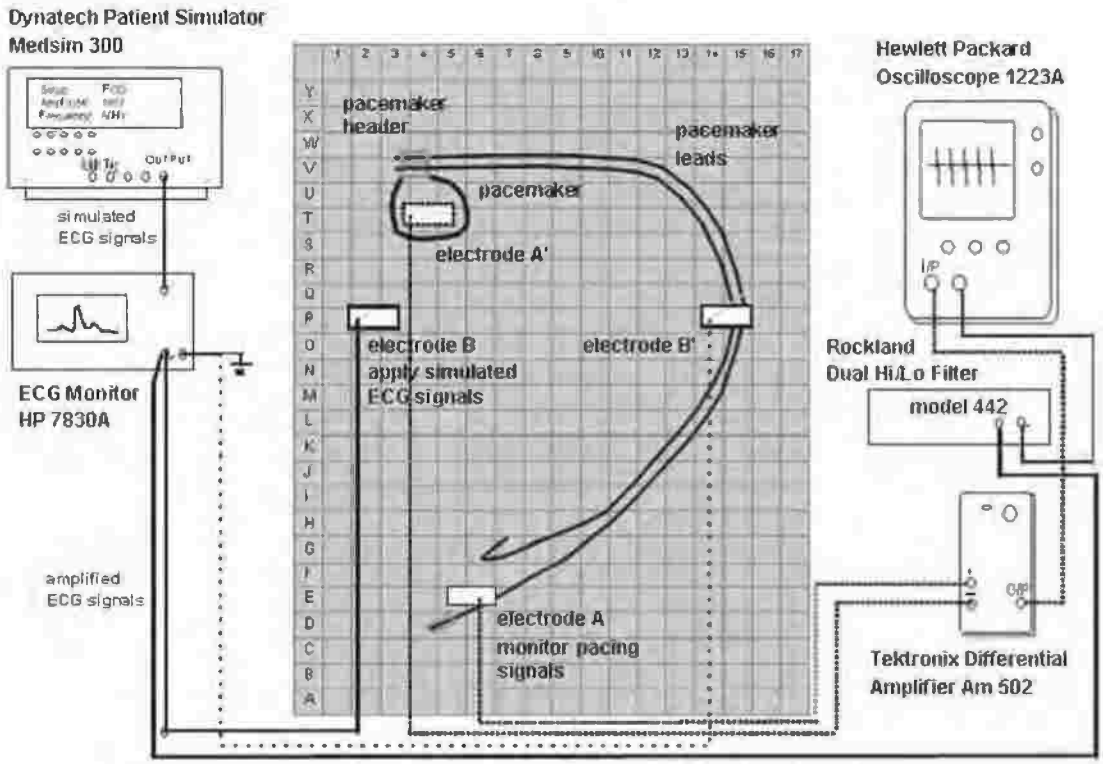
تمكّن نموذجان لأنظمة الـ FRS يُشغَّلان عند (٤٦١,٨) و (٤٦٧,٨) ميغاهرتز من التسبب باختلالات وظيفية لأربعة من سبعة نماذج لمضخات حقن من أربعة مصنّعين. جميع المضخات الأربعة إما أعطت رسالة "مسدود" مما قد يتطلب من المشغّل أن يضغط على زر الجريان من أجل الاستمرار أو رسالة "عطل" قد يتطلب من المشغّل أن يعيد الضبط جميع الضوابط settings. حدث التداخل عندما كان الراديو ثنائي الاتجاه للـ FRS قريباً من المضخة بحوالي (١٠) سنتيمترات. تسببت أنظمة الـ FRS أيضاً بأن يزيد أحد نماذج (موديلات) حاضنات الأطفال قراءات إظهار درجة حرارته اعتباراً من مسافة (٥٠) سنتيمتراً. تأثرت دارة التسخين ولم تشغّل السخان للمحافظة على درجة حرارة الحاضنة المضبوطة مسبقاً. إضافة إلى ذلك أثرت أنظمة الـ FRS على إظهار الرسم لنموذجين (موديلين) لأجهزة مراقبة (مونيتورات) مخطط كهربية قلب. لقد كانت هذه الاختلالات الوظيفية المشاهَدَة مشابهة لما تسببه أجهزة الراديو ثنائية الاتجاه العادية أو الهواتف الخلوية وكلاهما له طاقة أعلى من أنظمة الـ FRS. لم تتداخل أنظمة الـ FRS مع نموذجي مزيلات الرجفان الخارجية أو نموذجي مقاييس التأكسج (الأوكسمترات) النبضية التي تم اختبارها.

اختبار جهاز قلبي مزروع

Implantable Cardiac Device Testing

منهجية للاختبار في المختبر Methodology for In Vitro Testing

تكون ترتيبة اختبار قابلية تأثر ناظمات الخطى القلبية المزروعة بالتداخل الكهرومغناطيسي موجودة ضمن محاكي للجذع الإنساني (Tan and Hinberg, 1998). يتألف المحاكي من صندوق بلاستيكي مملوء بمحلول ملحي (سالين) عيار ١٨ ٪ (0.03 M). الصندوق البلاستيكي موضوع بشكل أفقي على سطح طاولة من أجل اختبار أجهزة الاتصال اللاسلكية وبشكل عامودي على طاولة بعجلات متحركة لاختبار أنظمة الأمن الإلكترونية. يُثبَّت ناظم الخطى وأسلاكه على هيكل شبكي grate ومغمور كلياً في المحلول الملحي (السالين). تشكل الأسلاك نصف دائرة قطرها حوالي (٢٠) سنتيمتراً على شكل رمز موسيقا clef نحاسي ومثبّتة على الهيكل. يوضح الشكل رقم (٦٢,٧) مخططاً تمثيلياً للترتيبة التجريبية. استُخدمت صفيحتان من الفولاذ الذي لا يصدأ (الستانلس) لمراقبة النشاط الكهربائي لناظم الخطى. تم تضخيم الإشارات التي تم الحصول عليها من هاتين الصفيحتين بمضخم تفاضلي وتم إظهار الإشارة من المضخم على راسم ذبذبات (أوسيلوسكوب) ذي تخزين. تم إظهار إشارات تخطيط كهربية قلب (ECG) محاكاة من محاكي مريض على جهاز مراقبة (مونيتور) ECG. تم تطبيق إشارات الـ ECG المضخَّمة من المونيتور على صفيحتين أخريين من الفولاذ الذي لا يصدأ (الستانلس) مركّبتين عمودياً على الصفيحتين الأوليين واستُخدمتا لتطبيق إشارات الـ ECG المحاكاة التي سوف تكبت ناظم الخطى. تم اختبار مزيلات الرجفان المزروعة بنفس الترتيبة.



Experimental setup for studying EMI effects from radio-frequency sources on implantable cardiac pacemakers

الشكل رقم (٦٢,٧). ترتيبة تجريبية لدراسة آثار التداخل الكهرومغناطيسي من مصادر تردد راديوي على نواظم خطى قلبية مزروعة.

الـكـبـت Inhibition

تم تسجيل أية تغيرات في إشارات النظم كالمطال وفترة استمرار نبضة الإشارات الناظمة وفترات النظم بين النبضات الأذينية والبطينية وتردد النظم. لقد تم عمل ذلك لتقرير ما إذا كان باستطاعة الإشارة من مصادر التردد الراديوي أن تتسبب في أن تحرِّض مخرجات النظم كبتاً كلياً أو جزئياً أو متطاولاً.

إعادة التنشيط (التفعيل) Reactivation

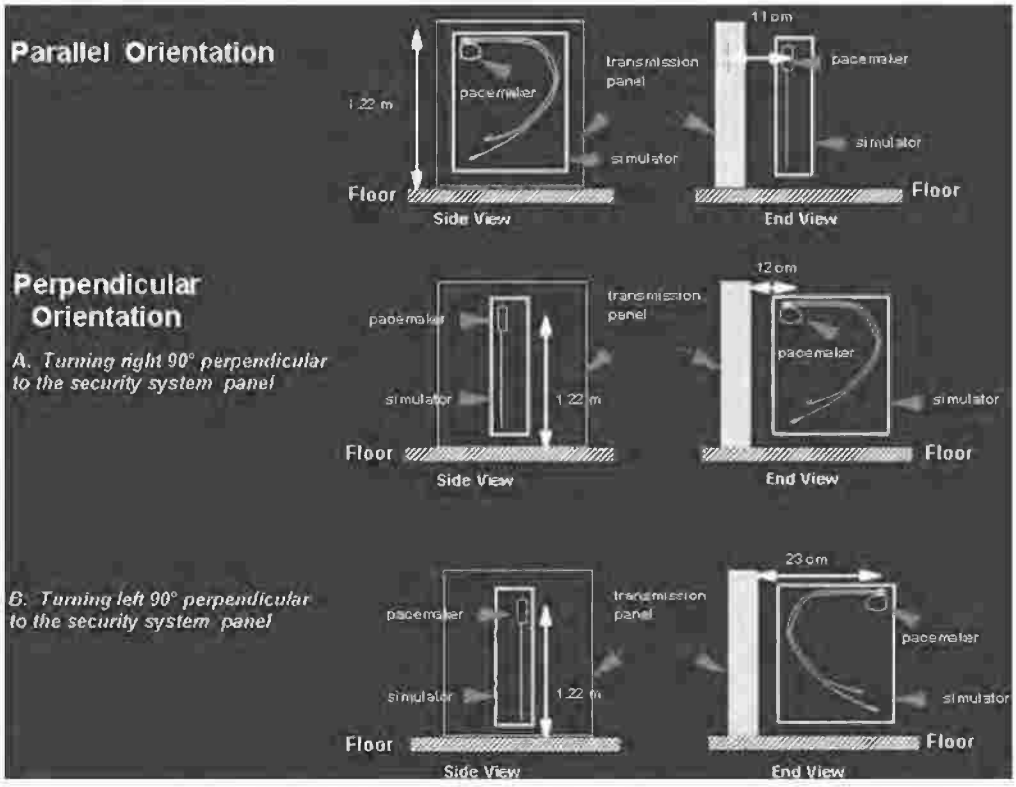
كان يتم بعد استقرار المطال العتبي لإشارة الـ ECG المضخَّمة مضاعفة مطال إشارة الـ ECG المضخَّمة إلى ضعفي مطالها العتبي. التأثير يمكن أن يكون تغيير صيغة تشغيل ناظم الخطى إلى الصيغة اللاتواقتية بمعدل نبض مختلف عن إشارات الـ ECG المحاكاة أو إلى معدل نبض متواقت مع تردد النظم لإشارة الـ ECG المحاكاة. عندما كانت تحدث إعادة التنشيط كان يتم تسجيل نمط النظم سواء نظامياً أو غير نظامي وذلك لتقرير ما إذا كان يمكن للتداخل الكهرومغناطيسي أن يعيد تنشيط إشارة نظم ناظم الخطى بعد أن كان قد كُبت بإشارة الـ ECG المحاكاة.

أجهزة الاتصال اللاسلكي عن بعد

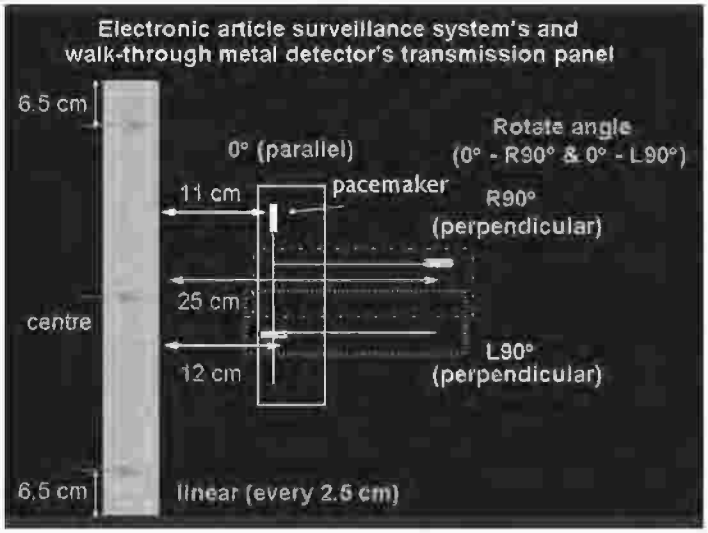
كان يتم اختبار كل جهاز اتصال لاسلكي عن بعد عند نقاط مختلفة على الهيكل الشبكي مع كون هوائي جهاز اللاسلكي موجَّهاً إما موازياً أو عمودياً على المحور الطولي للمحاكي. في حالة الهواتف الخلوية التماثلية والرقمية وأنظمة الـ FRS كان يتم القيام باتصالات فعلية إما بالـ keying out أو بالمكالمة في جهاز اللاسلكي. فقط اتصال الـkeying out كان مبرمجاً لأنظمة الـ PCS.

أنظمة الأمن التي يتم المرور من خلالها: اختبارات ساكنة (ستاتيكية) وحركية (ديناميكية)

تم وضع المحاكي على طاولة تدوير مركّبة على طاولة خشبية بعجلات مطاطية صلبة. كان رأس ناظم الخطى على ارتفاع (١٢٢) سنتيمتراً من الأرض. الاختبارات الساكنة تحاكي شخصاً يقف بكتفه مقابل لوح الإرسال لنظام أمن (توجُّه عمودي) أو بظهره مقابل اللوح (توجُّه موازي) بتدوير طاولة التدوير تسعين درجة (انظر الشكلين رقمي ٦٢,٨ و٦٢,٩). تم القيام باختبارات للكبت وإعادة التنشيط عند مواضع مختلفة على طول لوح الإرسال وزوايا طاولة تدوير مختلفة. تم القيام باختبارات حركية بالدحرجة البطيئة للطاولة الخشبية بسرعة (٢٠) سنتيمتراً في الثانية لمحاكاة شخص يمشي ببطء عبر نظام الأمن. أُعيدت الاختبارات من أجل التوجه الموازي مع السطح الأمامي للمحاكي موضوعاً موازياً للوح إرسال نظام الأمن.



الشكل رقم (٦٢,٨). التوجّهات في اختبار تأثير أنظمة أمن على نواظم خطى قلبية.



الشكل رقم (٦٢,٩). الصيغ الخطية والدورانية لاختبار تأثير أجهزة أمن على نواظم خطى قلبية.

الـمَوضَعَة الخطية Linear Positioning

من أجل التوجه الموازي، تمت المحافظة على سطح المحاكي موازياً لسطح لوح الإرسال في نظام الأمن (انظر الشكل رقم ٦٢,٨). ضُبطت المسافة من سطح لوح إرسال نظام الأمن إلى رأس ناظم الخطى بين (٨,٥-٩,٤) سنتيمتر للمحافظة على المسافة من النقطة الوسطى للّوح إلى رأس ناظم الخطى عند حوالي (١١) سنتيمتراً، حيث أن سماكة لوح أنظمة الأمن تتغير. يوضح الشكل رقم (٦٢,٦) التوجهات والمواضع بالنسبة للوح نظام مراقبة البضائع (EAS).

من أجل التوجه العامودي تم تدوير طاولة التدوير التي تمسك بالمحاكي تسعين درجة عمودياً على لوح الإرسال (انظر الشكل رقم ٦٢,٩). كانت المسافة من سطح لوح الإرسال إلى رأس ناظم الخطى (١٢) سنتيمتراً. تم إجراء اختبارات الكبت وإعادة التنشيط كليهما على فترات خمسة سنتيمترات على طول لوح الإرسال مع الفترة الأخيرة متغيرة بسبب أن عرض كل نظام أمن يختلف عن الآخر. تم تكرار الاختبارات بتدوير طاولة التدوير تسعين درجة في الاتجاه الآخر عمودياً على لوح الإرسال. تم تغيير المسافة من سطح لوح الإرسال إلى رأس ناظم الخطى إلى (٢٣) سنتيمتراً. تم عمل ذلك لمحاكاة شخص بناظم خطى مزروع على مسافة (١٢) و (٢٣) سنتيمتراً. لقد تم فعل ذلك لمحاكاة شخص بناظم خطى مزروع على مسافة (١٢) و (٢٣) سنتيمتراً من لوح إرسال نظام الأمن عندما يمشي شخص عبر النظام في اتجاهات معاكسة ويلمس لوح الإرسال أثناء المشي. يشكّل المحل الهندسي locus لرأس ناظم الخطى قطعاً مكافئاً parabolic مع مسافات مختلفة من لوح إرسال نظام الأمن.

التدوير Rotation

تم القيام باختبارات إضافية مع رأس ناظم الخطى على ارتفاع (١٢٢) سنتيمتراً من الأرض بتدوير محاكي الجذع على فترات (١٥) درجة إلى أن أصبح المحاكي عمودياً على لوح الإرسال (انظر الشكل ٦٢,٩). تمت المحافظة على المحاكي عند كل موضع لعشر ثوانٍ. تم إجراء اختبارات الكبت وإعادة التنشيط من أجل كل موضع عند ثلاثة مواقع: في الوسط وعلى كلا نهايتي اللوح.

كاشفات المعادن الممسوكة باليد

تم مسح كاشف المعدن الممسوك باليد (HHMD) ببطء صعوداً ونزولاً خمس مرات أمام المحاكي لمحاكاة مريض بناظم خطى يتم فحصه من قبل موظف الأمن. تم اختبار ثلاثة نماذج لأنظمة مراقبة بضائع إلكترونية (EAS) من مصنِّعين اثنين. تم أيضاً اختبار (٦) كاشفات معادن يتم المرور من خلالها (WTMDs) من ثلاثة مصنِّعين و (١٣) كاشفات معادن يتم المرور من خلالها من تسعة مصنِّعين.

نتائج الاختبار في المختبر Results of In Vitro Testing

أنظمة الاتصال عن بعد اللاسلكية

لقد كانت تسعة من أصل عشرين ناظم خطى تم اختبارها قابلة للتأثر بالتداخل الكهرومغناطيسي من هواتف خلوية رقمية قريبة (Barbaro, 1995). لم تتم ملاحظة آثار التداخل عموماً عندما كان الهاتف الخلوي على مسافة أكبر من (١٥) سنتيمتراً من ناظم الخطى (انظر الشكل رقم ٦٢,٧). كانت نواظم الخطى ثنائية الحجرة (DC) أكثر قابلية للتأثر بالتداخل من النماذج أحادية الحجرة (SC). أنقصت جميع النماذج الأربعة للهواتف الخلوية الرقمية المستخدمة في الاختبارات معدل نبض الخرج لناظمي خطى SC وناظمي خطى DC. حرِّضت جميع الهواتف الأربعة نظماً إيقاعياً في ثلاثة نواظم SC وأربعة نواظم DC عندما كان نظم خرج ناظم الخطى مكبوتاً بإشارة ECG خارجية. كان هناك زيادة بعشرة أضعاف في ذروة مطالات المراقبة لخرج النظم من ناظم SC واحد وناظم DC واحد من نفس الشركة الصانعة. كانت نسبة الـ ٣,٤٪ للتداخل متسقة مع النتائج التي أُفيد عنها في دراسات مخبرية in vitro ودراسات على الجسم الحي in vivo أخرى (انظر الجدول رقم ٦٢,٢). لم يُعِد التداخل الكهرومغناطيسي المولَّد من قبل أجهزة لاسلكية برمجة نواظم الخطى. توقفت آثار التداخل عندما أُغلقت الهواتف وعادت نواظم الخطى إلى تشغيلها العادي. لم تسبب الهواتف الخلوية التماثلية وأنظمة الـ PCS الرقمية وأنظمة الـ FRS أي تداخل مع نواظم الخطى. توحي هذه النتائج بأنه ينبغي للمرضى المعتمدين على نواظم خطى أن يستخدموا أنظمة هواتف تماثلية أو PCS. يتسق هذا مع نتائج Hayes et al. (1997) التي تفيد بأن الهواتف الخلوية التماثلية آمنة بالنسبة للمرضى الذين لديهم نواظم خطى.

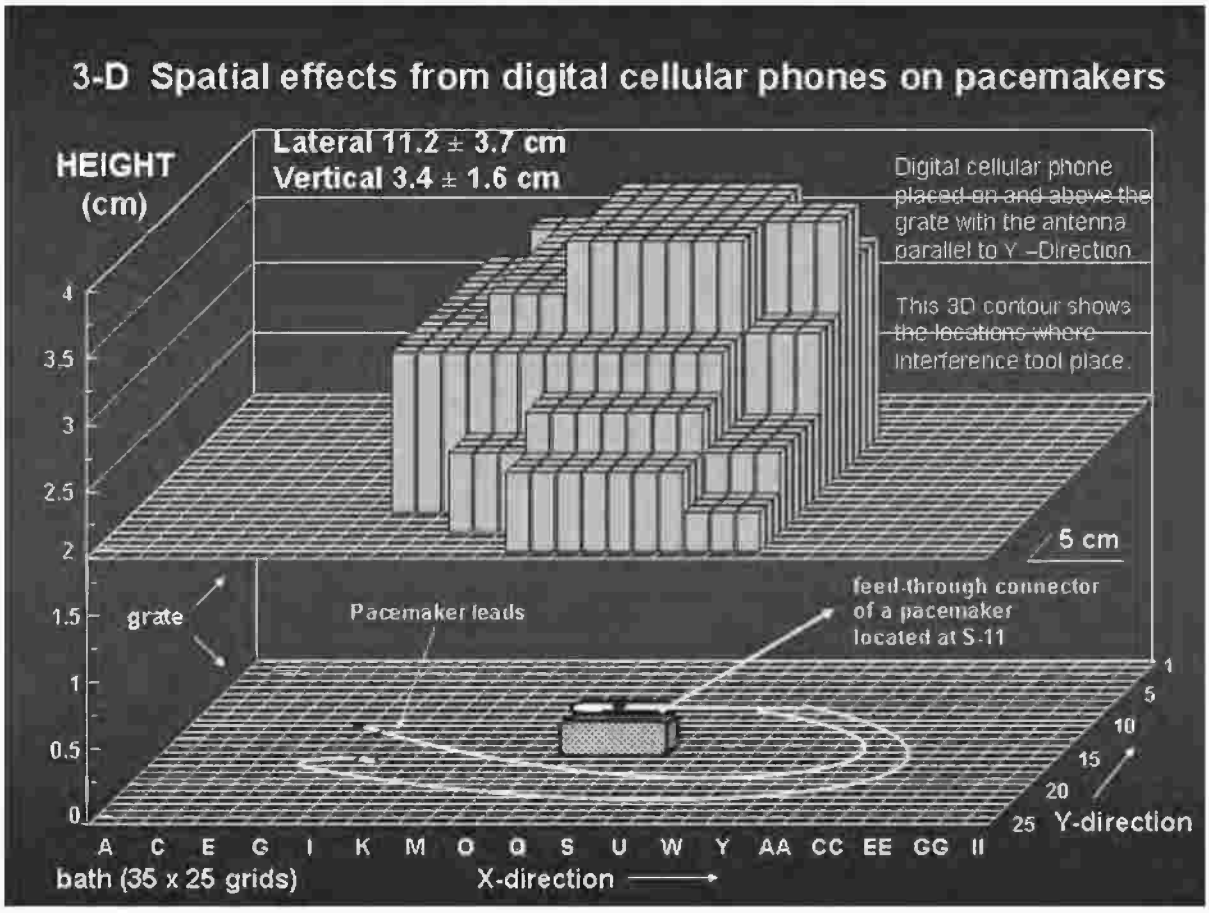
الجدول رقم (٦٢,٢). آثار أجهزة الاتصال عن بعد اللاسلكية المختلفة على نواظم الخطى: دراسات في المختبر وعلى الجسم الحي.

	الطاقة	التـــــردد	دراسات في المختبر in vitro			دراسات على الجسم
	(وات)	(ميغاهرتز)	صحة كندا	جامعة أوكلاهوما	FDA الأمريكية	الحي in vivo
عدد الأجهزة			٢٠	٢٩	٣٠	٩٧٥ مريض
نسبة حدوث التداخل			٪٣,٤	٪٤,٧	-	٪٢٠
هواتف خلوية تماثلية	٠,٦	٨٢٨	٪٠	٪٠	٠	٪٠,٥
TDMA-50	٠,٦	٨٣٥	٪٣,٤	٪٤,٧	٪١٠	٪٤,٢
TDMA-11	٠,٦		-	-	٪٣٦,٧	٪١٠,٥
CDMA	٠,٦			٪٢,٨	-	٪٣,١
PCS	٠,٦	١٨١٠	٪٠	٪٠,٦	-	٪٠,٢
GSM	٠,٦		-	-	٠	-
FRS	٠,١	٤٦٨	٪٠	-	-	-

ملاحظة: يشير الصفر إلى عدم وجود تداخل.

تظهر الدراسة أن بعض تصميمات نواظم الخطى تبدو منيعة ضد التداخل الكهرومغناطيسي. لقد تم اختبار نموذجين لناظم خطى DC مع مرشحات لفحص فعالية دارات الترشيح أو من دونها. لم يتم ملاحظة آثار تداخل كهرومغناطيسي في النموذج ذي المرشحات وتم ملاحظة كبت عابر في النموذج الذي من دون مرشحات. أثبتت دراسة إكلينيكية (سريرية) أُجريت من قبل Carillo et al. (1996) أنه لا يوجد آثار تداخل على نواظم الخطى ذات المرشحات. تقترح هذه النتائج أنه ينبغي تشجيع التحسينات في تكنولوجيا الترشيح لتقليل قابلية تأثر نواظم الخطى بالتداخل الكهرومغناطيسي ذي التردد الراديوي.

تم إجراء اختبارات إضافية على نواظم الخطى التي وُجد أنها قابلة للتأثر بالتداخل الكهرومغناطيسي وذلك من أجل تحديد المسافات العامودية اللازمة لتحريض آثار تداخل كهرومغناطيسي بين نظام لاسلكي وناظم خطى. تم وضع هاتف خلوي رقمي على كتل خشبية فوق الهيكل الشبكي للمحاكي وتم قياس المسافة عندما تمت ملاحظة كبت أو إعادة تنشيط. يوضح الشكل رقم (٦٢,١٠) آثار التداخل الكهرومغناطيسي ثلاثي الأبعاد على تسعة نواظم خطى. بلغ متوسط المسافة العامودية القصوى التي تمت ملاحظة تداخل عندها (٣,٤) سنتيمتر فوق ناظم الخطى. إلا أنه تم في حالة واحدة ملاحظة تداخل عند مسافة (٤٠) سنتيمتراً من ناظم الخطى. وفي جميع الحالات حدث التداخل الكهرومغناطيسي فقط عندما كان الهاتف في صيغة الإرسال (البث).



الشكل رقم (٦٢,١٠). الآثار الحيِّزية ثلاثية الأبعاد من هاتف خلوي رقمي على نواظم خطى.

لم يتأثر في اختبار أنظمة الراديو ثنائية الاتجاه ذات الـ FRS (٢١) من أصل (٢٢) نموذجاً لنواظم خطى قلبية ونموذجان لمزيلات رجفان مزروعة. تسببت أنظمة الـ FRS في زيادة مطال النظم بـ (١,٥) ضعف لنموذج نواظم خطى قلبي ثنائي الحجرات مع المحافظة على نفس تردد النظم. تلاشى التداخل بتوقف بث الـ FRS.

تم اختبار نظامي LAN لاسلكيين في الجوار القريب لـ (٢٢) نموذجاً لنواظم خطى قلبية ونموذجي مزيلات رجفان مزروعة. لم يتأثر أي من نواظم الخطى أو مزيلات الرجفان.

الأنظمة الإلكترونية لمراقبة البضائع

درس المؤلفون أيضاً قابلية التأثر لـ (٢٢) ناظم خطى ومزيلي رجفان مزروعين بالتداخل الكهرومغناطيسي من ثلاثة أنواع من الأنظمة الإلكترونية لمراقبة البضائع (EAS): حقل مغناطيسي منبَّض (UM) وحقل مغناطيسي مستمر (SM) وحقل مغناطيسي بتردد مسح (CS) (Tan and Hinberg, 1998 and 1999). أثناء الاختبارات الساكنة

(الستاتيكية) خفّضت أنظمة UM نبضات الخرج الكهربائي لثمانية من نماذج نواظم الخطى بينما أثرت أنظمة SM في خمسة نماذج نواظم الخطى ولم تؤثر أنظمة CS بأي ناظم خطى (الجدول رقم ٦٢,٣). قد يكون الانخفاض في ترددات النظم لبعض نواظم الخطى مقلقاً لمرضى معتمدين بشكل كامل على نواظم الخطى خاصتهم. قد يعاني المرضى المعتمدين على نواظم خطى من دوخة أو انهيار إذا توقف النظم لأكثر من ثلاث ثوانٍ. عندما كان يُكبَت خرج ناظم الخطى بإشارة ECG خارجية كانت أنظمة UM تحرِّض نظماً إيقاعياً في (١٥) ناظم خطى عند مسافات تصل حتى (٣٣) سنتيمتراً من لوح الإرسال (البث) بينما أثرت أنظمة SM في (١٢) ناظم خطى عند مسافة تصل حتى (١٨) سنتيمتراً.

الجدول رقم (٦٢,٣). آثار أنظمة الأمن على نواظم الخطى.

النوع	الصيغة mode	التردد الحامل	شدة الحقل المغناطيسي * (MT)	الآثار على نواظم الخطى	
				كبت	إعادة تفعيل
EAS	مستمر	٥٣٥ هرتز	٤٥٠	٢٣٪	٥٥٪
	نبضة معدَّلة	الحامل: ٥٨,٤ كيلوهرتز، التعديل: ٦٠ هرتز	٤٠٠	٣٦٪	٦٨٪
	مسح	٧,٤- ٩,١ ميغاهرتز	٠,١	٠	٠
WTMD	نبضة تكرارية	٢٥٠- ٥٠٠ هرتز	٤,٥- ١٠	٥٪	٩٪
	نبضة تكرارية	٨٩ هرتز	٤٥	٣٦٪	٦٤٪
	نبضة معدَّلة	٢٥٠- ٩٠٩ هرتز	١٨- ٢٢	٥٪	٩٪
	نبضة معدَّلة	٢١٠ هرتز	١٢	٩٪	١٤٪
HHMD	مستمر	١٤ كيلوهرتز - ١,٨ ميغاهرتز	٠,٢- ١٠	٠	٠

* مقيسة عند مسافة (١٥) سنتيمتر من لوح الإرسال لأنظمة EAS و WTMD و (٢,٥) سنتيمتر من لوح إرسال HHMD.
يشير الصفر إلى عدم وجود آثار تداخل.

هذا النظم غير المتواقت قد يتعارض مع الإيقاع الجيبي الطبيعي لينتج اضطراب نظم. أفاد Dodinot et al. (1993) و Lucas et al. (1994) عن آثار تداخل من أنظمة EAS أخرى. إضافة إلى ذلك بدت ترتيبة السلك ثنائي القطب أقل قابلية للتأثر بالتداخل من أنظمة SM من ترتيبة السلك أحادي القطب. هذه النتائج متسقة مع تلك من Dodinot et al. (1993) و Lucas et al. (1994). وأكثر من ذلك فإن نفس آثار التداخل الكهرومغناطيسي حدثت داخل وخارج ألواح الإرسال لبوابة الـ EAS. لم يكن هناك تداخل عندما كان يتم دحرجة المحاكي عبر أي نظام EAS أثناء الاختبارات الحركية (الديناميكية). لم يتأثر أيضاً مزيلا الرجفان بأي أنظمة EAS. إلا أن McIvor (1995) و Mathew et al. (1997) أفادا بأن مرضى بمزيلات رجفان مزروعة عانوا من قدح غير ملائم عندما كانوا في الجوار المباشر لنظام

EAS. لم يتسبب أي من أنظمة EAS بأي تضرر دائم أو إعادة برمجة لنواظم الخطى ومزيلات الرجفان. تقترح هذه النتائج أنه لا ينبغي لمرضى نواظم الخطى الوقوف ضمن مسافة (٣٣) سنتيمتراً من أي من جانبي لوح الإرسال لـ EAS.

كاشفات المعادن الممسوكة باليد التي يتم المرور من خلالها

لم يتداخل أي من كاشفات المعادن الممسوكة باليد (الـ HHMDs) الـ (١٣) مع نواظم الخطى الـ (٢٢) ومزيلي الرجفان المزروعين التي تم اختبارها (Hayes et al., 1996). خفّض واحد من كاشفات المعادن التي يتم المرور من خلالها (الـ WTMD) ترددات النظم لخمسة نواظم خطى SC وثلاثة نواظم خطى DC أثناء اختبارات الكبت، وعشرة نواظم خطى SC وأربعة نواظم خطى DC حرَّضت إعادة تفعيل. تسببت الـ WTMDs الخمسة الأخرى بتداخل مع ناظمي خطى SC فقط أثناء اختبارات الكبت وإعادة التفعيل (التنشيط). لم يُلاحظ تداخل عندما تم دحرجة المحاكي عبر الـ WTMDs أثناء الاختبارات الحركية (الديناميكية). تشير هذه النتائج إلى أن الـ WTMDs قد تؤثر على بعض نماذج نواظم الخطى إذا بقي المريض بالقرب من الكاشف لأكثر من ثانيتين. إلا أن هذه النتائج ليست متسقة مع تقرير Copperman et al. (1988) بأنه ليس للـ WTMDs تأثير على نواظم الخطى المزروعة. لم يتداخل أي من الـ WTMDs مع مزيلات الرجفان المزروعة فيما عدا نموذج واحد من الـ WTMD أوقف إزالة الرجفان في نموذج واحد من مزيلات الرجفان عندما تمت محاكاة رجفان بطيني. لم تتسبب الـ WTMDs أو الـ HHMDs في أي حالة بإعادة برمجة أو تضرر دائم لأي من نواظم الخطى أو مزيلات الرجفان. أفاد Asch et al. (1997) بأن أجهزة أمن المطارات قد تؤثر على نواظم خطى قلبية وأجهزة معدنية مزروعة أخرى. تقترح هذه الدراسات بأنه ينبغي لمرضى نواظم الخطى ومزيلات الرجفان ألا يقفوا ضمن مسافة (٣٣) سنتيمتراً من كلا جانبي لوح إرسال الـ WTMDs.

المناقشة

Discussion

بالرغم من أن كثيراً من مصنّعي الأجهزة قد اهتموا بالتوافق الكهرومغناطيسي إلا أنه يبدو أنه لا يزال هناك إدراك غير كافٍ لمشاكل التداخل الكهرومغناطيسي. وتستمر الحاجة لتثقيف المستخدمين والمصنّعين وواضعي القوانين الناظمة حول التداخل الكهرومغناطيسي ولتطوير مواصفات قياسية (معايير) للتوافق الكهرومغناطيسي. إن منع جميع الاختلالات الوظيفية الناتجة عن التداخل الكهرومغناطيسي أمر صعب إذا اعتبرنا التحدي بجعل الأجهزة الطبية منيعة ضد جميع مصادر التداخل الكهرومغناطيسي. إن التعرض لبيئة كهرومغناطيسية والتردد والموقع والتوجه وتصميم الجهاز الطبي كلها يمكن أن يكون لها تأثير فيما إذا كان جهاز سيتأثر بالتداخل الكهرومغناطيسي وكيف. ومن الناحية العملية فإنه من المستحيل إيقاف الطاقة الكهرومغاطيسية ومصدرها بالكامل. لقد أصبح المجتمع

الحديث معتمداً إلى حد بعيد على سهولة الاتصال اللحظي. غالباً ما ينبعث من بعض الأجهزة الطبية نفسها طاقة كهرومغناطيسية، واستعمال عدة أجهزة طبية في نفس الوقت في غرفة مستشفى قد يسبب أيضاً مشاكل تداخل كهرومغناطيسي.

لقد أفادت جميع الدراسات الخاصة لقابلية التأثر بالتداخل الكهرومغناطيسي للأجهزة الطبية وبشكل منسجم بأن أجهزة الاتصال اللاسلكي عن بعد يمكن أن تسبب نسبة مئوية عالية من الاختلال الوظيفي للأجهزة الطبية. على النقيض من ذلك فإن عدداً صغيراً نسبياً من حوادث التداخل الكهرومغناطيسي قد تمت الإفادة عنها إلى الوكالات القانونية في كندا والولايات المتحدة. قد يعود هذا التدني في الإفادة بتقارير إلى نقص في إدراك التداخل الكهرومغناطيسي كسبب للاختلال الوظيفي لجهاز. وبناء على الدراسات المذكورة آنفاً فقد اقترح باحثون (Tan et al., 1995) و (Siegel et al.,1996) أنه ينبغي للمستشفيات أن تطوّر سياسات للتعامل مع استخدام أية أجهزة اتصال لاسلكية عن بعد. لقد وافق مشاركون في طاولة مستديرة حول التوافق الكهرومغناطيسي دعت إليها صحة كندا في أيلول (سبتمبر) ١٩٩٤م وبالإجماع على أنه ينبغي منع الهواتف الخلوية في المستشفيات، لكن ينبغي لهذه السياسات أن تُؤسس لتتحكم باستخدامها (Tan et al., 1995).

تثبت النتائج التي تم تقديمها هنا أن شدات الحقل المنخفضة جداً التي تولّدها أنظمة الـ LAN اللاسلكية لا تتداخل مع الأجهزة الطبية في المستشفى. تقترح هذه النتائج أن هذه الأنظمة اللاسلكية مقبولة للاستخدام في المستشفيات بالنظر لفوائد الحصول على وصول في الزمن الحقيقي إلى المعلومات الطبية للمريض. وفيما عدا ذلك فإنه ينبغي للمستشفيات أن تختبر كل نظام اتصال لاسلكي جديد على أجهزة من الممكن أن تكون قابلة للتأثر قبل وضعها في الاستخدام العام. لقد كان أحد استنتاجات المجموعة الخاصة Task Force الكندية حول التوافق الكهرومغناطيسي في الرعاية الصحية، والتي تأسست عام ١٩٩٤م بعد مناقشة طاولة مستديرة حول التوافق الكهرومغناطيسي في الرعاية الصحية (Tan et al., 1995)، هو " أنه يتم التخفيض إلى الحد الأدنى لإمكانية التداخل الكهرومغناطيسي باستخدام مصادر تردد عالٍ لها أخفض طاقة إرسال ممكنة" (Siegel et al., 1996). أوصت المجموعة الخاصة بأن يتم استبدال المصادر ذات الطاقة المنخفضة بذات الطاقة المرتفعة. تدعم النتائج الموصوفة في هذا الفصل استخدام أجهزة اتصال لاسلكية منخفضة الطاقة في المستشفيات.

تثبت هذه الدراسات أيضاً أن التداخل الكهرومغناطيسي من هواتف خلوية رقمية قريبة قد يؤثر على تشغيل بعض نواظم الخطى القلبية المزروعة تحت شروط الحياة الأسوأ. تحدث المخاطرة الأكبر للتداخل عندما يكون هوائي الهاتف في الجوار القريب لناظم الخطى. إن التناقص الناتج في ترددات نبضات الخرج أو الاستجابات العابرة لبعض نواظم الخطى قد تكون مقلقة للمرضى المعتمدين بالكامل على نواظمهم للخطى. إن النظم الإيقاعي غير المرغوب فيه المُحَرَّض في بعض نواظم الخطى أثناء إعادة التنشيط مقلق لأنه قد يتعارض مع الإيقاع الجيبي الطبيعي للقلب

ويحرِّض اضطراب النظم. في جميع الحالات التي أنتجت تأثيرات تداخل كهرومغناطيسي، إذا كان الهاتف في صيغة الاستعداد وموضوعاً في الجوار القريب لناظم الخطى، فإن أي مكالمة آتية سوف تحوّل الهاتف إلى صيغته للإرسال وقد يتداخل مع ناظم الخطى. عند إغلاق الهاتف يتوقف التداخل ويستعيد ناظم الخطى تشغيله العادي.

لم يحدث تداخل كهرومغناطيسي مع هاتف خلوي تماثلي أو نظام PCS، ربما بسبب خرج الطاقة المنخفض لأجهزة الاتصال هذه. تقترح هذه النتائج أنه ينبغي للمرضى المعتمدين على ناظم خطى أن يستخدموا هواتف خلوية تماثلية أو نظام PCS.

إستراتيجيات لخفض مخاطرة التداخل الكهرومغناطيسي Strategies to Reduce EMI Risk

إدارة الحقول الكهرومغناطيسية داخل وخارج المستشفيات

ينبغي أن يفهم مديرو المستشفيات والمهندسون الطبيون الحيويون أو المهندسون الإكلينيكيون التردد الراديوي ومصادره. ينبغي أن يأخذ مديرو المستشفيات بالاعتبار تطوير سياسات مستشفى للاستخدام المتحكّم به لمصادر التردد الراديوي ولِطَيف التردد. ينبغي للمديرين أيضاً أن يأخذوا بالاعتبار مكاملة مصادر وأنظمة التردد الراديوي مع أنظمة الاتصال الموجودة لإزالة أية مصادر اتصال غير متحكّم بها في المستشفيات.

إدارة مناعة الجهاز الطبي

ينبغي تثقيف مديري المستشفى والكادر الإكلينيكي (السريري) والفني حول المخاطر المتعلقة بالتداخل الكهرومغناطيسي. من المهم بالنسبة للمهندسين الطبيين الحيويين وللإكلينيكيين وللممرضات أن يكونوا على دراية بالحوادث ذات الصلة بالتداخل الكهرومغناطيسي وأن يفيدوا بتقارير عن هذ الحوادث إلى السلطة الصحيحة المختصة. إذا وجد أي عضو في الكادر أية أجهزة طبية حساسة قابلة للتأثر بالتداخل الكهرومغناطيسي فينبغي أن يغيّروا مكانها أو يفصلوها. ينبغي أن يحدد المهندسون الحيويون الطبيون أو الإكلينيكيون مناعات أجهزتهم الطبية للعناية الحرجة أو الداعمة للحياة. يستمر كثير من المستشفيات بسبب تقييدات مالية باستخدام أجهزة طبية قديمة لم تكن مصممة أو مُختَبَرة للتوافق الكهرومغناطيسي. ينبغي أن ينصح المهندسون الطبيون الحيويون و الإكلينيكيون إدارة المستشفى بأن جميع الأجهزة الطبية المأخوذة بالاعتبار للشراء يجب أن تكون على الأقل مطابقة للمواصفات القياسية (المعايير) الموجودة والخاصة بالتوافق الكهرومغناطيسي.

سياسات المستشفى Hospital Policies

توصي ECRI ضد استخدام الهواتف النقالة أو مرسلات الراديو الممسوكة باليد (الووكي توكي) في مؤسسات الرعاية الصحية بسبب إمكانية تداخلها مع التشغيل الآمن للأجهزة الداعمة للحياة أو أجهزة المراقبة الحرجة (ECRI, 1993).

منعت هيئة ريجينا الصحية (Regina Health Board) استخدام الهواتف الخلوية وأجهزة مرسِلة أخرى في مناطق معينة من المستشفيات (Regina Leader-Post, 1993). لمستشفى Royal Alexandra في Edmonton سياسة تقضي بالسماح فقط لكادر الخدمة الإسعافية بأن يتمكنوا من استخدام هواتفهم الخلوية وأجهزة الراديو ثنائية الاتجاه المحمولة في غرف المرضى ومناطق العناية الحرجة بالمريض. يجب أن تُستخدم أجهزة الاتصال عن بعد هذه أبعد ما يمكن عن أي أجهزة طبية قريبة (أي (٣-٤) أمتار). وإذا كان ذلك ممكناً فينبغي أن يترك مستخدمو أجهزة الراديو ثنائية الاتجاه منطقة المريض للقيام بالإرسال. تطلب السياسة أيضاً إشارات عند جميع المداخل العمومية للمستشفى لتحذير الزائرين لإغلاق هواتفهم الخلوية أو أجهزتهم الراديو ثنائية الاتجاه، وإشارات عند جميع المداخل لمناطق العناية الحرجة لتقييد استعمال الهواتف الخلوية وأجهزة الراديو ثنائية الاتجاه. ويُنصح الأشخاص الذين يحتاجون لاستعمال هواتف خلوية وأجهزة راديو ثنائية اتجاه بأن يستخدموها في أماكن لا تُستخدم فيها أجهزة طبية مثل غرف الاستراحة والانتظار والمكاتب والمقاهي (الكافيتيريات).

منع كثير من المستشفيات في الدول الإسكندنافية استخدام الهواتف النقالة (ومرسلات الراديو) ضمن كامل منطقة المستشفى (Bostrom, 1991). بعض المستشفيات تمنع استخدام الهواتف النقالة ضمن مسافات معينة (مثل ثمانية أمتار) من جهاز طبي.

ينص المقطع (٥-٣-٦) من منشور اتحاد المواصفات القياسية الكندي (CSA) ذي الرقم CAN/CSA Z32.2-M89 الذي عنوانه "السلامة الكهربائية في مناطق العناية بالمريض (CSA, 1989) على أنه "ينبغي ألا يُسمح للمرسِلات الراديوية المملوكة للمريض من أي نوع (مثل أجهزة راديو حزمة المواطن والووكي توكي والهواتف الخلوية المحمولة وأجهزة راديو الهواة ... إلخ) في أو بالقرب من مناطق عناية حرجة أو متوسطة".

توصيات من أجل الأجهزة القلبية المزروعة Recommendations for Implantable Cardiac Devices

إن الفرص لتداخل كهرومغناطيسي من هاتف خلوي رقمي بأن ينتج حالات مهددة للحياة منخفضة. إلا أن البيانات المقدمة هنا تدعم التوصيات في تنبيه الجهاز الطبي رقم (١٠٨) لفرع حماية الصحة (MDA, 1995) الذي يحذّر المرضى بنواظم خطى كما يلي:

١- استخدام هاتف خلوي رقمي قريباً جداً من ناظم الخطى قد يسبب اختلالاً وظيفياً في ناظم الخطى.

٢- يُنصح بتجنب حمل الهاتف الخلوي في جيب صدري مباشرة فوق ناظم الخطى لأن مكالمة آتية سوف تحوّل الهاتف إلى صيغة الإرسال وقد تسبب تداخلاً.

٣- ينبغي للمرضى في استخدام هاتف خلوي أن يمسكوا به إلى الأذن وأبعد ما يمكن عن ناظم الخطى.

تنصح أبحاث التكنولوجيا اللاسلكية Wireless Technology Research (WTR) واتحاد مصنّعي الصناعات الصحية Health Industry Manufacturers Association (HIMA) ومجموعة الاهتمام بناظم الخطى Pacemaker Interest Group بـ (١٥) سنتيمتراً كمسافة فصل كافية بين ناظم خطى وهاتف لاسلكي (WTR, 1996). تبدو هذه المسافة صالحة لمخاطرة بالحد الأدنى مع معظم تصميمات نواظم الخطى.

قد يشكّل التداخل مع نواظم الخطى من قبل أنظمة الأمن مثل أنظمة الـ EAS والـ WTMDs مخاطرة محتملة وذلك حسب نموذج ناظم الخطى وصيغة إعادة البرمجة ونوع نظام الأمن. تحدث المخاطرة الأكبر في التداخل عندما يكون ناظم الخطى قريباً من النظام الأمني والشخص ساكناً. من غير المحتمل مواجهة هذه الحالة أثناء التعرض العادي لنظام EAS أو لكاشف معادن من النوع الذي يتم المرور من خلاله وذلك لأن مرضى ناظم الخطى لا يبقون واقفين داخل هذه الأنظمة.

يحدث التداخل مع نواظم الخطى على كلا جانبي لوح الإرسال لنظام EAS أو لكاشف معادن من النوع الذي يتم المرور من خلاله وعند مسافات تبلغ (٣٣) سنتيمتراً للـ UM و (١٨) سنتيمتراً للـ SM و (٣٣) سنتيمتراً للـ WTMDs. قد يفترض المرضى خطأً أن آثار التداخل الكهرومغناطيسي تحدث فقط عندما يكونون داخل البوابة. تقترح البيانات الموصوفة في هذا الفصل أنه ينبغي لمرضى ناظم الخطى ألا يتوقفوا ولا يتباطؤوا ضمن مسافة (٣٣) سنتيمتراً من كلا جانبي لوح الإرسال مقيسة من كتف المريض إلى لوح إرسال النظام الأمني. ينبغي لهم بدلاً من ذلك أن يمشوا عبر النظام بخطى عادية من دون توقف. ينبغي للمصنّعين أن يأخذوا بالاعتبار وضع إشارة على لوح الإرسال لتحديد وجود نظام أمني ولنصح مرضى ناظم الخطى ومزيل الرجفان بأن يمشوا عبر النظام بخطى عادية. إضافة إلى ذلك ينبغي ألا يتم تركيب أنظمة الـ EAS بجوار مسجلات النقد cash registers بطريقة يجب فيها على المرضى المعتمدين على نواظم خطى أن يقفوا ضمن مسافة (٣٣) سنتيمتراً من نظام الـ EAS أثناء إتمامهم لمعاملاتهم التجارية transactions.

إدراك التداخل الكهرومغناطيسي EMI Awareness

يمكن تجنب كثير من الاختلالات الوظيفية الناتجة عن التداخل الكهرومغناطيسي من خلال التثقيف. لقد وضعت صحة كندا أولوية عالية على تأمين معلومات للجمهور. يتم إرسال "إنذار الجهاز الطبي" Medical Device Alert و"نشرات صحتك" Your Health bulletins التي يصدرونها إلى ذوي مهن الرعاية الصحية لتحذيرهم من المشاكل وتقديم توصيات لإدارة المخاطر المرافقة (Tan and Hinberg, 2000b). لقد نشر علماء صحة كندا أيضاً أوراقاً علمية حول التداخل الكهرومغناطيسي وأعطوا العديد من المحاضرات حول الموضوع في مؤتمرات علمية وورشات عمل (Tan et al., 1995) و(Tan and Hinberg, 1999) و (Tan and Hinberg, 1995a) و(Tan and Hinberg, 1995b) و(Tan and Hinberg, 1995c) و(Tan and Hinberg, 2000b).

المواصفات القياسية (المعايير) للتوافق الكهرومغناطيسي
Electromagnetic Compatibility (EMC) Standards

أصدرت إدارة الغذاء والدواء الأمريكية مواصفة قياسية غير إلزامية (MDS-201-0004) في عام ١٩٧٩م تحدد أنه ينبغي للمناعة المشَعَّة radiated immunity للأجهزة الكهربائية الطبية أن تكون (٧) فولت/متر من (٤٥٠) إلى (١٠٠٠) ميغاهرتز. تنص المواصفة القياسية الدولية التكميلية (IEC 60601-1-2) حول التوافق (أو التوافقية) الكهرومغناطيسية للأجهزة الكهربائية الطبية على أنه يجب تطبيق مناعة قدرها (٣) فولت/متر من أجل مجال التردد من (٢٦) إلى (١٠٠٠) ميغاهرتز. إلا أنه تم اقتراح مستوى أعلى للمناعة اعترافاً بالمخاطر على الأجهزة الداعمة للحياة. تقترح مسودة الطبعة الثانية من (IEC 60601-1-2) مناعة قدرها (١٠) فولت/متر من أجل الأجهزة الداعمة للحياة و (٣) فولت/متر من أجل الأجهزة الكهربائية الطبية الأخرى من أجل مجال التردد من (٨٠) ميغاهرتز إلى (٢,٤) غيغاهرتز. إلا أن مناعة قدرها (١٠) فولت/متر لا تضمن أن آثاراً للتداخل الكهرومغناطيسي لن تحدث. إضافة إلى ذلك تطلب الطبعة الأولى من IEC 60601-1-2 اختباراً بتعديل مطالي (١) كيلوهرتز عند تردد تعديل وحيد. أما مسودة الطبعة الثانية من IEC 60601-1-2 فتقترح اختباراً عند ٨٠٪ تعديل مطالي عند (٢) هرتز إذا كان تردد المحاكاة الفيزيولوجية وتردد التشغيل للجهاز الطبي تحت الاختبار أقل من (١) هرتز أو أكبر من (٣) هرتز، ولم يعد مطلوباً الاختبار عند (١) كيلوهرتز.

إن الحاجة إلى تأسيس مواصفات قياسية (معايير) نوعية للتوافق (للتوافقية) الكهرومغناطيسي للأجهزة والأنظمة الكهربائية الطبية معروفة جيداً. إن تصميم الأجهزة الطبية بحيث تكون منيعة ضد الحقول الكهرومغناطيسية حتى (١٠) فولت/متر من أجل الأجهزة الكهربائية الطبية الداعمة للحياة و (٣) فولت/متر من أجل الأجهزة الكهربائية الطبية غير الداعمة للحياة كما هو مُقترَح في المواصفات القياسية الدولية سوف يقلل الأخطار من التداخل الكهرومغناطيسي إلى حد كبير. تقوم مجموعتا العمل (١) و (٢) في ISO TC150SC6 بإعداد مواصفات قياسية نوعية للتوافق (للتوافقية) الكهرومغناطيسي خاصة بنواظم الخطى القلبية المزروعة ومزيلات الرجفان المزروعة.

خاتمة
Conclusion

وفي الختام فإن إدارة استخدام مصادر التردد العالي والانتباه إلى التوافق (التوافقية) الكهرومغناطيسي للأجهزة الطبية في مرافق الرعاية الصحية سوف يقدمان بعض الضمان فيما يتعلق بالاستخدام الآمن للأجهزة الطبية ويمكن أن يمنع مشاكل التداخل الكهرومغناطيسي؟

المـــراجـــع

References

Asch M, Liu D, Mawdsley G. Detection of Implanted Metallic Devices by Airport Security. J Vasc Interv Radiol 8:1011-1014, 1997.

Baba I, Furuhata H, Kano T, et al. Experimental Study of Electromagnetic Interference From Cellular Phones with Electronic Medical Equipment. J Clin Eng 23:122-134, 1998.

Barbaro V, Bartolini P, Donato A, et al. Do European GSM Mobile Cellular Phones Pose a Potential Risk to Pacemaker Patients? Pacing Clin Electrophysiol 18:18-24, 1995.

Bostrom U. Interference from Mobile Telephones: Challenge for Clinical Engineers." Newsletter of the International Federation for Medical & Biomedical Engineering, November 10, 1991.

Canadian Standards Association. Electrical Safety in Patent Care Areas." CAN/CSA-Z32.2-M39, Toronto, Canadian Standards Association, 1989.

Carillo RG, Williams DB, Traad EA, et al. Electromagnetic Filters Impede Adverse Interference of Pacemakers by Digital Cellular Phones. J Am Coll Cardiol Abstract 901-922, 15a., 1996.

"Cell Phone Warning. Regina Leader-Post, February 16, 1993.

Copperman Y, Zarfati D, Laniado S. The Effect of Metal Detector Gates on Implanted Permanent Pacemakers. Pacing Clin Electrophysiol 11:1386-1387, 1988.

Dodinot B, Godenir JP, Costa AB. Electronic Article Surveillance: A Possible Danger for Pacemaker Patients. Pacing Clin Electrophysiol 16:46-53, 1993.

ECRI. Guidance Article: Cellular Telephones and Radio Transmitters: Interference With Clinical Equipment. Health Devices 22, 1993.

Eicher B, Ryser H, Knafl U, et al. Effects of TDMA-Modulated Hand-Held Telephones on Pacemakers (Abstract I-1-10). Proceedings of the Bioelectromagnetics Society Conference, Stockholm, Sweden, June 1994.

Hayes DL, Wang PJ, Raynolds DW, et al. Interference With Cardiac Pacemakers by Cellular Phones. N Engl J Med 336:1473-1479, 1997.

Hayes DL, Carillo RG, Findlay GK, et al. State of the Science: Pacemaker and Defibrillator Interference from Wireless Communication Devices. Pacing Clin Electrophysiol 19:1419-1430, 1996.

Hietanen M, Sibakov V, Hallfars S, et al. Safe Use of Mobile Phones in Hospitals. Helsinki, Finnish Institute of Occupational Health, Technical Research Centre of Finland, 2000.

IEEE. American National Standard Recommended Practice for an On-Site, Ad Hoc Test Method for Estimating Radiated Electromagnetic Immunity of Medical Devices to Specific Radio-Frequency Transmitters ANSI C63.18-1997. Institute of Electrical and Electronic Engineering, New York, 1997.

Irnich W, Batz L, Muller R, et al. Interference of pacemakers by mobile phones. Proceedings of the Bioelectromagnetics Society Conference, pp 121-122, 1996.

Lange S. Cellular Phones and Transmitting Devices in Critical Care Areas. Regina General Hospital, Regina, Saskatchewan, Private Communication, 1993.

Lucas EH, Johnson D, McElroy BP. The Effects of Electronic Article Surveillance Systems on Permanent Cardiac Pacemakers." Pacing Clin Electrophysiol 17:2021-2026, 1994.

Malach T. "Preliminary Testing of the EMI susceptibility of medical equipment," University of Alberta Hospital, Edmonton, Alberta, Private Communication, 1993.

Mathew P, Lewis C, Neglia J, et al. Interaction Between Electronic Article Surveillance Systems and Implantable Defibrillators: Insights from a Fourth-Generation ICD. Pacing Clin Electrophysiol 20:2857-2859, 1997.

McIvor ME. Environmental Electromagnetic Interference from Electronic Article Surveillance Devices: Interactions with an ICD. Pacing Clin Electrophysiol 18:2229-2230, 1995.

Health Canada. Medical Device Alert No.108: Digital Cellular Phone Interference with Cardiac Pacemakers. Health Canada, Ottawa, Canada, 1995.

Health Canada. Medical Devices Incident Report Database, Medical Devices System, Medical Devices Bureau, Therapeutic Products Programme, Health Canada.

IEC. Medical Electrical Equipment Part 1: General requirements for safety. 2. Collateral standard: Electromagnetic compatibility -Requirements and tests; IEC 60601-1-2. Geneva, International Electrotechnical Commission, 1993.

Rice ML, Smith JM. Study of Electromagnetic Interference Between Portable Cellular Phones and Medical Equipment. Proceeings of the Canadian Medical Biology Engineering Society Conference 17, 1993.

Health Canada. Safety Code Recommends Safety Procedures for the Selection, Installation and Use of Active Metal Detectors RPB-SC-18, Health and Welfare Canada, January 1977.

Schlegal RE, Raman S, Grant FH, et al. In-Vitro Study of the Interaction of Cellular Phones with Cardiac Pacemakers. Proceedings of the Workshop on Electromagnetics, Health Care and Health, Montreal, Canada, pp 33-36, 1995.

Segal B, Retfalvi S, Pavlasek T. Sources & Victims: The Potential Magnitude of the Electromagnetic Interference Problem. In Sykes S (ed). Electromagnetic Compatibility for Medical Devices: Issues and Solutions. Anaheim, CA, Food & Drug Administration and Association for the Advancement of Medical Instrumentation, 1996.

Segal B, Retfalvi S, Townsend D, et al. Recommendations for Electromagnetic Compatibility in Health Care." Proceedings of the Canadian Medical Biology Engineering Conference 22:22-23, 1996.

Silberberg, JL. Medical Device Performance Degradation Due to Electromagnetic Interference: Reported Problems. Proceedings of the EMI Control in Medical Electronics, Interference Control Technologies, June 15-17, 1992.

Silberberg JL. Performance Degradation of Electronic Medical Devices Due to Electromagnetic Interference. Compliance Engineering 10:25-39, 1993.

Tan KS, Hinberg I. Investigation of Electromagnetic Interference with Medical Devices in Canadian Hospitals. Proceedings of the 17th IEEE EMBS Annual Conference and 21st CMBEC 17:105, 1995.

Tan KS, Hinberg I. Malfunction in Medical Devices Due to EMI from Wireless Telecommunication Devices. Proceedings of the 30th AAMI 30:96, 1995.

Tan KS, Hinberg I. Can Wireless Communication Systems Affect Implantable Cardiac Pacemakers? An In Vitro Laboratory Study. Biomed Instrum Technol 32:18-24, 1998.

Tan KS, Segal B, Townsend D, et al. Proceedings of the Round Table Discussion on Electromagnetic Compatibility in Health Care. Ottawa, Canada, 1995.

Tan KS, Hinberg I. Can Electronic Article Surveillance Systems Affect Implantable Cardiac Pacemakers and Defibrillators? Pacing Clin Electrophysiol 21:960, 1998.

Tan KS, Hinberg I. A Laboratory Study of Electromagnetic Interference Effects from Security Systems on Implantable Cardiac Pacemakers. Proceedings of the XXVI General Assembly, International Union of Radio Science on Electromagnetic Interference with Medical Devices 868, 1999.

Tan KS, Hinberg I. Effects of a Wireless LAN System, a Telemetry System and Electrosurgical Devices on Medical Devices in a Hospital Environment. Biomed Instrum Technol 34:115-118, 2000.

Tan KS, Hinberg I. Susceptibility of Medical Devices to Radiofrequency Electromagnetic Fields. Proceedings of the Advanced Clinical Engineering Workshop, Santo Domingo, 2000.

United States Congress: Wireless Technology Research, Final Report: Evaluation of Interference Between Hand-Held Wireless Phones and Implanted Cardiac Pacemakers. Washington, DC, 1996.

Witters D, Portnoy S, Casamento J, et al. Medical Device EMI: Analysis of Incident Reports: Recent Concerns for Security Systems and Wireless Medical Telemetry. Proceedings of the IEEE EMC Symposium, 2001.

٦٣

التداخل الكهرومغناطيسي في المستشفى

Electromagnetic Interference in the Hospital

W. David Paperman
Clinical Engineering Consultant
Cut 'N Shoot, TX

Yadin David
Director, Center for TeleHealth and Biomedical Engineering Department
Texas Children's Hospital
Houston, TX

James Hibbetts
Texas Children's Hospital
Houston, TX

تتزايد كثافة إشغال الطيف الكهرومغناطيسي بسبب توسع الخدمات اللاسلكية (المتهمون). وبالرغم من جهود المصنّعين لتقوية الأجهزة الإكلينيكية تجاه تأثيرات التداخل الكهرومغناطيسي (EMI)، إلا أن تقارير عن حوادث تداخل جديدة مع أجهزة طبية لم تتأثر في السابق (الضحايا) تظهر في المراجع الطبية وعلى شكل حكايات (نوادر) (CBS, 1994) و (Paperman et al, 1994). يجب أن يتوسع دور وقاعدة معرفة المهندس الإكلينيكي من أجل فهم وإدارة هذه التحديات التي لا تفتأ تتزايد.

الإشعاع الكهرومغناطيسي

Electromagnetic Radiation

يحدث الإشعاع الكهرومغناطيسي عندما يتم توليد تيار متناوب. ينشأ الحقل الكهرومغناطيسي في جوار المصدر. يمكن زيادة مدى أو مجال الحقل الكهرومغناطيسي المشَع عندما يُربط إلى ناقل. يستمر إشعاع الحقل المغناطيسي بسريان التيار على طول هذا الناقل. سوف يتم توليد تيار مقابل، ولو بمطال أصغر، عندما يتعرض ناقل آخر إلى حقل الناقل المشع. سوف يكون للحقل المشَع خصائص كثيرة. الخصائص الأكثر أهمية منها هي المطال والدورية وشكل الموجة.

يعرَّف مطال التيار المتناوب المتأثر طاقة الحقل المشَع. يُعبَّر عن هذا الحقل عموماً بالـ فولت/متر (V/m). سوف يعرَّف المطال عند نقطة المصدر (الناقل المرسل)، بالاشتراك مع التردد والمسافة، مطال الحقل الكهرومغناطيسي المحرَّض في الناقل الثانوي (المستقبل) حسب قانون التربيع المعكوس.

يتم التعبير عن الدورية أو دور التناوب بالهرتز (١/ثانية) ما يسمح بحساب طول الموجة للحقل الكهرومغناطيسي المشَع. إن معرفة طول الموجة في مقابل الطول المادي الملموس للمشِع وللناقل الثانوي الذي يتم تحريض الطاقة المشَعة فيه يعطي تخميناً للمطال المحتمل الذي ينشأ لدى أو في جهاز تحت المخاطرة. تستطيع أشكال الموجة غير الخطية (الجيبية) أن تنتج ترددات عديدة ومتغيرة. المثال الأول لشكل موجة غير خطي هو الموجة المربعة. تنتج الموجة المربعة تعدديات كثيرة (هارمونيات) لها مجال أضعافاً مضاعفة للتردد الأساسي. تولّد غالبية الأجهزة الرقمية أمواجاً مربعة.

واعتماداً على المطال عند نقطة التوليد ومردود (فعالية) المشِع المساعد (الهوائي) والتردد المولّد وشكل الموجة فإن احتمال التداخل بين الأجهزة الرقمية والأجهزة الإكلينيكية يمكن أن يحدث على بعد كيلومترات كثيرة من مصدر الإشعاع الكهرومغناطيسي.

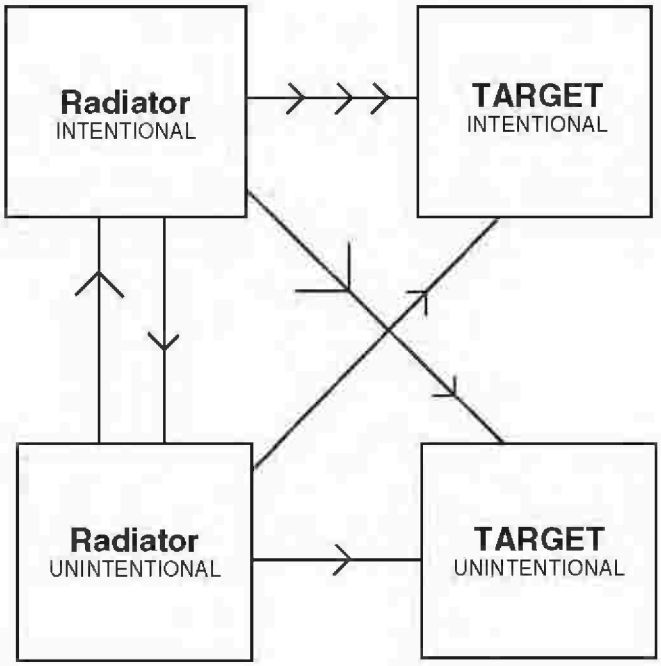
تأتي تهديدات التداخل الكهرومغناطيسي من مصادر عديدة تُقسم بشكل عريض إلى فئتين: ١) أجهزة تبعث إشعاعاً كهرومغناطيسياً مقصوداً من أجل الاتصالات والتحكم، و ٢) أجهزة تبعث إشعاعاً كهرومغناطيسياً غير مقصود (عرضياً) كناتج جانبي لعملها (الشكل رقم ٦٣,١). وفيما يلي بعض المصادر الرئيسية والأكثر شيوعاً للتداخل الكهرومغناطيسي التي يتم مواجهتها في البيئة الإكلينيكية.

المشِعات المقصودة Intentional Radiators

- محطات البث التلفزيوني: التماثلية والرقمية.
- محطات الراديو التجارية: التماثلية والرقمية.
- أجهزة الراديو المتنقل الأرضية: ذات القاعدة الثابتة (FB) والمتنقلة ومصادر الراديو ثنائية الاتجاه المحمولة (ووكي توكي)*.
- أجهزة البيجر: أجهزة بث خدمة رسائل لاسلكية أحادية وثنائية الاتجاه.
- أجهزة ومحطات الهاتف الخلوي*.
- مساعدات رقمية شخصية لاسلكية (PDAs).
- أجهزة الربط الشبكي اللاسلكية (تهديد متزايد في حزمة الـ ISM ذات التردد (٢,٤) غيغا هرتز الصناعية والعلمية والطبية).

* مصادر (متهمة) في حوادث تُعزى إلى تداخل كهرومغناطيسي تمت مواجهته في مستشفى تكساس للأطفال.

- مستخدمون غير مرخص لهم لأجهزة اتصالات راديوية ثنائية الاتجاه (قراصنة)* .



الشكل رقم (٦٣,١). تعقيدات مشعات وأهداف التداخل الكهرومغناطيسي: المتهمون والضحايا.

المشعات غير المقصودة Unintentional Radiators

- أنظمة الإضاءة (خصوصاً الفلورسنتية) بما فيها كوابح التيار الإلكترونية الموفرة للطاقة *.
- أنظمة التحكم عالية الطاقة (متحكمات التكييف) وخصوصاً متحكمات السرعة المتغيرة *.
- خدمات كهربائية بها خلل وظيفي *.
- محركات كهربائية من النوع العام (Universal-type) *.
- مقاييس التأكسج (الأكسيمترات) النبضية *.
- شاشات (مهبطية و بلازما) حاسوب وتلفزيون وتجهيزات.
- شبكات الحساب السلكية.
- أجهزة الكشف عن وإنذار الحريق "الذكية" *.
- أجهزة الجراحة الكهربائية *.
- مزيلات الرجفان.

وكما يُرى من القوائم السابقة، فإن مصادر الإشعاع الكهرومغناطيسي هذه يمكن أن تكون مقصودة وغير مقصودة. يمكن تقسيم التحديات والاستجابات المؤسساتية المفروضة بوجود مصادر التداخل الكهرومغناطيسي هذه من أجل جميع المقاصد والأهداف إلى أربعة أقسام: التخفيف والكشف والتصحيح والوقاية. وبالرغم من أن التخفيف والوقاية يبدوان متشابهين فإنهما يختلفان في مقارباتهما وتطبيقاتهما.

الحد من تأثير التداخل الكهرومغناطيسي
Controlling the Effect of EMI

التخفيف Mitigation

الهم الرئيسي في مرحلة التخفيف هو تخفيض المخاطرة على أو التضحية بالأجهزة الإكلينيكية بسبب أجهزة تبعث إشعاعاً كهرومغناطيسياً مقصوداً أو غير مقصود. يمكن أن تكون مصادر الأجهزة داخلية أو خارجية بالنسبة للمؤسسة. يمكن أن تكون الأجهزة مشِعات مقصودة أو غير مقصودة لحقول كهرومغناطيسية، والحقول الكهرومغناطيسية يمكن أن تكون مشَعَّة أو منقولة. يوضح الشكل رقم (٦٣,١) التداخل الكهرومغناطيسي بين المشِعات المقصودة وغير المقصودة والأهداف المقصودة وغير المقصودة.

يتم إنجاز التخفيف جزئياً عن طريق تحليل دقيق للجهاز بما فيه الملحقات المستخدمة معه والبيئة الكهرومغناطيسية التي سيُستخدَم فيها. لقد تم تنفيذ مقاربة ناجحة في مستشفى الأطفال في تكساس. تم إنجاز هذه المقاربة في مرحلتين: ١) تحليل شامل للبيئة الموضوع فيها الجهاز سُمّي "بصمة القدم" "footprinting"، و ٢) تحليل شامل بشكل مماثل للجهاز الإكلينيكي بحد ذاته سُمّي "بصمة الإصبع" "fingerprinting". يتم لاحقاً في هذا الفصل وصف إجراءات التوصيف الكمي للتداخل الكهرومغناطيسي المحتمل وتخفيف الآثار من خلال تحليل البيئة.

يحدث جزء حيوي آخر من عملية التخفيف أثناء تخطيط المرفق (المنشأة). وسواء كان الأمر تخطيطاً لمنشأة جديدة أو توسعة لواحدة موجودة أو إعادة نمذجة لمنشأة فإن اتصالات واضحة ومختصرة بين الأقسام المتأثرة والمهندسين المعماريين والمقاولين وقسم الهندسة الإكلينيكية تُعدّ أمراً حيوياً ي جميع مراحل المشروع. فمثلاً قامت مؤسسة بتركيب غرف مُحجَّبة screened غالية بتكاليف عالية. وعندما قرر المهندس الإكلينيكي، كاستجابة لشكاوى من عمل جهاز تخطيط عضلات EMG خاطئ، أن الغرفة لعبت دوراً في علاقة المتهم/الضحية، تم تفكيك الغرف بتكاليف كبيرة أيضاً. إن تغيير مكان القسم المتأثر لم يكن خياراً في هذه الحالة. لم يتم إعلام قسم الهندسة الإكلينيكية عن هذه الغرف أو عن تطبيقها المقصود الذي يتضمن استخدام أجهزة متهمة معروفة.

تتضمن أمثلة التخفيف الاستباقي الخدمات الاستشارية المقدَّمة من قسم الهندسة الإكلينيكية ومجموعة الخدمات التلفزيونية Television Services Group أثناء التوسعة الأخيرة لمستشفى الأطفال في تكساس. لم تتضمن

هذه الخدمات التي استدعت خبرة جميع المجموعات ضمن قسم الهندسة الإكلينيكية تصميم المكان فقط وإنما تصميم وتنفيذ وتوسعة أنظمة الاتصالات وبث الرسائل (البيجر) اللاسلكية. تمت المحافظة على مستويات طاقة تردد عالي عند مستويات اعتبرت آمنة بالنسبة للأجهزة الإكلينيكية من خلال استخدام أنظمة هوائيات موزَّعة الطاقة (أي : leaky coax-radiax) في حين تأمين تغطية المنطقة المطلوبة من أجل نظام بث رسائل (بيجرة) خاص بنظام استدعاء ممرضات. تم تنفيذ اتصالات هاتفية لاسلكية آمنة باستخدام أنظمة ميكروخلوية منخفضة الطاقة. تمت مراجعة أنظمة الحماية ضد خطف الرضع من أجل مواصفات تتضمن خصائص انبعاث وتم اختيار نظام جزئياً بناء على مستويات إشعاعه الكهرومغناطيسي المنخفضة.

إن استخدام أجهزة اتصالات راديوية محمولة في بيئة مجمع كبير متطلب أساسي للأمن والهندسة وخدمات الضيوف. وكجزء من عملية التخفيف فإن التعليمات بخصوص الاستخدام الآمن للأجهزة الراديوية ثنائية الاتجاه في البيئة الإكلينيكية أمر إلزامي لجميع الموظفن الذي يستخدمون هذه الأجهزة (ECRI, 1993).

الكشـــف Detection

يتم تنفيذ الكشف بناء على تقرير عن خلل وظيفي لجهاز. قد يشير تحليل أولي للحادث إلى أن سبب الخلل الوظيفي المتقطع أو الدائم ربما كان تداخلا كهرومغناطيسياً. في حالة استمرار خلل وظيفي لا يُعزى إلى أعطال ضمن الجهاز بحد ذاته (مثل تقرير خدمة بعدم وجود مشكلة (NPF)) فإنه يتم البدء بفحص دقيق باستخدام أجهزة اختبار مختلفة قد يتطلب بعضها بناء خاصاً. يقدم هذا القسم وصفاً أكثر تفصيلاً للأجهزة الأساسية الضرورية لمعرفة مكان وتحديد مصادر التداخل الكهرومغناطيسي وبعض التقنيات الأساسية التي يُشار إليها بـ "صيد الشبح" "ghost hunting". وفي اللحظة التي يتم فيها الكشف عن نوع ومصدر التداخل وتحليله فإن الخطوة التالية تكون تخفيض أو إزالة التداخل في الجهاز الضحية. إلا أنه يتم مع ذلك في بعض الحالات إزالة الجهاز الضحية بسبب بيئة كهرومغناطيسية معادية بشكل شديد. إن استبدال جهاز مكافئ ذي استجابات أخرى أقل حساسية بالجهاز الضحية هو خيار في هذه الحالة.

يمكن لمرحلة الكشف أن تزيل إمكانية التداخل الكهرومغناطيسي كمتهم وسبب لعمل غير مناسب لجهاز معين. وبالفعل فإن فحصاً لاحقاً قد يكشف عن مشاكل تقنية في جهاز كانت تُعزى سابقاً إلى تداخل كهرومغناطيسي.

التصحيح Correction

يمكن لتصحيح العلاقة (العلاقات) بين المتهم/الضحية أن يأخذ أشكالاً كثيرة بعضها عملي وبعضها غير عملي. يمكن للتصحيح أن يكون جزءاً من عملية لضمان أن الجهاز الضحية يستوفي جميع المواصفات الفنية التي

يمكن أن تؤثر على قابلية تأثره بالإشعاع الكهرومغناطيسي. فعلى سبيل المثال ينبغي لكادر المستشفى أن يضمن أنه قد تم عمل اتصال حالة- إلى- حالة case-to-case contact مناسب في تغليفات ناقلة مغلفة وأن التغليفات لم تهترئ أو تُخدش. في بعض الحالات يمكن وينبغي للجهاز الضحية أن يُزال من البيئة التي يكون فيها تحت المخاطرة. إذا كان المتهم محلياً فالإزالة يمكن أن تكون حلاً عملياً للمشكلة. حدثت حالات إشعاع كهرومغناطيسي صادر عن تمديدات سائبة (إشعاع خامل passive) أملت إزالة هذه التمديدات. قد يستوجب التداخل الكهرومغناطيسي مع أجهزة إكلينيكية ناتج عن تمديدات فعالة (active) (ليست ليفية بصرية) مثل قنوات توزيع التمديدات تغييراً لمسار التمديدات. نفس الشيء ينطبق على أنظمة الهاتف الحديثة داخل المنشأة التي تكون في العادة ذات طبيعة رقمية. إن الخبرات في مستشفى الأطفال في تكساس تدعم أعمال الباحثين (ECRI, 1988) في استنتاج أن الغرف المحجبة نادراً ما تصحح المشاكل عندما يكون مصدر الإشعاع الكهرومغناطيسي متضمناً داخل البيئة المحلية. وفي حالات متطرفة فإنه يتوجب فك الغرفة المحجبة الموجودة أو أن يُنقل الجهاز الضحية (والقسم) إلى مكان آخر ضمن المؤسسة.

الوقاية Prevention

يجب أن تتضمن الوقاية المستدامة من التداخل الكهرومغناطيسي مطابقة على مدى المؤسسة مع التوجيهات guidelines ومع تلك السياسات الموضوعة في المؤسسة للحد من مصادر تداخل كهرومغناطيسي ممكنة، وأيضاً اختيار واستخدام أجهزة طبية تقدم مناعة أكثر فعالية ضد التداخل الكهرومغناطيسي. إن اتباع هذه السياسة الثنائية سيكون له التأثير المخفّض لمخاطر التداخل الكهرومغناطيسي إلى حد التشغيل المناسب للأجهزة الإكلينيكية ومن ثم تقليل المخاطر على المؤسسة. لقد أخذت الوقاية من التداخل الكهرومغناطيسي في مستشفى الأطفال في تكساس أشكالاً عديدة (David, 1993). لقد عرَّف كتيب سياسات استباقية و إجراءات تحت توجيه قسم الهندسة الطبية الحيوية مصادر الإشعاع المسموح بها ضمن المؤسسة وأوجب إجراءات تدريبية لموظفي المؤسسة المطلوب منهم بضرورة عملهم حمل مصادر إشعاع كهرومغناطيسي (أي مشعات مقصودة). فمثلاً توجه إشارة signage مفروضة بكتيب السياسات الاستباقية و الإجراءات بإقفال جميع الهواتف الخلوية. ولا يُسمح باستخدامها ضمن مجمع المؤسسة. يفرض كتيب السياسات الاستباقية و الإجراءات أيضاً على جميع الموظفين الذين يستخدمون أجهزة راديوية، وبالأخص الأجهزة المسوكة باليد، أن يتدربوا على استخدامها الآمن ضمن المؤسسة. بالإضافة إلى ذلك تم تضمين نص في شروط البيع موافق عليه من البائعين يفرض أن تكون الأجهزة الإكلينيكية متوافقة مع التداخل الكهرومغناطيسي لتعريف الشروط التقنية التي يجب استيفاؤها في عقد الشراء.

تواريخ حالات
Case Histories

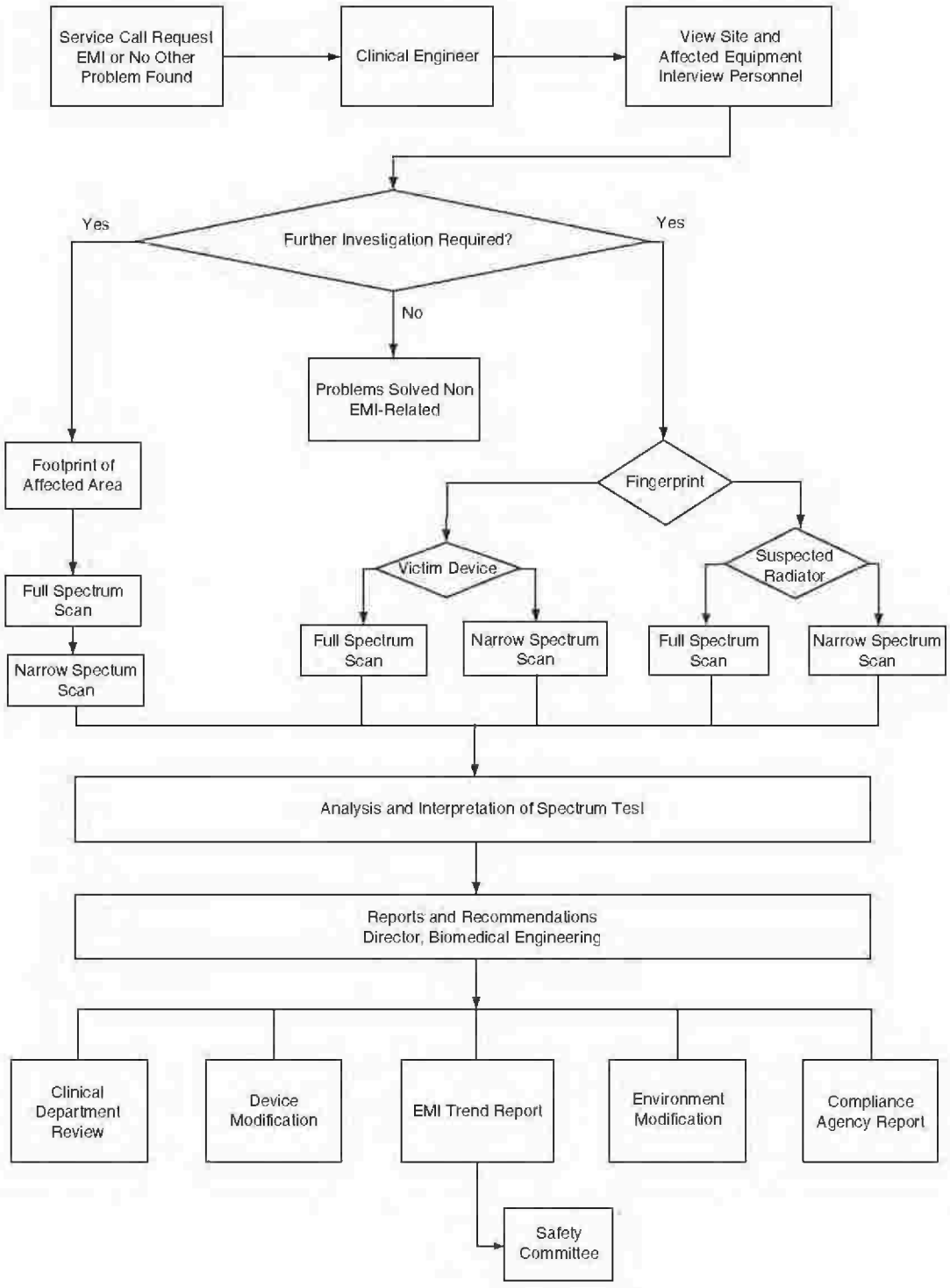
عكس الأدوار Role Reversal

حدث مثال غير عادي عندما تم تبادل أدوار حيث كان الضحية جهاز بيجر (يُعتبرعادة متهماً) والمتهم جهاز مراقبة فيزيولوجي (مونيتور) (يُعتبر عادة ضحية). توقفت أجهزة البيجر عن استقبال النداءات في وحدة عناية مركزة قلبية وعائية. أثمرت قياسات شدة الحقل واستجواب الموظفين وعمليات تحقيق أخرى قام بها المهندس الإكلينيكي عن سيناريو كان فيه بعض أجهزة البيجر غير قادر على استقبال النداءات عندما يكون بالقرب من نظام مراقبة عناية مركزة معروف جيداً.

تم مراجعة المواصفات القياسية والممارسات ذات الصلة بالاختبار في الموقع لوجود إشعاع كهرومغناطيسي. تم استخدام عملية موقع اختبار هوائي مفتوح Open Antenna Test Site (OATS) معدَّلة (ECRI, 1992) و (ECRI, 1988) كدليل للقياس (Bennett, 1993). فيما يخص الأجهزة فقد تم استخدام نظام قياس شدة حقل نوع Empire NF-105 (مستعار من قبل عضو كادر كان مهتماً سابقاً بقياسات التردد العالي في الموقع) كجهاز قياس. تم قياس خصائص المنطقة (أي بصمة القدم) في المنطقة ذات الاهتمام كما تم أيضاً قياس خصائص جهاز متهم تمثيلي (أي بصمة الإصبع). أوضحت قياسات شدة الحقل لوحدة تمثيلية لنظام المراقبة (المونيتور) وجود تردد راديوي غير مقصود قريب لتردد تشغيل نظام البيجر. وحالما تم تحديد مصدر التداخل الكهرومغناطيسي تم تقديم النتائج إلى المصنِّع. لم تكن الاستجابة الابتدائية من الممثلين الإعلاميين للمصنِّع مشجعة. قال خبير المصنّع للتداخل الكهرومغناطيسي أثناء المحادثة معه أن الحل هو زيادة الطاقة المشَعَّة من أجهزة بث البيجر. تم صرف هذا الحل حالاً من الاعتبار لأن زيادة مستوى الطاقة الكهرومغناطيسية المشَعَّة بشكل مقصود لمعاوضة تأثير إشعاع كهرومغناطيسي غير مقصود موجود سوف يزيد من احتمال المخاطرة على أجهزة إكلينيكية أخرى. وفقط عندما كان قسم الهندسة الطبية الحيوية مستعداً لإقناع قسم الزبائن بإلغاء أم الشراء للأجهزة الباقية اكتشف المصنِّع تعديلاً للتقليل من شدة التداخل. لم يُزِل هذا التعديل عند تركيبه جميع الإشعاع غير المقصود ولكنه خفَّض مستوى الإشعاع الكهرومغناطيسي المتداخل بشكل كافٍ للتخلص من التداخل مع أجهزة البيجر. قام المصنِّع مبدئياً بإعادة توزيع ونثر الطاقة المشَعَّة إلى نقاط أخرى من الطيف مما قلل من المطال عند التردد الخاص بتشغيل البيجر.

كانت هذه الحادثة مقدمة مثيرة للآثار العملية لتوافقية الأجهزة (أو عدم توافقيتها) والتداخل الكهرومغناطيسي في البيئة الإكلينيكية. وبعدما قام فني من قسم الهندسة الطبية الحيوية في مستشفى الأطفال في تكساس بتركيب التعديل المقدَّم من المصنِّع تم أخذ بصمة إصبع الجهاز المُعدَّل مرة أخرى.

لقد اختتمت هذه الحادثة بنجاح بحيث تم الحصول على نتيجتين مفيدتين تبادلياً: تم بيان مشاكل التداخل الكهرومغناطيسي ضمن المؤسسة بوضوح وبالرسم، وحصل المستشفى على منحة لشراء جهاز تحليل إشارة حديث.



الشكل رقم (٦٣,٢). مخطط جريان لحل مشكلة تداخل كهرومغناطيسي.

مصدر غير عادي An Unusual Source

حدث "صيد أشباح" آخر عند واحد من المستشفيات الزبونة لدى قسم الهندسة الطبية الحيوية. بدأ القياس الطبي اللاسلكي عن بعد بشكل متقطع بإظهار ترميزات (كودات) أخطاء (أي فقدان بيانات). تم سؤال أعضاء الكادر بعناية. تم التأكد من الأزمنة التي حدث فيها التداخل. كشفت تفحصات إضافية أنه كانت تجري اختبارات قبول لنظام إنذار ضد الحريق تم تحديثه مؤخراً أثناء فترات التداخل. ولأن هذا سيكون مصدراً غير عادي للتداخل تم طلب التعاون من موظفي هندسة المنشأة وممثلي شركة الكشف عن الحريق. لم تعطِ الأسئلة المطروحة على مهندسي كشف الحريق مؤشرات مسبقة لتداخل. تم تركيب جهاز تحليل طيف ونظام هوائي عريض الحزمة في الموقع. أوضح جهاز تحليل الطيف وجود نبضات متكررة ولكنها ليست دورية مما يشير إلى أن المصدر كان يشع نبضة شبه عشوائية quasi-random.

تم بالتعاون مع موظفي إنذار الحريق وهندسة المنشأة عزل الدارات المتحكمة بأجهزة الإنذار المختلفة وإغلاقها واحدة بعد أخرى. وعندما لم يتم الحصول على نتائج في الطابق المتأثر تم تنفيذ نفس عملية الإغلاق في الطابق الذي تحته. عندما تم إغلاق "المعلنين" – الوحدات السمعية البصرية التي تعطي إنذارات سمعية بصرية عن حريق – في الطابق الذي تحت المنطقة المتأثرة اختفت النبضة وآثار التداخل. كان الطابق الذي تحت المنطقة المتأثرة طابق منشأة ميكانيكية ولذلك ركبت شركة إنذار الحريق فيه وحدات سمعية بصرية مغذاة بطاقة مرتفعة. استخدمت هذه الوحدات السمعية البصرية أضواء نباضة. تبعث هذه الأجهزة عند الانفراغ نبضة سريعة الصعود قصيرة الأمد. كان هوائي القياس عند بعد يستقبل هذه النبضات. إلا أن المضخمات الأولية في الهوائيات وفي المستقبلات ذاتها لم تكن تصل إلى حد الإشباع أو انعدام التحسس بسبب هذه النبضات لأن النبضة كانت ذات فترة استمرار بالغة القصر. كانت النبضات تمر بسلام عبر أجزاء التردد العالي لنظام القياس عن بعد وتخرب بايتات bytes البيانات. ساهمت علب توصيل مفتوحة بأسلاك متدلية على شكل حلقات دائرية في إشعاع النبضات. تم حل المشكلة بالإغلاق الصحيح لعلب التوصيل وباستبدال الأضواء النباضة بأجهزة ذات شدة أقل ضمن توجيهات كود الحريق fire code guidelines.

الوقاية من المخاطر Risk Prevention

إن ما يلي مثال عن كيف أن تطبيق أخذ بصمة القدم وبصمة الإصبع يمكن أن يمنع حادثة تداخل كهرومغناطيسي. اشترى قسم التصوير التشخيصي جهازاً جديداً للقياس عن بعد. كشف أخذ بصمة القدم عن أن مستوى الانبعاثات العرضية في هذا القسم كان تقريباً (٦٧) ميكروفولت. أوضح أخذ بصمة إصبع لمُرسِل قياس عن بعد تمثيلي أن مستوى الطاقة المرسَلة عند مسافة متر واحد المعيارية كان (١٢) ميكروفولت فوق مستوى الخلفية.

كانت المخاطرة المعرَّفة هي أنه لم يكن هناك نسبة إشارة إلى ضجيج كافية لمنع فترات طويلة بشكل غير مسموح به لفقدان خرج إشارة غير مرئي. تم اختبار جهاز إرسال القياس عن بعد (أخذ بصمة الإصبع) تحت شروط متحكَّم بها عند مسافة ثابتة لا يمكن المحافظة عليها تحت شروط العالم الحقيقي. لا يُتوقع من مريض يرتدي جهاز إرسال قياس عن بعد أن يحافظ على مسافة المتر الواحد من الهوائيات المستقبلة. فبازدياد المسافة بين المريض والهوائيات المستقبلة تنحط الإشارة المستقبَلة بسبب الشروط الطوبوغرافية (مناسيب الأرض) المختلفة وقانون التربيع العكسي. وبانحطاط الإشارة ينحط مستوى البيانات المقبولة طبقاً لذلك. وإذا كان الانحطاط كبيراً فهناك فرصة لأن لا يكون باستطاعة نظام القياس عن بعد أن يتعرَّف على الحالة الطارئة إذا كان مريض ما في إجهاد قلبي.

تداخل من نوع آخر Interference of Another Type

لكن ليست جميع الأشباح سببها حقول كهرومغناطيسية مشَعة أو منقولة. فمثلاً تم تلقي تقرير عن تداخل كهرومغناطيسي متقطع في جهاز تخطيط كهربية عضلات (EMG) في قسم المعالجة الطبيعية (الفيزيائية) في المستشفى. شعر القسم أن المتهم هو نظام التصوير بالرنين المغناطيسي (MRI) الذي يقع مباشرة فوق المنطقة التي تحتوي الجهاز الضحية. أظهرت القياسات أثناء أخذ بصمة القدم أكثر من الطيف العريض العادي الذي تستدعيه العمليات. كان جهاز أخذ بصمة الإصبع في هذا التطبيق مرتباً ليقيس أية حقول كهرومغناطيسية مشَعة عند تردد الطنين لجهاز الـ MRI قد تتسرب من بيئة الغرفة المحجَّبة التي تحتوي على نظام الـ MRI. لم يتم كشف أي تسرب أثناء فترة امتدت لعدة ساعات. أظهر مسح طيف أوسع أن هذا القسم كان في موقع هادئ بشكل ملفت للنظر فيما يتعلق بطاقة التردد الراديوي.

قادت مقابلات إضافية مع الأطباء والكادر المهندس الإكلينيكي إلى إجراء سلسلة من الاختبارات غير التقليدية إلى حد ما. كان الترشيح في جهاز الـ EMG موسَّعاً والأسلاك ملقاة خارجاً غير منهاة على المقعد الذي يوضع عليه المرضى. لاحظ المهندس الإكلينيكي أثناء هذا الإجراء أنه عند تطبيق ضغط على وسادة المقعد فإن خط قاعدة جهاز الـ EMG يتغير بشكل متواقت. تم عمل العديد من إجراءات الضبط الإضافية لحساسية (ربح) الجهاز والقاعدة الزمنية. ظهر بعدها أن أي حركة في الجوار المباشر للجهاز تسبب هذا الانحراف في خط القاعدة. استنتج المهندس الإكلينيكي بناء على نتائج هذه الاختبارات وعلى فحص حدد تركيب مادة البيئة (وسادات من الفينيل (vinyl) على المقعد وأرضية من الفينيل المغطى بالشمع) أن سبب التداخل مع الجهاز كان كهربائياً ساكناً (كهروستاتيكي) وليس كهرومغناطيسياً. إضافة إلى ذلك عُزِي الظهور المتقطع للمشكلة إلى حقيقة أن حمامات العلاج المائي كانت على بعد بابين من غرفة الـ EMG. وتشغيلها المتقطع يرفع الرطوبة بما يكفي لتخفيض احتمال توليد شحنات كهربائية ساكنة قوية. لقد كان هذا بالتأكيد صيد أشباح من نوع آخر.

تداخل لا يسببه التداخل الكهرومغناطيسي Interference Not Caused by EMI

أحد الميول الحديثة ذات الصلة بالتداخل الكهرومغناطيسي هو قيام المصنِّعين بتجيير مشاكلهم الفنية إلى التداخل الكهرومغناطيسي. بالرغم من أن التداخل الكهرومغناطيسي قد يلعب دوراً هاماً في انحطاط الأداء في بعض الأجهزة الإكلينيكية إلا أنه ليس دائماً السبب. أحد الأمثلة يتعلق بالأجهزة الشعاعية. أظهرت أفلام أشعة من واحد من مختبرات الأشعة تشويشاً artifact وُصف من قبل طبيب الأشعة كـ "خرابيش دجاج" "chicken scratches". كان هذا التشويش يوجد بشكل أساسي أثناء عملية المفصل الصدغي- الفكي السفلي Temporo-Mandibular Joint procedure (TMJ). عُزي هذا التشويش في البداية إلى تداخل كهرومغناطيسي إما منقول أو مُشَع، وبشكل خاص تداخل كهرومغناطيسي منقول من خطوط التغذية بالطاقة. قاس استشاري خارجي الإشعاع من خطوط التغذية بالطاقة، ولكن لم يكن هناك مؤشر كافٍ إلى أن التشويش عائد إلى نظام الطاقة. تم بعد عدة شهور استدعاء قسم الهندسة الطبية الحيوية من أجل الاستشارة.

أشارت الفحوصات الأولية بما فيها توقيت التشويشات كما ظهرت على الفلم إلى درجة ما من التواقتية (التكرارية الزمنية). هذا أوحى بأن التداخل كان مقفولاً زمنياً (مُواقت/ مُزامن) داخل نظام الأشعة. وبسبب خصائص التداخل كتوقيت (تردد) التداخل في علاقة مع معدل المسح فقد تم تصميم وبناء مسبار وتوليفه طنينياً ضمن مجال تردد الإشارة المتداخلة المشكوك فيها. تضمن فحص شامل للمنطقة المحيطة بجناح الأشعة سبراً للوحات الخدمة الكهربائية ثلاثية الأطوار التي تؤمن توزيع الطاقة إلى الجناح. لم يتم مواجهة طاقة كهرومغناطيسية مُشَعة ذات مستويات عالية ضمن التردد ذي الاهتمام. بعد ذلك تم القيام بالفحص ضمن جناح الأشعة. بالرغم من السبر المركّز لجميع الأجهزة ضمن الجناح بما فيها شاشات الفيديو وأنظمة التحكم وفحص النظام المتعلق بعملية المفصل الصدغي- الفكي السفلي (TMJ) التي أكثر ما تظهر التشويشات أثناءها، إلا أنه لم يمكن أن يُعزى المصدر إلى تداخل كهرومغناطيسي.

تم وضع تقرير تفصيلي في ملف في قسم الأشعة. تم استدعاء ممثّل المصنِّع. بناء على النتائج غير المؤدية إلى قرار قام ممثّل المصنِّع سوية مع المهندس الإكلينيكي والفنيين من مجموعة الأشعة في قسم الهندسة الطبية الحيوية بإجراء تحليل أكبر في العمق للمشكلة. اكتشف الفاحصون أثناء التحليل شريطاً رابطاً مفصولاً ضمن رأس الكاميرا. بإعادة توصيل هذا الشريط تحسّن أداء النظام وخفض التشويش.

توضح هذه الحادثة أيضاً فوائد التعاون لحل مشاكل التداخل بغض النظر عن مصادر التداخل. كما أنها توضح أيضاً فعالية برنامج تداخل كهرومغناطيسي استباقي وكفؤ ومدعوم في البيئة الإكلينيكية. إن اللوم نادراً ما يخفف المخاطر.

التغيرية: توضيح المشكلة

Variability: A Demonstration of the Problem

تمثل التغيرية في علاقة الجهاز بتكرار السبب والتأثير (المتهم/الضحية) مشكلة عند وضع برامج استباقية مصممة لخفض المخاطر التي تُعزى إلى التداخل الكهرومغناطيسي بدعم من الإدارة.

طُلب إلى مجموعة الخدمات التلفزيونية في قسم الهندسة الطبية الحيوية بمستشفى تكساس للأطفال في هيوستون في عام ١٩٩٦م بناء على طلب التلفزيون التعليمي الياباني NHK أن يساهم في مقطع لبرنامج تعليمي حول مواضيع التداخل الكهرومغناطيسي في بيئة المستشفى. قررت إدارة المستشفى أن توضيح التداخل الكهرومغناطيسي باستعمال أجهزة طبية فعلية سوف يناسب أهداف البرنامج في توضيح تغيرية التأثيرات من مُشع مصدر عام (مشترك) على أجهزة إكلينيكية متماثلة.

استُخدم جهازا ديلزة (غسيل كلوي) من نفس الموديل ونفس المصنِّع في التوضيح. تم تحت إشراف المهندس الإكلينيكي إعداد الجهازين بطريقة بحيث إن الملحقات والمعايرات وأوضاع التمديدات ضمن الجهازين ومكان الجهازين ضمن منطقة التوضيح كانت كلها متماثلة ما أمكن.

تم وضع مصدر إشعاع مقصود في صيغة البث على مسافة متر واحد من الأجهزة الإكلينيكية. كان المصدر جهاز ووكي توكي walkie-talkie يُواجَه عموماً في البيئة (حزمة التردد ١٥١,٦٢٥) ميغاهرتز، خرج الطاقة المقيس عند المرسل (٤) وات، مردود الهوائي ٤٠٪ تقريباً، تعديل التردد عند انحراف (٥) كيلو هرتز. أوضحت النتائج موضوع قابلية التأثر المتغيرة. فشل جهاز بشكل متكرر في ظرف غير كارثي بينما لم يتأثر الجهاز الآخر الموضوع بقربه.

تميل توضيحات مثل هذه مؤداة بناء على الطلب إلى دعم التقارير الكثيرة المروية ذات الصلة بالتداخل الكهرومغناطيسي والتي يتلقاها قسمنا يومياً من مؤسسات أخرى. وللأسف فإن كثيراً من حوادث التداخل الكهرومغناطيسي تضيع بسبب عدم كتابة تقارير عنها لعدم وجود برامج تلبيها.

إن الطبيعة المتغيرة للاختلالات الوظيفية ذات الصلة بالتداخل الكهرومغناطيسي والمخاطر المرافقة تجعل من برنامج استباقي لتحديد التداخل الكهرومغناطيسي ومنهجية لخفض المخاطر أمراً إلزامياً. يستند برنامج فعال إلى تعاون جميع الفرقاء المتأثرين بشكل محتمل بالتداخل الكهرومغناطيسي: الكادر الطبي وهندسة المنشأة وخدمات المعلومات والهندسة الطبية الحيوية ومصنِّعي الأجهزة. يجب أن يأخذ قسم الهندسة الإكلينيكية وموظفوه الخبيرون في التردد العالي المسؤولية وذلك بسبب المعرفة والخبرة المتشعبتان بشكل كبير المطلوبتان لتنسيق كشف وتخفيف التداخل الكهرومغناطيسي.

يجب تطوير بروتوكول تشغيلي لتلبية مواضيع التداخل الكهرومغناطيسي (انظر الشكل رقم ٦٣,٥). فهذا يقدم هيكلية معرَّفة لمعالجة الطلبات لفحوصات التداخل الكهرومغناطيسي وهيكلية للمعالجة والإفادة بتقارير عن نتائج الفحوصات.

البرامج والإجراءات
Programs and Procedures

يُدخِل الاختبار من أجل التوافق (التوافقية) الكهرومغناطيسي (EMC) في البيئة الإكلينيكية مجموعة من الشروط المعقدة التي لا تتم مواجهتها عادة في حالات مخبرية. ففي البيئة الإكلينيكية قد توجد مصادر تداخل كهرومغناطيسي مختلفة ذات تردد راديوي في أي مكان. إن عزل وتحليل التأثير من المصادر المختلفة للتداخل يستلزم مقاربة متعددة الاختصاصات مبنية على التدريب على والمعرفة عما يلي:

- تشغيل الأجهزة الطبية وقابلية تأثرها بالتداخل الكهرومغناطيسي.
- أنماط انتشار الترددات الراديوية ونظرية التفاعل.
- أنظمة وتقنيات تحليل الطيف (من الأفضل أن تكون بإمكانيات تحليل توقيع) وهوائيات معايَرَة.
- تأسيس منهجية لفحص مشاكل التداخل الكهرومغناطيسي المشكوك فيها تتضمن بروتوكولات ومعايير اختبار.

تزيد إجراءات الاختبار المعيارية التي تتم ملاءمتها من أجل البيئة الإكلينيكية والموظفون المدرَّبون في سلوك التردد الراديوي كلاهما من حظوظ الحد الاستباقي من التداخل الكهرومغناطيسي في البيئة الإكلينيكية مما يوفر بيئة رعاية مريض أكثر أمناً وفعالية. إن الطرائق المستخدمة في الإجراءات التالية عبارة عن تنويعات على تقنية الـ OATS: Open Antenna Test Site ((CRI, 1992E)) و ((ECRI, 1988)) التي هي عبارة عن معيار (مواصفة قياسية) لاختبار موقع مفتوح ((Southwick, 1992)) و ((Bennett, 1993)) و ((ANSI, 1991)) و((ANSI C63.4-1991 (ANSI, 1991)) و(ANSI C63.18-1997).

تأثر اختيار جهاز تحليل الطيف والخيارات المركّبة فيه بعوامل عديدة. اعتُبر جهاز تحليل الطيف من النوع الذي يختبر نظام الاتصالات مناسباً لأنه ليس هناك طريقة أفضل لتوضيح خصائص أجهزة تبعث بترددات راديوية (مقصودة أو عرضية) والبيئة التي تعمل فيها هذه الأجهزة. تشير الأجهزة ذات الحزمة العريضة إلى النشاط النسبي للترددات الراديوية ولكنها لا تشير إلى الترددات العاملة وأنواع التعديل. يؤثر كلا نوعي الخصائص مستقلاً أو بشكل مشترك على قابلية تأثر الأجهزة الكلينيكية. يوضح الجدول رقم (٦٣,١)* جهاز الاختبار المستخدم من قبل قسم الهندسة الطبية الحيوية في مستشفى الأطفال في تكساس لاختبار التداخل الكهرومغناطيسي.

* ملاحظة المترجم: لاوجود لهذا الجدول في أصل الكتاب الإنكليزي ولذلك ليس له وجود هنا. لذا جرى التنويه.

كان هناك حاجة لجهاز تحليل اتصالات مبني على أساس رقمي من أجل أرشفة نتائج اختبارات التداخل الكهرومغناطيسي سواء كانت بصمات أصابع أو بصمات أقدام. لقد كانت مرونة متطلبات الأداء للجهاز أمراً مهماً، وكمساعدة في توفير التكاليف فقد استخدمها مستشفى الأطفال في تكساس للحفاظ على أنظمة الاتصالات الراديوية.

وبما أنه ليس هناك بيئتا OATS معدلتان متماثلتان فلن يكون هناك نتيجتان متماثلتان يتم الحصول عليهما تحت نفس معاملات (بارامترات) الاختبار. يؤثر كثير من العوامل على نتائج اختبار تفصيلية بما في ذلك المتغيرات المعقدة للامتصاص والانعكاس التي تعتمد كلياً على الموقع.

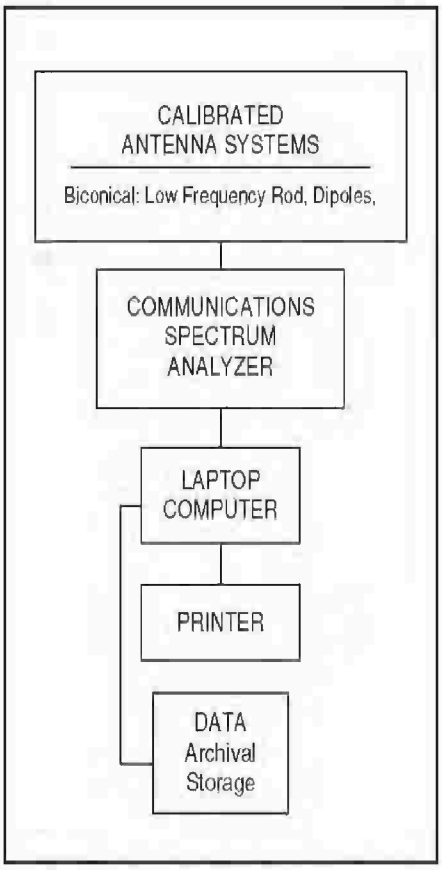
أخذ بصمة القدم Footprinting

لقد تطور برنامج اختبار التداخل الكهرومغناطيسي في مستشفى الأطفال في تكساس نتيجة سنوات من الخبرى والتحليل. هذا البرنامج ليس ساكناً (ستاتيكياً)، فمصادر التداخل الكهرومغناطيسي وخصائص قابلية تأثر الأجهزة في تغير مستمر. تتم مراجعة الخطة وتعديلها دورياً لمكافحة تهديدات جديدة حال ظهورها. تستند التعديلات اللاحقة على الخطة والإجراءات إلى مراجعة مستمرة لتوجهات الصناعة اللاسلكية، وهي تمثل استجابة استباقية لتهديدات مستقبلية يتم إدراكها. يتألف الرنامج حالياً من الخطة العملياتية التي تم إيجازها آنفاً وثلاث سلاسل من الاختبارات: ١- تحديد خصائص المنطقة (أي أخذ بصمة القدم) (الشكل رقم ٦٣,٣)، و ٢- تحديد خصائص الجهاز (أي أخذ بصمة الإصبع) (الشكل رقم ٦٣,٤) ، و ٣- اختبار قابلية تأثر خاص ad hoc طبقاً لتوجيهات الـ IEEE (Knudson and Bulkeley, 1994).

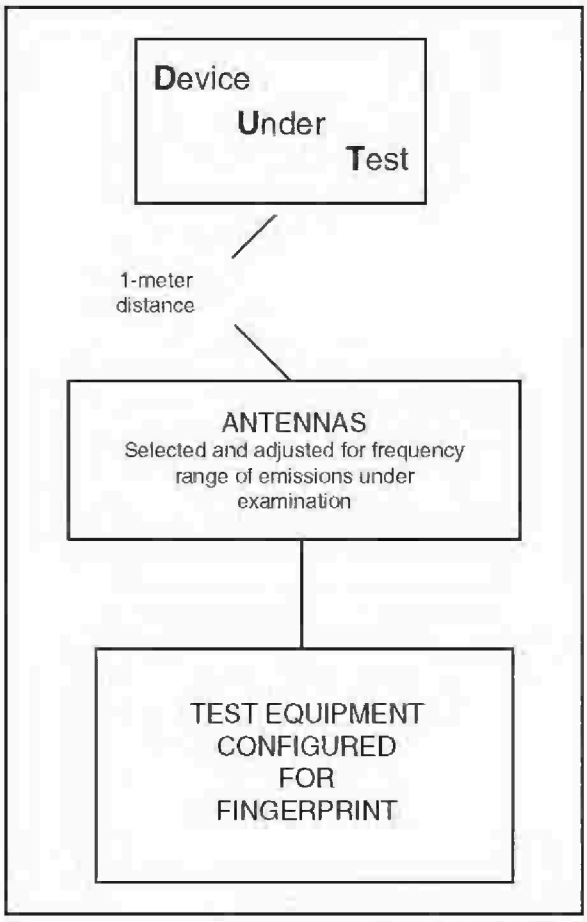
إن أخذ بصمة القدم لمنطقة ما يعني إجراء سلسلة من مسحات scans الطيف/المطال لإشعاع كهرومغناطيسي في منطقة معرَّفة أو معيَّنة. إن أخذ بصمة القدم عبارة عن تقنية مستمرة تُعرِّف إشعاعاً كهرومغناطيسياً في مرفق إكلينيكي أو مرافق إكلينيكية في مجمَّع متعدد المباني. يتم أخذ بصمة القدم بناء على طلب من قسم يعاني من انحطاط في أداء أجهزة إكلينيكية أو تشخيصية أو علاجية عندما يكون التداخل الكهرومغناطيسي هو المتهم. تتضمن العملية سلاسل من مسحات طيف بعرض (٢٠) ميغاهرتز تبدأ عند (٢) ميغاهرتز وتنتهي عند (١) غيغاهرتز مع هوائي (هوائيات) في المستوى الأفقي. تتم إعادة العملية مع الهوائي (الهوائيات) مُستَقطَب عمودياً. يتم ضبط هوائيات معيارية قابلة للتوليف من أجل الطول الطنيني الصحيح للمركز لكل نافذة (٢٠) ميغاهرتز.

تعطي عملية أخذ بصمة القدم نتيجتين: نظرة عامة على الحقول الكهرومغناطيسية المشَعة الموجودة في مكان محدد في البيئة ومطالات وأنواع انبعاث هذه الحقول. لقد كان العديد من التحقيقات في الحوادث ناجحاً باستخدام هذه المعلومات. في الحالات حيث كان التداخل الكهرومغناطيسي مصدره الموقع كان يتم إزالة المصدر وحل المشكلة.

هناك قيمة مضافة لأخذ بصمة القدم تكمن في أن البيانات التي يتم الحصول عليها أثناء العملية تستوفي المتطلبات الأساسية لأبحاث موقع مشابهة لعملية الـ OATS من أجل أخذ بصمة الإصبع لأجهزة مفردة. يتم نقل نتائج مسحات أخذ بصمة القدم إلى وسط تخزين وحفظها في ملف. تشكل هذه النتائج قاعدة بيانات للمقارنة يتم استخدامها لتقييم أجهزة جديدة قبل إدخالها إلى منطقة محددة.



الشكل رقم (٦٣,٣). ترتيبة نموذجية لجهاز من أجل أخذ بصمة الإصبع وبصمة القدم.

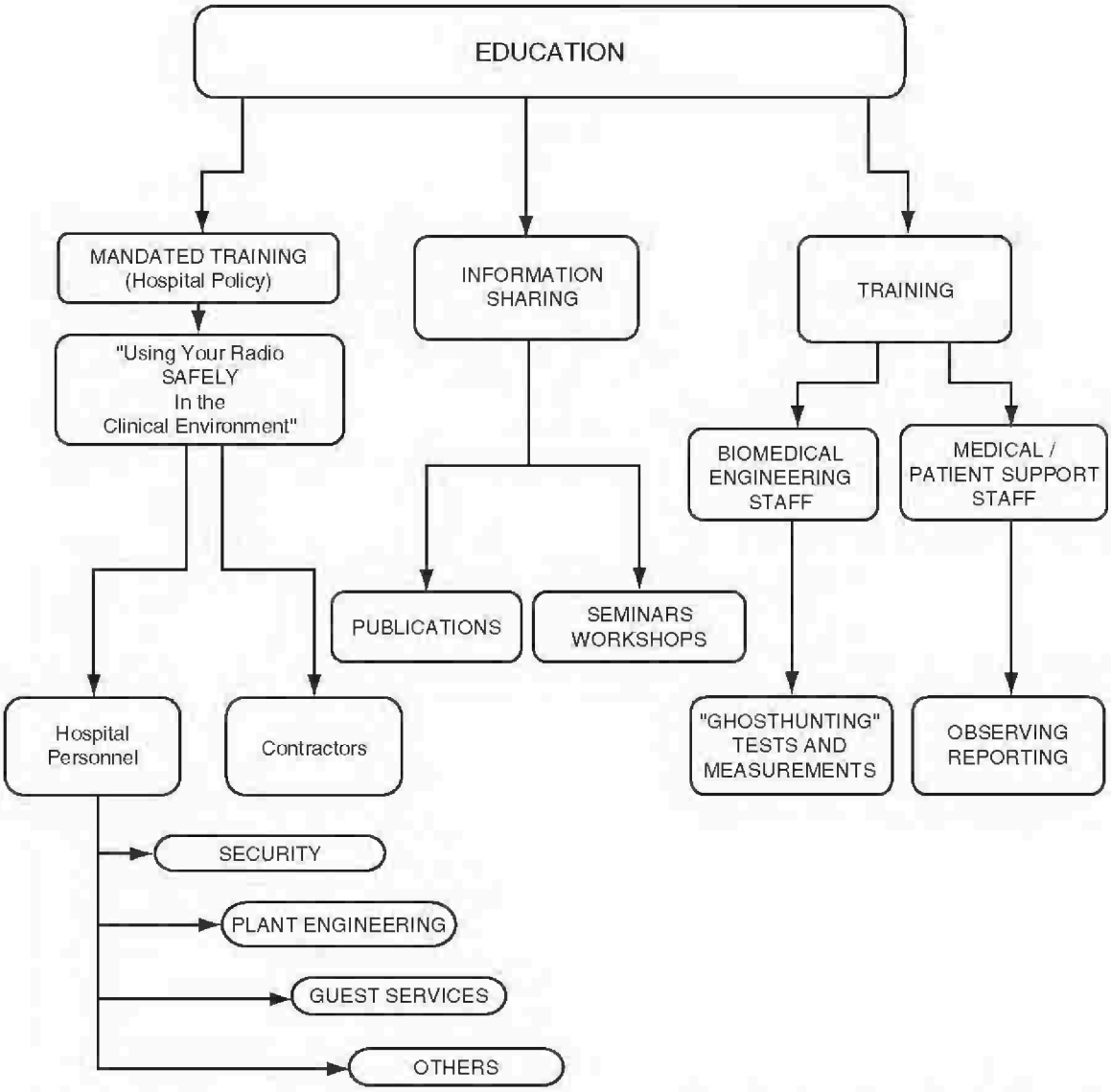


الشكل رقم (٦٣,٤). أخذ بصمة الإصبع.

أخذ بصمة الإصبع Fingerprinting

تتضمن عملية أخذ بصمة الإصبع عدة خطوات. ومرة ثانية، فإن جهاز تحليل الطيف ونظام الهوائي المعايَر هما الأداتان الرئيسيتان المستخدمتان لتحليل الجهاز الذي تحت الاختبار (DUT) (انظر الشكل رقم ٦٣,٤). ينبغي للمنطقة ضمن المنشأة الإكلينيكية الفيزيائية أن تُختبَر باستخدام عملية أخذ بصمة القدم إلى أن يتم إيجاد منطقة هادئة

نسبياً، وذلك من أجل التقليل إلى الحد الأدنى من ضياع المعلومات من الجهاز الذي تحت الاختبار بسبب التقنيع masking بمصادر أخرى للإشعاع الكهرومغناطيسي.



الشكل رقم (٦٣,٥). مخطط جريان لبرنامج تعليمي في مستشفى حول التوافق والتداخل الكهرومغناطيسي ذوي الصلة بتكنولوجيات الأجهزة الطبية.

ومن أجل عملية أخذ بصمة الإصبع، وكما في عمليات أخذ بصمة القدم، فإنه ينبغي أن يتم وضع الهوائي المعياري أبعد ما يمكن عن أي مادة ناقلة. ينبغي أن يتم وضع الهوائي المعياري على ارتفاع مساوٍ لمركز الجهاز الذي

تحت الاختبار (DUT). وبسبب الحقول والترددات الكهرومغناطيسية المتغيرة باستمرار فإن تنفيذ عملية أخذ بصمة القدم في المنطقة المختارة يجب أن يتم مباشرة قبل أخذ بصمة الإصبع للجهاز الذي تحت الاختبار (DUT). يتم وضع الجهاز الذي تحت الاختبار (DUT) على حامل غير معدني موضوع أبعد ما يمكن عن أي مادة ناقلة حالما يتم الانتهاء من تخزين البيانات من بصمة الإصبع الأخيرة. يتم بعدها تركيب الهوائي (الهوائيات) على ثلاثي قوائم ويوضع في الصيغة المستقطَبَة أفقياً على بعد متر واحد من الوجه الأمامي للجهاز الذي تحت الاختبار (DUT). وكما في عملية أخذ بصمة القدم، فإنه يتم القيام بسلاسل من مسحات طيف بعرض (٢٠) ميغاهرتز ويتم تسجيل النتائج. يتم تكرار هذه العملية بهوائي (هوائيات) مستقطَبَة عمودياً. وعندما يتم استخدام هوائيات معيارية قابلة للتوليف فإنه يتم ضبطها على الطول الطنيني الصحيح لمرز كل نافذة (٢٠) ميغاهرتز. وبناء على مراجعة البيانات المجمَّعة، فإنه ينبغي إعادة مسح أي انبعاثات تُعزى إلى الجهاز الذي تحت الاختبار (DUT). ومن أجل زيادة التفصيل في مجال التردد الذي تم فيه ملاحظة الانبعاثات فإنه يتم تضييق نافذة جهاز تحليل الطيف إلى عرض مسحة تبلغ (٢٠٠) كيلوهرتز لكل تقسيمة (200-KHz/division) أو أقل، مثلاً (٥) كيلوهرتز لكل تقسيمة (5-KHz/division).

يتم القيام باختبارات أخذ بصمة الإصبع لسببين. الأول هو أن المطابقة مع سياسة المستشفى في اختبار القبول تقتضي أن يتم اختبار عينات تمثيلية لجميع الأجهزة قبل الدخول في البيئة الإكلينيكية لأول مرة. الثاني هو أن النظرية والخبرة كليهما أوضحا الحاجة لاختبار الأجهزة. إن جهازاً يشع بشكل غير مقصود يمكن أن يؤذي أجهزة أخرى. وقد يكون أيضاً عرضة للتأذي بالدخول في ترددات دخولها ومعاملات (بارامترات) تعديلها. يتم أخذ بصمة إصبع تلك الأجهزة الموجودة أصلاً في البيئة إذا كان هناك سبب للاعتقاد بأن لديها الإمكانية لأن تكون متهم أو ضحية تداخل كهرومغناطيسي.

يوضح الشكل رقم (٦٣.٢) العملية المستخدمة للبدء في وتتبع فحص تداخل كهرومغناطيسي. يُنصح أعضاء الكادر الإكلينيكي باستدعاء قسم الهندسة الطبية الحيوية ومجموعة خدمات التلفزيون في أي حالة اختلال وظيفي لجهاز غير قابلة لأن تُعزى إلى عطل روتيني. في حالات دخول جهاز جديد إلى البيئة الإكلينيكية لأول مرة أو تطبيق جديد لجهاز موجود فإنه يتم تقديم طلب لاختبار الجهاز من أجل المطابقة. يُوجَّه هذا الطلب إلى المهندس الإكلينيكي المسؤول عن فحوص التداخل الهرومغناطيسي. عندما يكون ممكناً أن تُعزى حادثة إلى تداخل كهرومغناطيسي فإن المهندس يقوم بزيارة الموقع كجزء مت التحقيق الأولي. يتم مشاهدة واختبار الجهاز الضحية المحتمل لتقرير ما إذا كان تأثر أو متأثراً بتداخل كهرومغناطيسي. يجب إجراء مقابلات مع الموظفين المسؤولين عن المنطقة وعن تشغيل الجهاز (الأجهزة). يتم التوصل إلى قرار بخصوص الرغبة في أو جدوى تحقيق إضافي بناء على نتائج هذا التحقيق الأولي.

يُبنى القرار بالاستمرار بالتحقيق على عوامل عديدة: هل هناك احتمال كبير لخطأ مشغِّل؟ هل هذا حدوث نادر جداً؟ هل هذا إما جهاز قديم جداً ربما وصل إلى نهاية دورة حياته الموثوقة، أو جهاز جديد يعاني من موت مبكر في مرحلة الطفولة؟ تتم مراجعة تواريخ صيانة الجهاز كجزء من عملية التحقيق الأولي. يتعلق عنصر آخر بمراجعة الأجهزة المضافة إلى البيئة التي يمكن أن تكون قد زادت من الاستضافة الكلية للترددات الراديوية في المنطقة بما يكفي للتسبب بتداخل. تتم مراجعة سجلات بصمة القدم للمنطقة كما بصمات أصابع الجهاز (الأجهزة) الضحية.

إن نمط خطأ الجهاز (الجدول رقم ٦٣,٢)* جزء هام من التقييم. هل يعطي الجهاز الضحية إنذاراً؟ هل يعمل بشكل خاطئ؟ هل يغير معاملاته (بارامتراته) التشغيلية إما بشكل مؤقت أو دائم؟ هل يقوم بالإغلاق shutting down ؟ هل هناك تغير في الربط latching أدى إلى الإنذار؟ إن الإجابة على هذه الأسئلة يمكن أن تشير إلى الجهاز "المجرم" أو الأجهزة "المجرمة". إذا كان يمكن لنمط الخطأ أن يُستنسخ وإذا كان يبدو أن الخطأ قد تسبب به مشع مقصود أو عرضي فإن الجهاز المتهم يمكن تحديده في العادة. فإذا كان ضمن البيئة الإكلينيكية فإنه يتم إسكاته أو إزالته. وفي كثير من الأحيان لا يكون هناك حاجة لتحقيق إضافي. يتم عمل تقرير بالحادثة وحفظه في ملف. يتم إعطاء نسخة للقسم الذي بادر بطلب الخدمة. إذا اعتُقِد أن ذلك ضروري، فيتم إعطاء نسخة لوكالة التقارير المناسبة مثل المركز للأجهزة والصحة الشعاعية التابع لإدارة الغذاء والدواء (FDA, CDRH).

إذا كان المطلوب عملية اختبار كاملة وكان هناك بصمة قدم حديثة للمنطقة موجودة فيتم أخذ مجموعة جديدة ومقارنتها مع المجموعة القديمة. يتم تدوين ملاحظات عن التغيرات في بيئة المنطقة وتحليلها. وهذه يتم أيضاً مقارنتها مع أي بصمات أصابع موجودة للجهاز الضحية. إذا لم يكن هناك بصمات أصابع موجودة لجهاز ضحية تمثيلي، أو عندما يبدي جهاز إشارات بأن مقدرته على مقاومة الدخول قد تكون موضع شك، فإنه يتم أخذ بصمة إصبعه. بعد أخذ بصمة قدم سريعة لمنطقة هادئة لضمان أنه لم تحدث تغيرات هامة في تلك البيئة، فإنه يمكن تحريك الجهاز الضحية إلى هذه المنطقة من أجل أخذ بصمة الإصبع إذا كان ذلك عملياً (الحجم والوزن يمكن أن يؤثرا على موقع الاختبار).

وبشكل عام فإن عملية أخذ بصمة الإصبع تعتمد على الخصائص التشغيلية للجهاز. فمثلاً يتم اختبار مشعات مقصودة من أجل الانبعاث عند تردداتها التشغيلية وتعديلاتها وعند ترددات الهارمونيات (التوافقيات) الثانية والثالثة. يتم اختبار المشعات غير المقصودة (أي أجهزة متحكَّم بها بحاسوب صغري (ميكروبروسيسور)) من رُبع التردد الساعي clock frequency إلى (٣٠٠) ميغاهرتز. هناك استثناء لهذا التوجيه مثلما عندما تستمر انبعاثات قوية نسبياً حتى نقطة الـ (٣٠٠) ميغاهرتز. في هذه الحالات يتم الاستمرار بالقراءات حتى (١) غيغاهرتز. الهواتف

* ملاحظة المترجم: لا وجود لهذا الجدول في الكتاب والنص الإنكليزي الأصلي وبذلك هنا، ولذا جرى التنويه.

الخلوية الرقمية الجديدة (GSM) في الخدمة الآن. ينبغي للجيل الثالث (3G) من أجهزة الاتصالات اللاسلكية أن يكون في الخدمة في المستقبل القريب. ولقد تلقى قسم الهندسة الطبية الحيوية تقارير عن تداخل في أجهزة إكلينيكية من هواتف رقمية.

مع تقدم اختبارات بصمة الإصبع وبصمة القدم تتم مراجعة السجلات التي يقدمها جهاز تحليل الطيف. يتم تدوين أي انبعاثات ترددات راديوية تتجاوز قيمة محددة مسبقاً، خصوصاً الترددات التي تترابط بسهولة مع مصادر إشعاع مقصود معروفة. يتم بعدها تضييق نافذة الملاحظة للحصول على دقة تمييز أكبر أو تضخيم للانبعاث ذي الاهتمام. وهذا يحدد بشكل خاص نوع التعديل للمشع المقصود. بعد إتمام سلاسل اختبارات أخذ بصمة القدم وبصمة الإصبع، يقوم المهندس الإكلينيكي والفني اللذان قاما بالاختبارات بتحليل النتائج وكتابة التقارير والتوصيات. تتم مناقشة هذه التقارير والتوصيات مع مدير الهندسة الطبية الحيوية ويتم تحليل ومراجعة حلول المشكلة.

ليس هناك دائماً حل مثالي لمشكلة تداخل. قد تساهم عوامل كثيرة في جعل جهاز ما ضحية، وبعضها لا يتم حله بسهولة أو بشكل عملي. فمثلاً، إذا ما تم حديثاً تركيب مرسِل بيجر عالي الطاقة إضافي في مبنى مجاور فإن الطاقة الإضافية المشَعة قد تؤثر على أجهزة لم تُبدِ من قبل ردود فعل ذات صلة بالتداخل الكهرومغناطيسي. ومن الناحية التاريخية، إذا ما رُكّب المرسِل المرخَّص له على بناء ليس للمؤسسة سلطة عليه فإنه سيكون من الصعب إزالته. يتم ترخيص مثل هذه المرسِلات من قبل لجنة الاتصالات الاتحادية Federal Communications Commission (FCC) وليس للجهاز الطبي حماية قانونية؛ إنه طريق باتجاه واحد (انظر الفصل (١٠٣)).

يُنصح بالتعديلات على البيئة إذا كانت عملية. هذا قد يتضمن تحجيب منطقة أو تغيير مكان جهاز ضمن منطقة. وإذا ما بدا أن تعديل جهاز طبي هو الحل الوحيد للمشكلة، فعندها يتم إعلام مصنِّع الجهاز بالمشكلة. يمكن لقسم الهندسة الطبية الحيوية أن يُعلِم المصنِّع وهو يفعل ذلك. التعديلات الخاصة ad hoc للأجهزة الطبية لتخفيف قابلية التأثر أو الدخول egress أمر غير صحيح وينبغي ألا تتم محاولة القيام بها. إن إجراء مثل هذه التعديلات سوف يكون في أغلب الحالات تعدياً على القواعد الناظمة للـ FDA وسوف يزيد من مخاطر المؤسسة فيما يتعلق بالمسؤولية القانونية.

ملخص

Summary

بالرغم من المكاسب في الحماية الطيفية لبعض فئات أجهزة مراقبة المريض من خلال المواصفات القياسية، إلا أن البيئة الكهرومغناطيسية الكلية أصبحت معادية بشكل متزايد للتشغيل الآمن للأجهزة الإكلينيكية (انظر الفصل (١٠٣)). يتطلب تأسيس وصيانة بيئة آمنة لتشغيل الأجهزة الإكلينيكية مقاربة متعددة الاختصاصات. يجب أن يكون

هناك برنامج للتعليم يشمل الكادر والموظفين الفنيين والإكلينيكيين والإداريين وكادر وموظفي الصيانة. يجب أن يكون هناك مهندس إكلينيكي ذا خبرة بالتردد الراديوي والتداخل الكهرومغناطيسي وأيضا في أجهزة الاختبار والقياس المناسبة.

يجب تأسيس برنامج اختبار وتقييم استباقي يتضمن قياسات مستمرة للمنشأة وللأجهزة الواردة. يتم اختبار الأجهزة المُصانة موضعياً spot-tested، خصوصاً تلك التي أظهرت إمكانية لموجة كهرومغناطيسية، بشكل دوري باستخدام طريقة بصمة الإصبع.

لقد أوضح هذا الفصل الحاجة إلى برنامج إدارة استباقي للتداخل الكهومغناطيسي مصمم ليحد من الآثار الهدامة للتداخل الكهرومغناطيسي على الأجهزة الإكلينيكية. إن بعض أسباب التداخل الكهرومغناطيسي المذكورة سابقاً والطرق المستخدمة لاختبار البيئة والأجهزة التي فيها كليهما مبنية على أساس خبرات في مستشفى الأطفال في تكساس.

المـــراجـــع

References

ANSI. American National Standard for Methods of Measurement of Radio-Noise Emissions from Low-Voltage Electrical and Electronic Equipment in the Range of 9 KHz to 40 GHz. C63.4. New York, American National Standards Institute, 1991.

Bennett WS. Making OATS Measurements Reproducible from Site to Site. EMC Test & Design 4:34, 1993.

CBS. Haywire. Eye-to-Eye with Connie Chung. CBS, December 1, 1994..

US Government. CFR 47; Part 15.103 (c,e). Code of Federal Regulations of Telecommunications. Code of Federal Regulations, 1991.

David Y. Safety and Risk Control Issues: Biomedical Systems. In Dorf RC (ed). The Electrical Engineering Handbook. Boca Raton, FL, CRC Press, 1993.

ECRI. Patient-Owned Equipment. Health Devices 17:98, 1988.

ECRI. Ventilators, High Frequency. Health Device Alert p. 2, December 18, 1992.

ECRI. Guidance Article: Cellular Telephones and Radio Transmitters-Interface with Clinical Equipment. Health Devices 22(8,9):416, 1993.

Knudson T, Bulkeley WM. Stray Signal, Clutter on Airwaves Can Block Workings of Medical Electronics. The Wall Street Journal, p. 1, June 15, 1994.

Paperman WD, David Y, McKee KA. Electromagnetic Compatibility: Causes and Concerns in the Hospital Environment. ASHE Health care Facilities Management Series. Chicago, IL, ASHE, 1994

Southwick R. EMI Signal Measurements at Open Antenna Test Sites. EMC Test & Design 3:44, 1992.

٦٤

التحقيق في الحوادث
Accident Investigation

Joseph F. Dyro
President, Biomedical Resource Group
Setauket, NY

تساهم الأمور التالية بشكل جوهري في الحوادث ذات الصلة بالأجهزة الطبية في مواقع الرعاية الصحية:

١- الاعتماد المتزايد لمقدمي الرعاية على الأجهزة الطبية.

٢- التعقيد المتزايد لتصميم وقدرات الأجهزة الطبية.

٣- الضغط المتزايد على الكادر الطبي للعمل بشكل فعال وبتكاليف فعالة.

٤- النقص في فرص التدريب.

٥- الخطأ الإنساني.

لقد حدثت حوادث متعلقة بالأجهزة الطبية وستستمر بالحدوث لأسباب كثيرة بما فيها تصميم الجهاز والخطأ الإنساني ونقص التدريب. يلبي التحقيق في الحوادث عدة اهتمامات:

١- تحسين سلامة مريض.

٢- إزالة و تقليل المخاطر.

٣- منع تكرار الحدوث.

٤- المطابقة مع القواعد الإلزامية الناظمة.

٥- اكتشاف الحقائق التي تدعم الدعوى القانونية التي تتبع غالباً إصابة خطيرة.

ينبغي أن يكون هناك نظام استجابة للحوادث بسياسات وإجراءات وموارد لتنفيذها ودعم إداري في جميع المؤسسات بحيث يكون أعضاء الكادر والأقسام مدركين لمسؤولياتهم الشخصية فيما إذا حدث حادث. يجب أن يأخذ المهندس الإكلينيكي (CE) دوراً قيادياً في أي نظام استجابة للحوادث. يعرِّف هذا الفصل المهندس الإكلينيكي على

التحقيق في الحوادث وينصح بأن يطوّر المهندس الإكلينيكي مهارات ضرورية للقيام بالتحقيقات إما كاستشاري مستقل أو كموظف في مستشفى أو كمقدم خدمة مستقل. يصف هذا الفصل المنهجية والأدوات التي تمكّن المهندس الإكلينيكي من ممارسة التحقيق في الحوادث.

يتطلب الفحص والتحليل الهندسي الإكلينيكي الشرعي، سواء كموظف سلامة أجهزة طبية أو كمهندس شرعي (أدلة جنائية) مستقل، مهارات في التحقيق في الحوادث. يعطي التحقيق في الحوادث أفضل النتائج عندما يتعاون مديرو المستشفى والكادر مع فهم شامل للسياسات والإجراءات المرتبطة بالحوادث. إن التقنيات موصوفة من أجل تلبية مواضيع القرينة (الدليل) والتوثيق وإعادة التمثيل وأدوات التحقيق والمقابلات وتحليل السبب الأصلي (الجذري) والتقارير والتوصيات.

يقدم هذا الفصل أيضاً طرائق للمهندس الإكلينيكي الذي يحقق في الحوادث ذات الصلة باستخدام الأجهزة الطبية. توجِّه تقنيةُ تحليل الأنظمة المحقّقَ عبر خمسة عوامل تساهم غالباً في الحوادث: المرفق (المنشأة) والمشغِّل والمريض والجهاز والبيئة. يتم تقديم دراسات حالة عديدة تمكّن الطرائق الموصوفة فيها من تحديد آلية الخطأ المساهمة في الإصابة والموت. الطرائق قابلة للتطبيق على مجال عريض من الأجهزة الطبية المستخدمة في المستشفى وفي المجموعات المنزلية. يقدّم الفصل أيضاً قائمة تحقق (checklist) في التحقيق في الحوادث لتساعد المهندس الإكلينيكي في اكتساب وتوثيق التفاصيل المهمة ذات الصلة في الفحص الشرعي (فحص الأدلة الجنائية). كما يتم أيضاً تقديم تثقيف في التحقيق في الحوادث والمصادر المتاحة.

بالرغم من أن هذا الفصل يركز على الحوادث إلا أنه قابل للتطبيق بشكل متساوٍ على تقنية الحادث الحرج. تنطبق التقنيات التحقيقية الموصوفة على تحديد الحوادث القابلة للمنع التي ربما تكون قادت، أو هي قادت بالفعل، إلى مُخرَج غير مرغوب فيه. يمكن تخفيض معدّل حدوث الحوادث القابلة للمنع من خلال التحقيق في "حالات قاب قوسين" "near misses" (أي الحالات التي كان فيها حادث خطير أو كارثة قاب قوسين أو أدنى من الحدوث) و"الحوادث عديمة الأذى" "no-harm events" و الحوادث المؤسفة adverse events (Cooper, 1978).

شرح الأسباب للتحقيق في حادث جهاز طبي

Rationale for Medical Device Accident Investigation

يتم إجراء التحقيق في حادث لعدة أسباب تشمل:

١- الضغط العام لتقليل الأخطاء الطبية.

٢- تحسين جودة الرعاية.

٣- القواعد الناظمة الملزمة.

٤- اعتبارات قانونية وأخلاقية.

أحد الأهداف الأساسية للتحقيق في الحوادث هو اكتشاف سبب الحادث (Shepherd, 2000). فحالما يتم تحديد السبب يمكن التوجه إليه وإزالته أو الحد منه باحتمالية مخفّضة لتكرار الحدوث. يقتضي التحسين في جودة الرعاية تحقيقاً في الحادث شاملاً يكشف عن الأسباب الأصلية (الجذرية) ويعطي توصيات للتحسين في الأعمال (enterprise) الصحية والموظفين والقائمين بالصيانة ومصنّعي وموزعي الأجهزة الطبية ((Driscoll, 2003) و (Patail and Bruley, 2002) و (Berry and Krizek, 000) و (ECRI, 2001) و (JCAHO, 2000)).

حركة سلامة المريض Patient Safety Movement

يطلب الجمهور استجابة مناسبة من مقدمي الرعاية الصحية بعد تقارير موت أو إصابات خطيرة تحدث في المستشفيات (Kohn et al., 2000). إن منظمات أصحاب مهن الرعاية الصحية متحدة في دعمها لمبادرات سلامة المريض ((ACCE, 2001) و (JCAHO, 2001) و (Shojania et al., 2001) و (Shepherd, 1999) و(Dyro, 2000)). يدعو معهد الطب (IOM, 2001) في تقريره "عبور هوّة الجودة: نظام صحي جديد للقرن الحادي والعشرين" "Crossing the Quality Chasm: A New Health System for the 21st Century" إلى نظام تقديم رعاية صحية يكون آمناً وفعالاً ومركّز على المريض و في الوقت المناسب وذا مردود وعادل. يمكن تعزيز سلامة المريض بتحسين القدرة على التعلم من الأخطاء. إن التحقيق الماهر في الحوادث والمشاركة المسؤولة في البيانات سوف تساعد في تحديد الأسباب الحقيقية (الجذرية) للأخطاء (ACCE, 2001). إن التحقيق في الحادث وحده سوف لن يلبي موضوع المخاطرة العائدة إلى التكنولوجيا الطبية. إلا أن التحقيق، مع ذلك، سوف يقدم فهماً قيّماً للأسباب الأصلية لإصابة معينة أو صنف من الإصابات، مما سوف يقلل في حالة فعل ما يقتضيه ذلك من احتمالية وتكرار الحدوث إلى الحد الأدنى.

إن إدارة مخاطر فعالة (انظر الفصل (٥٦)) وبرنامج سلامة مريض قوي وفعال (انظر الفصل (٥٨)) ووجود قوي للهندسة الإكلينيكية هي أمور أساسية في تعزيز سلامة المريض (Dyro, 1988). إن الانتباه إلى التحقيق في الحوادث سوف يرفع من إدراك كادر المستشفى لوجود برنامج فعال لسلامة المريض وتقليل المخاطر. إن إزاحة التركيز من لوم الأشخاص إلى البحث عن الأسباب الأصلية (الجذرية) سوف يشجع على كشف حوادث ربما كانت ستبقى قيد الكتمان بسبب الخوف من اللوم والجزاء والعقوبة (Shepherd, 2000a).

إن تقنيات التحقيق التي تستخدم مقاربة الأنظمة المفضلة (Shepherd, 1993) سوف تزيد من إدراك موظفي المستشفى لعناصر "النظام" ولتفاعل العناصر، مثل تفاعل جهاز مع جهاز، التي تقود إلى رعاية مريض غير مناسبة. سوف يعرف موظفو المستشفى أن التحقيق في الحوادث من قبل المهندس الإكلينيكي هو واحد فقط من أوجه كثيرة لإدارة التكنولوجيا وأنهم يستطيعون أن يكونوا مشاركين فعالين في فريق السلامة من خلال التنبيه إلى الاختلال الوظيفي للأجهزة والروائح غير العادية والقيام بوظائف غير متوقعة أو خاطئة أو شرارات كهربائية.

القواعد الناظمة الإلزامية
Regulatory Imperative

إن إدارة الغذاء والدواء في الولايات المتحدة الأمريكية (FDA) مكلّفة بموجب تعديلات عام ١٩٧٦م على قانون الغذاء والدواء ومواد التجميل بأن تنظم الأجهزة الطبية من أجل الصالح العام. ومنذ ذلك الحين تم إطلاق مبادرات كثيرة تضع المسؤولية لمراقبة ما بعدالبيع على المصنّعين والموزعين ومقدمي الرعاية الصحية (مستشفيات وأشخاص). يطلب قانون الأجهزة الطبية الآمنة (SMDA) أن يفيد المستشفى بتقرير عن أي حادثة يمكن أن يكون مصنّع الجهاز الطبي قد ساهم فيها بالإصابة إلى المصنّع خلال عشرة أيام عمل. وإذا كان المصنّع غير معروف فيجب كتابة التقرير عن الحادث إلى إدارة الغذاء والدواء. تُتابع إدارة الغذاء والدواء مراقبة ما بعد البيع بسياسات وإجراءات لجمع معلومات للقيام بواجبها في حماية الجمهور (من أجل معلومات أكثر عن الـ FDA انظر الفصل (١٢٦)). تطلب اللجنة المشتركة لاعتماد منظمات الرعاية الصحية (JCAHO) من المستشفيات أن يكون لديها آلية لتحليل وتقليل الحوادث المتحققة sentinel events (أي حدوث غير متوقع ذو صلة بموت أو إصابة خطيرة جسمية أو نفسية، أو مخاطرة ذلك (JCAHO, 2001)) من خلال أفعال تصحيحية. يجب إعلام الـ OSHA عند تأثر صحة موظف بإصابة في مكان العمل. هناك متطلبات على الإدارات الصحية في الولايات وعلى السلطات المحلية والمناطقية والوطنية بعمل تقارير عن حوادث ينشأ عنها إصابات. وفي حالة أية إصابة في مكان العمل فإن من مصلحة المستشفى الفضلى أن تطلق تحقيقها الخاص بها بسرعة.

التقاضي
Litigation

قد تقود حادثة موت أو إصابة خطيرة تحدث بشكل غير متوقع في مستشفى إلى قضية قانونية. يمكن أن ينشأ عن حادثة موت أو إصابة ذا صلة بجهاز طبي أن يقوم الفريق المصاب (المدعي) بمقاضاة عدة كيانات وأشخاص تشمل المستشفى والأطباء والممرضات والفنيين والكادر المساند وصائن الجهاز والموزع والمصنّع للجهاز. إن المستشفى الذي يقوم مباشرة بتحقيق شامل يستطيع أن يجمع حقائق وأدلة أفضل قد تزيح المسؤولية القانونية من على كاهل المستشفى وموظفيه إلى فريق آخر مثل المصنّع لجهاز معيب.

الأخلاقيات
Ethics

تعبّر الكلية الأمريكية للهندسة الإكلينيكية (ACCE) عن أن الأساس الأول للكود الأخلاقي لـ ACCE يدعو المهندسين الإكلينيكيين لأن "يسعوا لمنع شخص من أن يوضع في مخاطرة لأذى عائد إلى أجهزة أو إجراءات معيبة (ACCE, 2001)".

دور المهندس الإكلينيكي كمحقق

Role of the Clinical Engineer as Investigator

إن المهندس الإكلينيكي هو الاختيار المنطقي كمحقق في الحوادث ذات الصلة بالأجهزة الطبية (انظر الفصل (٥٥): سلامة المريض والمهندس الإكلينيكي، والفصل (١٣): المهندس الإكلينيكي كمحقق وشاهد خبير). إن المهندس الإكلينيكي من خلال الثقافة والتدريب والخبرة هو موظف المستشفى الذي لديه المعرفة الأكبر بمبادئ عمل الأجهزة الطبية. واعترافاً منها بانشغال المهندس الإكلينيكي في التحقيق بالحوادث فقد قامت مؤسسة تكنولوجيا الرعاية الصحية في الكلية الأمريكية للهندسة الإلينيكية (AHTF) American College of Clinical Engineering Health Technology Foundation بإصدار مسودة توجيهات للتحقيق في الحوادث (AHTF, 2003).

إن المهندس الإكلينيكي اختيار منطقي للخدمة كمسؤول سلامة أجهزة طبية في مستشفى. إن المهندس الإكلينيكي ذو مهارة في تعليم وتدريب الوعي بالسلامة وفي التحقيق بالحوادث وتحليل أسباب الحوادث وفي التوثيق وكتابة التقارير عن النتائج. يمكن للمهندس الإكلينيكي أن يخدم كمنسق للتحقيقات. ينبغي للمهندسين الإكلينيكيين أن ينؤوا بأنفسهم عن دور المحقق الأولي عندما يكون الجهاز المتورط في الحادث جهازاً تمت خدمته وصيانته وإصلاحه من قبل قسم الهندسة الإكلينيكية. وفي مثل هذه الحالات ينبغي الاستفادة من خدمات مهندس إكلينيكي مستقل. يمكن أن يكون المهندس الإكلينيكي المستقل يعمل في مستشفى آخر أو أن يكون مستشاراً مستقلاً (انظر الفصل (١٣)) أو أن يكون عاملاً في منظمة مختصة في اختبار وتقييم الجهاز الطبي.

الاستجابة للحادث

Response to Accident

ينبغي الاستجابة للحادث في الحال. يجب أن تكون المصادر متاحة على أساس (٢٤) ساعة يومياً و سبعة أيام في الأسبوع. يجب أن تكون السياسات والإجراءات في مكانها لتوجيه الاستجابة للحادث والتحقيق التالي. يجب أن يُعِد تدريب مناسب لأعضاء الكادر للتفاعل بشكل مناسب في الحالة الطارئة. إن حادثاً في قسم ما يكون في النهاية على علاقة بأجزاء كثيرة في المستشفى كالإدارة وإدارة المخاطر والشؤون القانونية والمهندسين الإكلينيكيين وتطوير الكادر ومسؤول السلامة والكادر الطبي وقسم التمريض. يجب أن يعرف الجميع التوثيق المناسب المطلوب بسياسة المستشفى ومن قبل الهيئات الناظمة المحلية والاتحادية وعلى مستوى الولاية. قد يكون من الضروري إعلام سلطات ومنظمات خارجية مثل الدفاع المدني المحلي ووكالة حماية البيئة والـ OSHA و الـ FDA ومصنِّع أو موزّع الجهاز. يجب أن يكون المستشفى مستعداً لإعلام هذه الكيانات والتفاعل معها.

توجيهات عامة General Guidelines

إن الاستجابة الأولى لحادث ما هي حماية الفريق المصاب أو الفرقاء المصابين من أذى آخر (مثل إبعاد مريض عن النار). ينبغي تقييم الإصابة ومعالجتها من قبل الفريق الطبي في الحال. ينبغي بعدها توجيه الانتباه للسيطرة على مصدر الخطر (إطفاء النار مثلاً). ينبغي أن تأتي الهندسة الإكلينيكية إلى المشهد. قد يكون من الضروري طلب مساعدة أو تفعيل إنذار عند هذه النقطة، مثل أن يتم استدعاء الصيانة إذا كانت المشكلة تتعلق بالمعدات الخدمية للمستشفى أو بالمنشأة بحد ذاتها، أو استدعاء قسم الإطفاء في حالة الحريق، أو استدعاء المسؤول عن الحد من العدوى إذا كان للحادث علاقة بانطلاق عامل معدٍ. ينبغي حالما يتم احتواء مصدر الخطر أن يتم فحص المنشأة بحثاً عن تغييرات قد تكون أثرت بشكل سيئ على مرضى آخرين مثل فقدان الطاقة أو دخان في نظام معالجة الهواء. ينبغي فحص البيئة للتأكد من أن أجهزة أخرى لم تتأثر بشكل سيئ بالحادث. فمثلاً إذا تسببت زيادة في الطاقة في أن يؤذي جهاز مريضاً فقد تكون هذه الزيادة قد أثرت بشكل سيئ على خصائص تشغيل أجهزة مغذاة من نفس الدارة.

ينبغي بعد ذلك إدخال وصف دقيق للحدث إلى السجل الطبي وإتمام كتابة تقرير عن الحادثة وإعلام موظفين آخرين في المستشفى (إدارة المخاطر، الشؤون العامة، كبير مسؤولي التشغيل) عن سياسة وإجراءات المستشفى.

السياسات والإجراءات Policies and Procedures

يجب أن تكون السياسات والإجراءات في مكانها لتوجيه الاستجابة للحادث والتحقيق اللاحق.

ينبغي أن تكون سياسات وإجراءات الإدارة والشؤون القانونية وإدارة المخاطر مصاغة من أجل ما يلي:

١- السياسة: تقارير الحوادث.

٢- الإجراء: إعداد وصياغة تقارير الحوادث.

٣- السياسة: تقارير قانون الأجهزة الطبية الآمنة.

٤- الإجراء: إعداد وصياغة تقارير الحوادث المتأثرة بقانون الأجهزة الطبية الآمنة.

ينبغي أن يكون لدى قسم الهندسة الإكلينيكية ما يلي:

١- السياسة: التحقيقات في الحوادث.

٢- إجراء التشغيل المعياري: التحقيق في الحادث.

ينبغي أن يتضمن الإجراء تفاصيل التحقيق في الحادث الموصوفة في هذا الفصل مثل حفظ الأدلة وجمع البيانات والتصوير ومقابلة الشهود وإعداد التقرير.

يتم فيما يلي شرح عينة لسياسة الهندسة الإكلينيكية بخصوص التحقيقات في الحوادث.

سياسة الهندسة الإكلينيكية بخصوص التحقيق في الحوادث

Clinical Engineering Policy Regarding Incident Investigations

لدى الهندسة الإكلينيكية في مستشفى John Endall Hospital مسؤولية التحقيق في جميع الحوادث المتعلقة بالأجهزة الطبية في المستشفى وكتابة التقارير عنها. هذه المسؤولية مفصّلة في دفتر سياسة الإدارة (٠٠٨). الغاية من هذه التحقيقات هي كشف الحقائق المحيطة بحادثة وتحليلها واقتراح توصيات سوف تقلل من احتمالية تكرار الحدوث. إضافة إلى ذلك يجب أن تفيد الهندسة الإكلينيكية بتقارير عن هذه الحوادث إلى لجنة المستشفى للأداء الجيد للأجهزة وإلى مصنّعي الأجهزة وإلى الـ FDA طبقاً للقواعد الناظمة المفروضة بقانون الجهاز الطبي الأمن لعام ١٩٩٠م.

من أجل تسهيل إيجاد الحقائق فإن الأشخاص الذين يتم الاتصال بهم من قبل الهندسة الإكلينيكية في سياق تحقيق في حادث ينبغي أن يبقوا غير معروفين ما أمكن. إن الغاية من هذه التحقيقات هي تحسين جودة رعاية المريض وليس تثبيت اللوم. وباستثناء ماهو ضروري لكتابة التقرير فإن المعلومات التي يتم الإخبار بها يجب أن تبقى سرية.

تسعى الهندسة الإكلينيكية للمحافظة على الموضوعية في جميع تحقيقاتها في الحوادث. تخضع أنشطة الهندسة الإكلينيكية لأن يتم التعليق عليها والتوصية بخصوصها مثلها مثل تلك الأنشطة لأقسام أخرى وللكادر الطبي. وفي الحالات التي يكون فيها الحفاظ على الموضوعية أمراً صعباً فإنه يمكن لفريق خارجي أن يقوم بالتحقيق بعد استشارة الشؤون القانونية.

لقد أوضحت سنوات خبرة الهندسة الإكلينيكية في تحقيقات متنوعة في مستشفى John Endall Hospital بشكل متكرر أن الأشخاص يكونون مساعدين ومتعاونين في الإدلاء بمعلومات وفي العمل معاً لإيجاد حلول للمشاكل. نحن نتطلع إلى الأمام للاستمرار بخدمتك ومرضانا بصفتنا هذه.

John B. Booté
Director, Clinical Engineering

مقاربة الفريق: الكادر الطبي والتمريض وإدارة المخاطر

Team Approach: Medical Staff, Nursing, and Risk Management

يضمن التدريب المناسب أن يكون أعضاء الكادر مستعدين للتفاعل بشكل مناسب في حالة طارئة. إن لحادث في قسم ما علاقة في النهاية بأجزاء كثيرة في منظمة المستشفى كالإدارة وإدارة المخاطر والشؤون القانونية والمهندسين الإكلينيكيين وتطوير الكادر ومسؤول السلامة والكادر الطبي وقسم التمريض.

الهندسة الإكلينيكية Clinical Engineering

ينبغي أن يستجيب المهندسون الإكلينيكيون في الحال إلى مسرح الحادثة. تتضمن الخطوات الواجب اتخاذها ما يلي:

١- منع أو تخفيف إصابة أخرى أو ضرر للمرضى والكادر.
٢- إحاطة مسرح الحادثة ومنع الدخول إليه للتقليل من فقدان أو تغيّر الأدلة.
٣- التحقق من تضرر أجهزة أو مرافق مساندة.
٤- تصوير ورسم وتسجيل وأي توثيق آخر لمسرح الحادثة.
٥- الحصول على روايات الشهود المباشرين.
٦- البدء بتأسيس إطار مرجعي مكاني وخط زمني.
٧- الحفظ والتحفظ على الأدلة.
٨- البدء بالتحقيق.

التوثيق وكتابة التقرير Documentation and Reporting

قد يكون من الضروري إعلام السلطات والمنظمات الخارجية مثل قسم الإطفاء المحلي أو وكالة حماية البيئة (EPA) أو الـ OSHA أو الـ FDA أو مصنّع الجهاز أو موزّع الجهاز عن الحادثة ((FDA, 1996) و (Kessler, 1993)). يجب أن يكون المهندس الإكلينيكي مستعداً ليس فقط لإعلام هذه الكيانات وإنما أيضاً للتفاعل معها. يجب أن يكون المستشفى على دراية بالتوثيق المناسب المطلوب بسياسته هو نفسه أو من قبل الهيئات المحلية والاتحادية وعلى مستوى الولاية.

المتطلبات الخاصة بالمهارات
Skills Requirements

تتطلب الاستجابة الفعالة للحادث والتحقيق فيه أن يمتلك المهندس الإكلينيكي الخبرة التقنية والمعرفة بالعوامل الإنسانية (Guyton, 2002) ومهارات اتصال جيدة. يتم اكتساب الخبرة والمعرفة ومهارات الاتصال نموذجياً من خلال تدريب وتعليم رسمي وغير رسمي ومن الخبرة العملية. تؤكد الـ ACCE في عمليتها لإعطاء شهادة الهندسة الإكلينيكية على أن المعرفة مطلوبة في هندسة العوامل الإنسانية وتحليل الأسباب الأصلية (الجذرية) وفي حقول دراسية ذات صلة بسلامة المريض (ACCE, 2001). تضمنت سلاسل المؤتمرات عن بعد التي أقامتها الـ ACCE على مؤتمرات حول هذه المواضيع ((Shepherd, 1996) و (Dyro, 2000a) و (Patail and Bruley, 2002)). أثبت استطلاع للرأي بين المهندسين الإكلينيكيين أن التحقيق في الحوادث يقع ضمن "الكتلة المعرفية" المتوقعة من مهندس إكلينيكي (Cohen, 2001).

الخبرة التقنية Technical

إن معرفة جيدة شاملة في الهندسة الإكلينيكية بالإضافة إلى مقدرة تحليلية جيدة وتقنيات حل المشاكل كلها مطلوبة من أجل التحقيق في الحوادث. يجب أن تتضمن المعرفة مبادئ عمل الأجهزة الطبية واستخدام هذه الأجهزة

لعلاج وتشخيص المرضى وأساسيات الفيزيولوجيا وفهماً لتفاعل القوى الفيزيائية مع الجسم الإنساني. فمثلاً سوف يفهم المحقق الفعال في الحادث عمل جهاز رفع الحرارة والتحكم الحراري للجسم. سوف يفهم المهندس الإكلينيكي ظواهر مثل التقرحات الجلدية وأسبابها والاستجابة الفيزيولوجية للكهرباء وآلية الإصابة بها والقوى الميكانيكية وتأثيراتها على الجسم.

المعرفة بالعوامل الإنسانية Human Factors

سوف يجد المهندس الإكلينيكي أن المعرفة بالعوامل الإنسانية مفيدة سواء كان هذا المهندس يعمل في مستشفى (انظر الفصل (٨٣)) أو كمهندس إكلينيكي شرعي forensic (Bogner, 1994) أو كمهندس تصميم ((Gosbee, 1997) و (Gosbee et al., 2001)). أوضح Cooper (1978; 1984) أن تحليل العوامل الإنسانية للحوادث المؤسفة ولتصميم الأجهزة يقود إلى بيئة إكلينيكية أكثر أماناً.

قد يتم استنتاج أن أداء جهاز متورط في حادث هو ضمن مواصفات التصميم. إلا أن المواصفات قد لا تكون أخذت بالحسبان التصميم الجيد للعوامل الإنسانية بشكل مناسب وأعطت بدلاً من ذلك ميزات تصميم سيئة. مثال ذلك مفتاح أو قرص يمكن تفعيله بالصدفة من قبل شخص يلمسه على الماشي يسبب تغيراً في حساسية القياس التشخيصي أو في خرج الطاقة العلاجي.

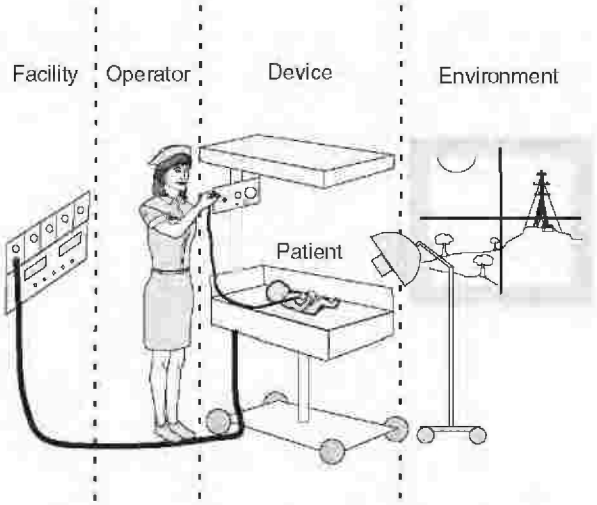
مهارات الاتصال Communications

إن الجهاز الطبي عنصر في نظام يتضمن البيئة الفيزيائية وتأثيراتها زائداً العناصر الإنسانية (المريض ومشغّل الجهاز). قد يشهد الحادث موظفو مستشفى آخرون أو زائرون، والمعلومات التي يساهمون بها يمكن أن تساعد في تحديد السبب. تتطلب المقابلات الشخصية لإيجاد الحقيقة مهارات اتصال جيدة تتضمن بكلام واضح إدراكاً اجتماعياً سياسياً ومهارات إصغاء فعال. يتطلب توثيق التحقيق ونتائجه والاستنتاجات والتوصيات مهارات كتابية جيدة.

مقاربة الأنظمة
Systems Approach

إن مقاربة الأنظمة لحادث جهاز طبي والتحقيق في حادث جهاز طبي (Shepherd, 1983) تصف نظاماً مكوَّناً من خمسة عناصر: الجهاز والمشغِّل والمرفق (المنشأة) والبيئة والمريض (انظر الفصل (٥٩)). يوضح الشكل رقم (٦٤,١) على سبيل المثال مخططاً لوحدة عناية مركزة بحديثي الولادة (NICU) يحتوي على العناصر الخمسة. حديث الولادة (المريض) موجود داخل مدفّئة رضيع مشِعَّة (الجهاز) مغذاة كهربائياً بالطاقة من مَقبس جداري (المرفق أو المنشأة). يستعد المشغِّل (الممرضة) لتوصيل حساس درجة حرارة الجلد إلى لوحة تحكم المدفّئة. تم توضيح لمبة

(مصباح) فحص قريبة وتأثيرات خارجية من شمس لامعة وموجات كهرومغناطيسية منبعثة من محطة إرسال محلية (البيئة). يمكن لجميع عناصر النظام الخمسة أن تتفاعل وتسبب حادثاً ينتج عنه تأذي مريض. إن التلخيص الموجز التالي لمقاربة الأنظمة للتحقيق في حادث يشدد على أهمية استخدام التقنية.



الشكل رقم (٦٤,١). مقاربة أنظمة للتحقيق في حادث جهاز طبي: وحدة العناية المركزة بحديثي الولادة.
بتصرف عن ((A Systems Approach to Hospital Medical Device Safety (Shepherd, 1983)).

الجهاز الطبي Medical Device

يمكن لجهاز طبي أن يساهم في تأذي مريض كنتيجة لعيوب defects أو نواقص deficiencies يمكن أن تكون أُدخلت إلى الجهاز عند عدد من المراحل من دورة حياته تشمل التصميم والتصنيع والنقل والفحص والصيانة والإصلاح ومراقبة ما بعد البيع والتقادم.

التصميم

يتطلب أداء الجهاز ودقته وتكرارية نتائجه وسلامته تصميماً سليماً وعملاً سليماً للأجزاء والمكوّنات المناسبة، ومخططات الدراة والرسومات الميكانيكية الصحيحة، والمسار الأفضل للأسلاك، وموصّلات مناسبة. يجب أن تكون نظرية عمل الأجزاء الكهربائية والميكانيكية مبنية على مبادئ سليمة، كما أن التصميم يجب أن يأخذ بالاعتبار الصدمة الميكانيكية والاهتزاز الميكانيكي ودخول السوائل والتداخل الكهرومغناطيسي وفراغ الكهرباء الساكنة (ECRI, 1974).

يتم تصنيف خطأ مفاجئ أو غير قابل للتنبؤ به لجزء أو دارة تحت هذا المكوّن الفرعي للنظام. ينبغي أن يتضمن تصميم الجهاز تحليل نمط وتأثير الخطأ (FMEA) ((Stamatis, 1995) و (Stalhandske et al., 2000)

و(Willis, 1992)). يمكن التنبؤ بتأثير فشل مفاجئ لمكوّن على عمل الجهاز. وإذا كانت النتائج تضع المريض في خطر فلا بد من تضمين تصميم آمن عند الفشل fail-safe. وصف Bruley (1994) حادثة تم فيها حشر مريض بحامل gantry جهاز علاج إشعاعي متحر هابط لم يقف في استجابة لتحكم تشغيله العادي أو الإيقاف الطارئ أو مفتاحه الحدي الأوتوماتيكي. يتم تشغيل التحكمات الثلاث جميعها من خلال نفس المرحِّلة (الريليه) الكهربائية التي كانت معطلة. إن تحليل نمط وتأثير الخطأ (FMEA) كان ليتنبأ بنمط الخطأ هذا مما كان سينتج عنه تعديل في التصميم يوقف فيه فشل المرحّلة (الريليه) حركة الحامل.

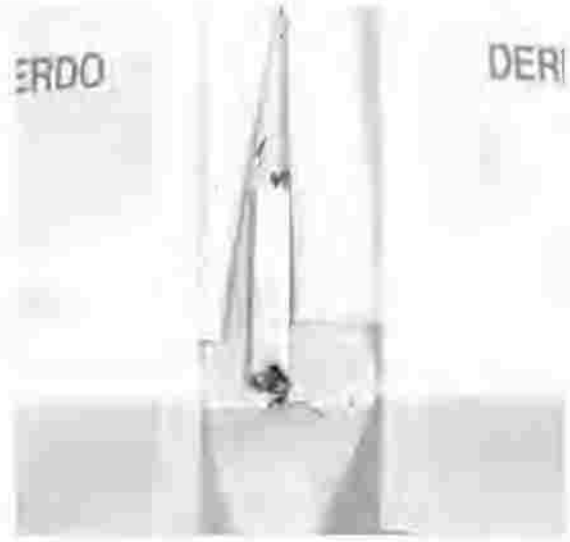
إن تصميم العامل الإنساني هو ذاك الوجه من تصميم الجهاز الذي يستخدمه المشغلون والقائمون بالصيانة وآخرون عندما يتعاملون مع الجهاز (Christoffersen and Woods, 1999). قد يعمل جهاز طبقاً لتصميمه وقد يكون آمناً وفعالاً عندما يُستخدم بشكل صحيح، إلا أن تصميمه قد يُربك المشغّل أو القائم بالصيانة بحيث إنه يتم استخدامه بشكل غير صحيح أو إصلاحه بشكل غير مناسب (Welch, 1998). يمكن للتحكمات والمؤشرات أن يكون صعباً رؤيتها. الأمثلة على ذلك تتضمن أرقاماً على قرص تحكم أو شاشة إظهار تكون صغيرة جداً بحيث لا تُرى بوضوح، أو، إذا كانت مضاءة، تكون باهتة جداً في ظروف إضاءة محيطة مرتفعة بحيث لا تُرى. ينبغي ألا يكون ممكناً للأجزاء أن تنسجم مع جهاز بطرق غير تلك المقصودة للتشغيل الصحيح للجهاز. فعلى سبيل المثال لصمامات التحقق التي يمكن عكسها في دارة تنفس تغذية هواء قطع cut off air supply للمرضى. ينبغي توجيه الاهتمام بتصميم العامل الإنساني لتقييم وفحص استلام الأجهزة الطبية (Hyman and Cram, 2002).

إن الموصّلات مكوّنات للأجهزة ذات تاريخ طويل بالنقص في تصميم العوامل الإنسانية. بعض الوسائل لتقليل الخطأ الإنساني العائد لتصميم عوامل إنسانية ذي نقص تتضمن: التوسيمات الصحيحة، واستخدام الأقفال الشابكة interlocks الميكانيكية والمفاتيح، ووضع الموصلات في المكان المناسب على الجهاز الطبي، والترميز اللوني. يوضح الشكل رقم (٦٤,٣) استخدام حساس درجة حرارة من مدفئة مشِعة من مصنِّع آخر تم إدخالها في الموصّل لمدفّئة تُستخدم لمعالجة رضيع. سخنت المدفئة المشِعة بشكل زائد مسببة تضرراً دماغياً للرضيع.

غالباً ما يكون التوصيل بين الجهاز والمريض رابطاً ضعيفاً في النظام. هذه التوصيلات لها علاقة بأجهزة مثل: الأنابيب الرغامية، والإبر من أجل الخطوط داخل الوريدية أو داخل الشريانية، وإلكترودات الـ ECG، وحساسات درجة الحرارة. في دراسة الحالة الموصوفة فيما يلي منع أنبوب رغامي منفلت من مكانه بشكل جزئي ومستند على رقبة المريض الهواء من الدخول إلى رئتي المريض، بينما منع الضغط المنخفض لمر الهواء من تفعيل الإنذار بسبب انسداد دارة التنفس.

المصنّع

قد يصبح الجهاز الطبي معيباً أثناء عملية التصنيع. فمثلاً يمكن لرزمة من القفازات الجراحية أن تصبح ملوّثة إذا ما تم تغليف عقب سيجارة مطفأة من قبل عامل خط التجميع معها في الرزمة (انظر الشكل رقم ٦٤,٢). في مثال آخر نتج عن صمام PEEP تم تجميعه بشكل خاطئ انسداد في منفذ الاستنشاق نشأ عنه تأذيات ضغطية barotraumas وموت المريض المعتمد على جهاز التنفس. إن خطأ التغليف في المثال الأول كان سهل كشفه نسبياً ولم ينشأ عنه أي أذى ؛ أما صمام PEEP الذي تم تجميعه بشكل خاطئ في المثال الثاني فلم يتم اكتشافه وقاد إلى نتائج خطيرة. كلا المثالين يؤكدان على أهمية الفحص قبل استخدام أي جهاز طبي. مثل هذا الفحص يمكن أن يكون ببساطة الفحص بالمشاهدة.



الشكل رقم (٦٤,٢). عقب سيجارة تم تغليفه مع قفازات جراحية.

النقل

إن نقل جهاز من مكان إلى آخر (مثل من منشأة التصنيع إلى رصيف التحميل في المستشفى أو من غرفة تخزين الأجهزة إلى منطقة العناية بالمريض) قد يعرّضه إلى حدود صدمة واهتزاز ودرجة حرارة ورطوبة لم يتم تصميم الجهاز لتحملها. ومن واقع خبرة المؤلف فإن واحداً من كل ثلاثة من (١٢٠) جهاز مراقبة (مونيتور) تم شراؤها من قبل مستشفى لم يجتز فحص الاستلام لأن لوحة دارة معينة انفكت عن موصّلها في النقل. لقد كان التصميم الميكانيكي غير ملائم ؛ لم يُؤخذ بالاعتبار الإجهادات الخاصة التي تقع على جهاز المراقبة أثناء الشحن ومن ثم لم يتم تأمينه بآليات تقييد مناسبة. تتضمن الأجهزة ذات القابلية بشكل خاص للتضرر في النقل: الليزرات الجراحية، وأجهزة الرئة والقلب الاصطناعيين ووحدات الديلزة (غسيل الكلى) والحاضنات.

الفحص

يمكن أن يتم إدخال العيوب أثناء التصنيع أو التجميع أو النقل. ولذلك فإنه يجب فحص أي جهاز يصل إلى المستشفى قبل استخدامه لرعاية المريض. إن الفشل في ذلك يسمح باستخدام أجهزة معيبة لأذية المريض.

الصيانة

قد تفشل دارات أو أجزاء كنتيجة للاستخدام والتقادم والبيئة. قد يقترف القائمون بصيانة الأجهزة الطبية أخطاء تقود إلى حوادث مؤسفة وإصابة للمرضى (Shepherd, 1998). فعلى سبيل المثال قد يدخل القائم بالصيانة عيباً في الجهاز باستبدال جزء غير صحيح مكان جزء أو بتركيب غير صحيح لتعديل أو تحديث. لقد حقق المؤلف في حادث مؤسف تم فيه عكس خطوط الدخول والخروج في مجموعة فتحات manifold جهاز تخدير من قبل رجل صيانة مما نتج عنه جرعة زائدة من غاز التخدير وتضرر في الدماغ لرضيع بعمر (١٣) شهراً. أوضحت تحقيق إضافي أن تصميمات خطوط الدخول والخروج كانت خاطئة من وجهة نظر العوامل الإنسانية (كانت قابلة للعكس بسهولة ولم يكن لها توسيمات مناسبة للإشارة إلى التجميع الصحيح). اشترى المؤلف مجموعة (كيت kit) التعديل من المصنِّع وبصعوبة قليلة كان باستطاعته أن يربط تصالبياً خطوط الدخول والخروج إلى مجموعة الفتحات. التعليمات من أجل التعديل كانت مكتوبة بشكل سيئ وموضحة بشكل سيئ مما أضاف إلى إرباك رجل الصيانة الذي فشل في التحقق من نتائج عمله بجهاز تحليل غازات تخدير.

الاستدعاء والإعلام بالتعديلات

يسمح الفشل في توجيه استدعاء أو إعلام بتعديل لجهاز معيب بالاستمرار بالاستخدام على حساب الخطر على المريض. وفي المتوسط فإن ٤٪ فقط من الأجهزة التي تتعرض إلى استدعاءات (طلبات سحب من الخدمة) يتم تحديد مكانها وإعادتها. ومن دون شك فإن هذا عائد في جزء كبير منه إلى أنظمة استدعاء وتنبيه إلى خطر غير فعالة أو غير موجودة في منظمات الرعاية الصحية.

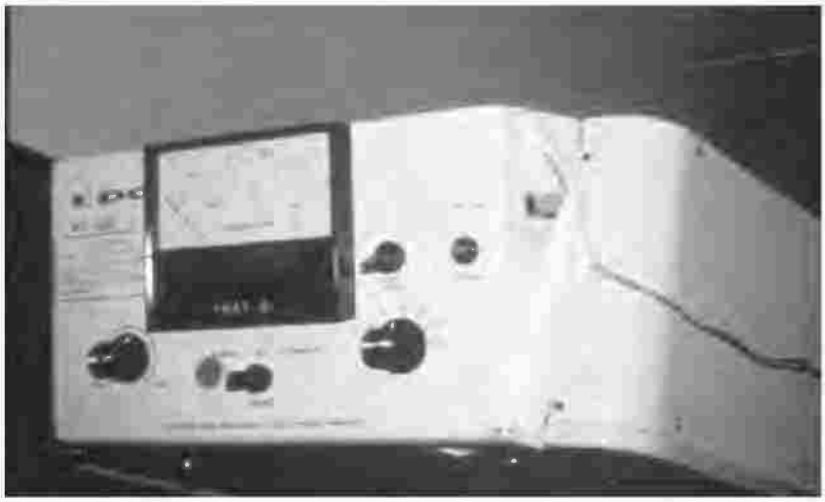
المستخدم User

إن المستخدم تحت ضغط متزايد لأداء عمل في أقل زمن ممكن من أجل تضخيم هامش الأرباح للمؤسسة التجارية التي يعمل فيها. إن عبء التكنولوجيا المعقدة ثقيل ومن المحتمل أن يحدث استخدام خاطئ أو مؤذٍ (ECRI, 1993). والأخطاء في الاستخدام لجهاز طبي يمكن أن تنشأ عن استخدام خاطئ، ومؤذٍ، وعدم انتباه (Shepherd and Brown, 1992).

سوء الاستخدام الخاطئ Misuse

فيما يلي وصف لمثالين لسوء الاستخدام الخاطئ. يوضح الشكل رقم (٦٤,٣) وحدة التحكم لمدفئة مشعة بحساس درجة حرارة غير صحيح مثبَّت. لقد تم استخدام الحساس الخطأ والممرضة التي لاحظت أن الموصّل لم يكن

ثابتاً في المَقبَس jack قامت بتثبيته إلى وحدة التحكم بشريط أبيض لاصق. لقد نتج تسخين زائد مميت من سوء الاستخدام الخاطئ هذا. لقد كان هذا الخطأ في جزء منه عائداً إلى تصميم خاطئ للعوامل الإنسانية لموصّل حساس دؤجة الحرارة جعل من الممكن إدخاله في المَقبَس الخطأ. كانت وحدة العناية المركزة بحديثي الولادة تستخدم مدفئات من مصنّعين عديدين. لم يكن المشغّل مدركاً للفرق بين الموصّلات المتاحة، ومبادلة حساسات درجة الحرارة كانت محتملة الحدوث. لقد أخطأت الممرضة في محاولتها لمعالجة حالة بقيامها بضبط تقني باستخدام شريط أبيض لاصق ((Kermit, 2000) و (Shepherd, 2000b) و (Shepherd and Dyro, 1982)) بدلاً من طلب خدمات الهندسة الإكلينيكية.



الشكل رقم (٦٤,٣). حساس درجة حرارة جلد مثبت بشريط لاصق إلى وحدة التحكم. استُخدم الحساس الخطأ، والحساس كان مثبتاً إلى وحدة التحكم بشريط لاصق أبيض.

لقد عانى رضيع من آفات lesions في المنطقة المغبنيّة groin بينما كانت تتم رعايته في وحدة عناية مركزة في مستشفى أطفال رئيسي. لقد أعطى نظام إنذار درجة الحرارة المرتفعة إنذارات متكررة. بانطلاق صوت الإنذار يتوقف التسخين ولا بد من الضغط على زر إعادة الوضع (التشغيل) reset ليستمر التسخين. لقد كان الحل البسيط بالنسبة للممرضة هو أن تضع شريطاً لاصقاً على زر إعادة الوضع، مما عنى أن المدفئة تم تشغيلها بنمط تسخين مستمر (انظر الشكل رقم ٦٤,٤). لقد نتج عن البيتادين Betadine الذي تجمع في المنطقة المغبنيّة بالمشاركة مع الإشعاع من المدفئة آفات جلدية. لقد وجد التحقيق في الحادثة بعد حدوثها مباشرة أن المدفئة المشِعّة كانت تعمل ضمن مواصفاتها التصميمية. لقد كشف الفحص البصري للوحة التحكم عن أن زر إعادة الوضع قد تم ضغطه بشريط لاصق أشار إليه بقايا هذا الشريط على المتروكة على اللوحة حول الزر.

الشكل رقم (٦٤,٤). يُظهر إنذار درجة الحرارة المرتفعة وزر إعادة الوضع (إعادة التشغيل) reset بقايا الشريط الأبيض اللاصق المتروكة على سطح لوحة التحكم حول زر إعادة الوضع (إعادة التشغيل) reset.

سوء الاستخدام المؤذي Abuse

سوء الاستخدام المؤذي غير مقصود نموذجياً ولكنه يمكن أن يكون مقصوداً. فعلى سبيل المثال حرّكت ممرضة متعجلة حاضنة من غرفة تخزين الأجهزة إلى وحدة العناية المركزة بحديثي الولادة، وصدمت الحاضنة بجدار أو إطار باب محطمة تحكمات أو مكوّنات داخلية. ويصف الشكل رقم (٦٤,١١) هذا النوع من سوء استخدام الأجهزة.

عدم الانتباه Inattention

إن للساعات الطويلة من دون نوم تأثيرات سيئة على مستوى الانتباه لدى الممرضات والأطباء. إن الحرمان deprivation من النوم والتجاهل ignorance والالتهاء distraction كلها عوامل في عدم الانتباه إلى المريض والجهاز سواء بسواء. لقد أوضحت الدراسات أن الحوادث أكثر ما يكون احتمال حدوثها في آخر الليل والصباح الباكر (a.k.a. the graveyard shift (Abramson et al., 1980)). ومن دون شك فإن جميع هذه العوامل قد اجتمعت لينتج عنها حادث إزالة الرجفان الذاتي self-defibrillation الذي حدث في قسم الطوارئ في أحد المستشفيات (Iverson and Barsan, 1979).

المرفق (المنشأة) Facility

إن العوامل نفسها التي تؤثر على أداء جهاز تؤثر على ملاءمة المرفق (المنشأة) لتقديم الخدمات الضرورية كالمنافع (أو الخدمات العامة) utilities مثلاً.

تصميم العوامل الإنسانية

إن وضع مَقبَس جداري في مكان ينتج عنه أن كبل التغذية سوف يجري على الأرض قد ينشأ عنه وقوع المرضة أو فصل الكبل عن المَقبَس أو أن يتخرب الكبل بعجلة تمر فوقه (انظر الشكل رقم ٦٤,١).

تصميم الأجزاء/الأنظمة Part/Systems Design

يتضمن تصميم المرفق (المنشأة عوامل مثل مكان نافذة أو مَقبَس كهربائي (انظر الشكل رقم ٦٤,١). انظر الفصل رقم (٩٥) من أجل دراسة حالة تلقى فيها المريض تياراً كهربائياً قريباً من المميت لأن كبل التغذية كان ممدوداً بطريقة يمكن أن يتضرر بها.

التردي (تدهور الحالة) Deterioration

يجب صيانة المرافق (المنشآت) وإلا فإن حالتها ستتدهور. تحتوي الوحدة الجدارية الموضحة في الشكل رقم (٦٤,١) على مخارج غازات طبية وشفط (ضغط سلبي) بالإضافة إلى مخارج كهربائية. إن السماح بتدهور حالة هذه المنافع (الخدمات العامة) قد يؤثر بشكل سيئ على رعاية المريض. فعلى سبيل المثال الإدخال والإخراج المستمر للقابسات (القوابس) في plugs ومن المَقابس receptacles ربما يدهور حالة المَقبَس مما ينتج عنه تماس كهربائي ضعيف. قد يحدث تسريب في مخارج الغازات والشفط بمرور الزمن يؤثر على الضغوط والتدفقات. إن مخرج أكسجين فيه تسريب خطير بشكل خاص لأنه قد ينشأ عنه جو غني بالأكسجين، وبوجود وقود ومصدر إشعال فقد ينتج عنه حريق قوي.

القائم بالصيانة Maintainer

قد يتسبب القائم بالصيانة بحالة خطيرة عن طريق استبدال المَقبَس الخاطئ بمَقبَس معيب على سبيل المثال (مثل استبدال مَقبَس أحمر بمَقبَس نظامي). فإذا حدث انقطاع في التغذية بالطاقة فإن جهازاً حرجاً داعماً للحياة كجهاز تنفس مثلاً قد يفشل في أن يعمل إذا كان موصَّلاً إلى ما تظنه المرضة أنه مَقبَس طاقة طوارئ بينما هو بدلاً من ذلك مَقبَس نظامي.

البيئة Environment

يمكن تقسيم البيئة إلى فئتين: البيئة الداخلية والبيئة الخارجية.

البيئة الداخلية[١]

تنير لمبة (مصباح) الفحص في الشكل رقم (٦٤,١) البيئة الداخلية. وفي حين أن خرج اللمبة ينير حديث الولادة بضوء مرئي، إلا أنه أيضاً يُسخِّن بإشعاع تحت أحمر. عامل البيئة الداخلية هذا مثال على تفاعل بين جهاز وجهاز قد يساهم في حدوث حدث مثل زيادة حرارة hyperthermia أو حرق.

البيئة الخارجية[١]

تضيء الشمس البيئة الخارجية وإشعاعها في الغرفة قد يؤثر على التوازن الحراري. إضافة إلى ذلك فإن برج البث التلفزيوني الموجود في الهضبة المجاورة قد يسبب تداخلاً كهرومغناطيسياً مع الأجهزة في وحدة العناية المركزة لحديثي الولادة (انظر الشكل رقم ٦٤,١).

المـــريض Patient

يمكن أن يساهم المريض في حادث بطرق عديدة (Kenney, 1983). قد يؤثر المريض النشط (الفعال) active بشكل سيئ في عمل جهاز أو يتداخل في عمل جهاز. أما المريض الخامل passive فيمكن أن يكون بشكل أقل أو أكثر عرضة لعنصر مؤذ لعمل جهاز ببساطة بمقتضى العمر أو الوزن أو الطول أو الحالة الجسمية.

المريض النشط (مثقف؛غير مثقف)

قد يحاول مريض نشط على سبيل المثال أن ينزل من على السرير بالرغم من أن حواجز السرير الجانبية مرفوعة. قد يحدث انزلاق من على السرير وانحشار للرقبة والعنق. إن حجم ووزن وعمر ومستوى وعي المريض كلها عوامل يمكن أن تؤثر على احتمالات الانحشار. قد يغير المريض النشط غير المثقف على سبيل المثال في تحكمات جهاز تنفس يعتمد عليه.

في أحد الأمثلة تُرك اللوح panel الجانبي لمدفئة رضيع مشِعة في وضعية "تحت" كما هو موضح في الشكل رقم (٦٤,١) إما لفشل الممرضة في إعادة موضعته أو بسبب فشل السقاطات (المزلاجات) latches في تأمين اللوح. ساهم هذا الفعل في وقوع حديث ولادة نشيط من على سطح المرتبة (الفرشة) mattress إلى الأرض.

المريض الخامل

قد يساهم المريض الخامل في حادثة ببساطة بمقتضى حالة المريض الجسمية وطوله ووزنه وعمره وقدرته على الحركة. فمثلاً إن احتمال تحمّل حديث ولادة خديجاً منخفض الوزن خاملاً مريضاً بشكل حرج تتعرض يده إلى مصدر حرارة مرتفعة للحمل الحراري أقل بسبب ضعف الدوران الطرفي الذي يمكن أن يبعثر الطاقة الحرارية التي تمتصها اليد.

---

(١) ملاحظة المترجم: هناك تبادل بين العنوانين تحت الفرعيين في الكتاب الأصلي باللغة الإنكليزية حيث وضعت البيئة الخارجية مكان الداخلية وبالعكس. وقد تم هنا التصويب، لذا لزم التنويه.

إجراءات التحقيق
Investigation Procedures

بالرغم من أنه ليس هناك حادثان متشابهان تماماً، إلا أن إجراءات التحقيق تتضمن عدة خطوات معرَّفة بشكل جيد وموصوفة فيما يلي. التغييرات في كل خطوة قد تكون ضرورية تبعاً للظروف الخاصة (انظر: Shepherd, 1993) و (Bruley, 1994)).

الاستجابة الأولى First Response

ينبغي أن يستجيب المهندسون الإكلينيكيون في الحال بالذهاب إلى مسرح الحادثة وينبغي أن يتخذوا الخطوات التالية:

١- منع أو تقليل إصابات أخرى أو تضرر عن المرضى والكادر.
٢- إنشاء محيط لمسرح الحادثة.
٣- التحقق من وجود تضرر في الأجهزة المساندة والمرافق (المنشآت).
٤- تصوير مسرح الحادثة ورسمه وتسجيله وأي توثيق آخر لمسرح الحادثة.
٥- الحصول على روايات الشهود المباشرين.
٦- البدء بتأسيس إطار مكاني مرجعي وخط زمني.
٧- حفظ الأدلة والتحفظ عليها.
٨- إطلاق التحقيق.

فحص مسرح الحادثة Examining the Scene

يجب الوصول إلى مسرح الحادثة بأسرع ما يمكن. الوقت ذو أهمية لأن البيئة تتغير. هناك غالباً تسرع في التنظيف وإحضار أجهزة بديلة والتخلص من مواد التغليف التي يمكن أن تحدد هوية مُستَهلَك (ما يُستعمل لمرة واحدة) مثل قلم جراحة كهربائية أو لبادة pad تأريض. فتش في القمامة عن أوراق لف wrappers أو حشوات تغليف package inserts مرمية.

ثبت الشروط الابتدائية وسجلها بواسطة الصور والرسوم والملاحظات. إن صور الإصابة مباشرة بعد حدوثها والصور اللاحقة مع مرور الوقت يمكن أن تساعد في تحديد طبيعة الإصابة خصوصاً في حالة الآفات الجلدية غير معروفة المصدر. ينبغي استعمال دفتر ملاحظات مختبر أو أية وسائل مكافئة لتسجيل البيانات. ينبغي أخذ الملاحظات بالقلم الحبر لا بالقلم الرصاص. يفيد نموذج تحقيق بحادث جهاز طبي جيداً كقائمة تحقق من أجل الحصول على معلومات. يُشجَّع المحقق على تطوير نموذج يستند إلى قائمة البنود التالية سوف يتم اكتسابه نموذجياً من خلال فحص الموقع.

قائمة التحقق في التحقيق في حادثة
Incident Investigation Checklist

١- معلومات عن الجهاز: الشركة الصانعة، الاسم التجاري، رقم الموديل/الكاتالوج، الرقم التسلسلي، رقم مجموعة الإنتاج (lot)، رقم ضبط المستشفى (hospital control)، الملصاقات (labels).

٢- معلومات عن الصيانة: تاريخ الصيانة.

٣- معلومات عن الحادثة: التاريخ، الإصابة (التأذي)، تاريخ ووقت دراك الحادثة، تاريخ التقارير إلى الشركة الصانعة/إلى الـ FDA، الموقع (المكان)، استخدام كما هو مقصود من الشركة الصانعة، وصف الحادثة.

٤- معلومات عن المريض: الاسم، العنوان، الهاتف، التصنيف (مُنَوَّم... إلخ)، رقم هوية المريض ID، رقم الغرفة، العمر، الوزن، الجنس، الأطباء المعالجون، الحالة الطبية قبل وبعد الحادثة.

٥- معلومات عن الإصابة (التأذي): وصف الإصابة، وقت اكتشاف الإصابة، وقت تطبيق الجهاز، مواقع (أمكنة) الجهاز والمريض، العلاج.

٦- عملية التحقيق في الحادثة: الظروف الابتدائية، مثل أوضاع التحكم (control settings)، الشروط البيئية، تاريخ الجهاز، موضع الجهاز النسبي، المريض، المستهلَكات، الموظفون، الأثاث (رسومات وصور)، الشهود، الوثائق (مثل الملصقات، سجلات الخدمة، كتيبات (manuals) وصور مسرح الحادثة والأجهزة وإصابة المريض، الاختبارات التي تم إجراؤها والنتائج).

٧- استنتاجات التحقيق: كيف ساهم الجهاز في الحادثة وإلى أي حد.

إن الملاحظات والرسومات التي يتم عملها في هذا الوقت سوف تساعد لاحقاً في جهود إعادة بناء الحادثة. يمكن ترك مكان للملاحظات في نموذج التحقيق في الحادثة أو يمكن إلحاق هذه الملاحظات ووثائق أخرى بالنموذج.

يجب ملاحظة أمكنة جميع البنود في الجوار مثل الأدوات والأجهزة الطبية والمستهلَكات والعربات والأسرة والأثاث والموظفين والزوار والوثائق والكتيبات (manuals) والملصقات (labels) وحشوات التغليف package inserts. إذا ما تم إزالة بنود بعد حدوث الحادثة فتحقق من مكانها قبل الإزالة. قد يكون سبب فشل جهاز في العمل بنمط آمن هو قربه من جهاز آخر (انظر الفصل (٦٠) من أجل التداخلات بين الأجهزة الطبية) قد يكون انبعث منه تداخل كهرومغناطيسي (انظر الفصلين (٦٢) و (٦٣)). راقب ولاحظ جميع أوضاع الأدوات وأزرار التحكم وقراءات المقاييس والتوصيلات. ينبغي عدم تغيير الأوضاع ما لم يكن ذلك ضرورياً من أجل منع إصابة إضافية للمريض. فعلى سبيل المثال قام المؤلف بالتحقيق في حادثة حُرِقت فيها أصابع عدة أطفال حديثي الولادة وفي آخر الأمر فُقدت. كانت الاستجابة الأولى للممرضة والطبيب إزالة مصدر الحرارة (هواء مُرطّب درجة حرارته عالية بشكل زائد يُعطى عن طريق خرطوم ملامس للأصابع) من الأصابع وتخفيض وضع درجة الحرارة على المرطّب المسخَّن.

إن هذه الأفعال التي تم تسجيلها في السجل الطبي وذكرها في شهادات الشهود قد ساعدت المؤلف في تحديد سبب الإصابة.

حدد هويات جميع الشهود بمن فيهم الأطباء والممرضات والفنيين وموظفي صيانة المنشأة وكادر النظافة والزوار ومعالجي التنفس والطلاب. قد يكون هؤلاء الأشخاص قد غيّروا مواضع الأجهزة أو خرّبوا كبلات تغذية أو موصّلات أو غيروا أوضاعاً. انظر الفصل (٩٥) من أجل مناقشة انحشار (entrapment) كبل تغذية تسبب به عامل النظافة في المستشفى الذي حرّك قضيباً متوازياً متحركاً (motorized parallel bar) من أجل تنظيف الأرض وحشر الكبل في هذه العملية. ولاحقاً نتج عن تشغيل القضبان صدمة كهربائية قريبة من المميتة. اتصل أيضاً بموظفين قد لا يكونون شاهدوا الحادثة ولكن ربما كانوا موجودين في وقت ما أو ربما كان لديهم معلومات أخرى للمساهة بها (مثل شخص يؤدي نفس النوع من العمل في مناطق أخرى من المستشفى).

لاحظ الشروط البيئية كالوقت ودرجة الحرارة والرطوبة النسبية. لاحظ شروط المرافق (المنشآت) التي يعتمد عليها تشغيل الجهاز مثل جهد خط التغذية وضغوط وتدفقات الغازات الطبية وضغوط وتدفقات المياه والشفط (الضغط السلبي). قد تؤثر شروط بيئية معينة بشكل سيئ على عمل الأجهزة.

ينبغي أثناء هذه الاستجابة الابتدائية البدء بتأسيس علاقة مكانية زمنية لأدلة ذات صلة بالحادثة (انظر الجدول رقم ٦٤,١). قد تعطي تقارير الشرطة والسجلات الطبية وإفادات الشهود والشهادات والمقابلات بيانات من أجل الخط الزمني. إن لمراقبين مختلفين نموذجياً إدراكات وذكريات مختلفة للزمان والمكان. تميل هذه الإدراكات لأن تكون أقل وضوحاً مع مرور الزمن. إن التبكير ما أمكن في الحصول على الأدلة (القرائن) والحقائق سوف يقلل من أثر ذبول الذكريات.

الجدول رقم (٦٤,١). صفحة نشر إعادة بناء حادثة. يمكن تغيير التنسيق الموضح في صفحة النشر هذه اعتماداً على طبيعة الحادثة تحت التحقيق.

الشخص	المصدر	حقائق وإفادات	التاريخ والوقت	الدلالة (الأهمية)
Buckley	NE Weather Science	الرطوبة النسبية ٩٠٪، درجة الحرارة ٩٨ درجة	٢/١٦/١، ١١-١٢م	تعرق القدم في الحذاء، عرق على اليدين
Cragin	Deposition page 10, line 5	"الأرض مبللة طوال الوقت"		ناقلية زائدة
Allen	Affidavit 5/12/2	"الأضواء تخفت"	٢/١٦/١، ١١:٠٥م	اضطراب خط التغذية
Svenson	Service Report #8098	تم إصلاح قصر الدارة	٢/١٧/١	جهاز متعطل

الأدلة (القرائن) Evidence

يجب على المحقق أن يحدد ويوثق ويفحص ويحفظ جميع الأدلة في مسرح الحادثة. يجب القيام بتفتيش شامل يتضمن تفتيش القمامة بحثاً عن بنود قد يكون تم رميها. ينبغي توسيم الأدلة بملصقات وتصويرها ووضعها في حاوية مناسبة واحتجازها (التحفظ عليها). ينبغي أن يكون الوصول إلى الأدلة مراقباً وينبغي تسجيل جميع الفرقاء الذين يفحصون الأدلة فيما بعد لتأسيس سلسلة خدمة custody. قد لا يكون اختبار جميع الأدلة ممكناً في وقت الاستجابة الأولية للحادثة. سوف يسمح تحديد وحفظ الأدلة الصحيحين بالفحص في موعد لاحق من قبل المحقق أو فرقاء آخرين.

ينبغي إجراء فحص الجهاز ذي العلاقة في حالات الإصابات الخطيرة أو الموت بوجود جميع الفرقاء المهتمين مثل ممثل المستشفى والشركة الصانعة للجهاز ومحقق مستقل.

الحفظ Preservation

يجب أن ينتبه المحقق إلى ألا يقوم باختبار هدام أو أن يخرب الدليل بأي طريقة. إن نتائج الإجراءات القانونية التي قد تحدث بعد الحادثة قد تتوقف على موضوع الإتلاف (أي تغيير الأدلة). ينبغي ألا تُعاد الأدلة المحتجزة (كجهاز طبي) إلى العمل حتى يكون جميع الفرقاء قد حصلوا على فرصة لفحصها. وينبغي ألا يفحص الموظفون المسؤولون عن الصيانة الروتينية والإصلاح الجهاز، فربما يحاولون إخفاء أخطاء اقترفوها سابقاً أثناء زيارات خدمة.

نموذجياً، سوف تطلب الشركة الصانعة حالما يتم إعلامها أن تتم إعادة الجهاز للفحص أو أن يُسمح لممثل الشركة الصانعة بفحص الجهاز في المستشفى. قد تقوم الشركة الصانعة بإصلاح أو استبدال المكوّن المتعطل وتقديم تقرير بأنهم وجدوا أنه ليس هناك أعطال في الجهاز. أحياناً كانت الشركات الصانعة تزعم أن الجهاز المُعاد لم يصل مكان الوصول الذي أُرسل إليه. ينبغي ألا يتم إرسال جهاز مشكوك فيه إلى الشركة الصانعة من دون اتفاق مكتوب بخصوص الإجراءات الواجب اتخاذها أثناء فحص الجهاز. ينبغي أن يلبي مثل هذا الاتفاق النقاط التالية على الأقل:

١- وصف المنتج: مثل الرقم التسلسلي ورقم ضبط أجهزة المستشفى ورقم مجموعة الإنتاج (lot).
٢- وصف العطل.
٣- طلب الفحص عن الأعطال.
٤- رسالة لإعلام المرسِل باستلام الجهاز.
٥- طلب تقرير خلال (٣٠) يوماً من النتيجة مع استنتاجات وتوصيات.
٦- وصف طرائق الاختبار.
٧- لا اختبار هدام من دون موافقة مسبقة.

٨- الإعادة السريعة للجهاز فور إتمام الاختبار أو أبكر من ذلك إذا كان ذلك ضرورياً.

٩- حفظ ذو سلسلة خدمة (Chain of custody preservation) مثل سجلات النقل.

في حال كان الاختبار الهدام من قبل الشركة الصانعة ضرورياً فينبغي أن يتم ذلك بحضور ممثل عن المستشفى والفريق المتأذي.

ينبغي ألا يُستجاب إلى طلب الـ FDA باختبار الجهاز ما لم تتم الموافقة على ذلك من المحامي القانوني للمستشفى. إن المقدرة على ترك الجهاز يتم اختباره من قبل فريق مستقل قد يتم التأثير عليها بشكل سيئ والدليل قد يضيع.

الوثائق Documents

ينبغي أن يتم الحصول على جميع المواصفات القياسية (المعايير) وثيقة الصلة بالموضوع والكتيبات وتقرير الحادث والسجلات الطبية والملاحظات وسجلات الصيانة ونتائج الاختبارات والملصقات. ينبغي أن يحصل المحققون على التعليمات والاتصالات التقنية والتحذيرات وتحليل أية تحذيرات. غالبا ما تدعي قضايا المسؤولية القانونية للمنتج الخطأ لتحذر وتعطي معلومات سلامة مناسبة (Peters and Peters, 1999).

تتضمن الوثائق التي يمكن أن يعتمد عليها المحقق المواصفات القياسية (المعايير) والتوجيهات المتعلقة بأداء التحقيقات ((ASTM, 1995) و (ASTM, 1996) و (ASTM, 1997 and 1997a) و (ASTM, 1998) و (IEEE, 1985)) ومواصفات قياسية أخرى مثل المواصفة القياسية لمرافق الرعاية الصحية (NFPA, 2002) NFPA 99 والكود الكهربائي الوطني (NFPA, 2002a) NFPA 70 والكود الوطني للسلامة الكهربائية (IEEE, 1997). انظر القسم السادس من هذا المرجع من أجل معلومات أكثر حول المواصفات القياسية والقواعد الناظمة. تتضمن الوثائق الأخرى تنبيهات الأخطار ورسائل الاستدعاء والمواصفات الفنية للشركة الصانعة ووثائق التصميم والاختبار وقواعد بيانات مراقبة ما بعد البيع مثل قاعدة بيانات خبرة المصنعين والمستخدمين بالأجهزة (MAUDE) في الـ FDA.

يصبح الاعتماد على المواصفات القياسية مهماً بشكل خاص عندما يتم تحدي نتائج محقق في محكمة أو قضية. لقد وضعت قرارات المحاكم الأخيرة بدءاً بشركة الأدوية Daubert v. Merrill Dow Pharmaceuticals مسؤولية متزايدة على القضاة لينعموا النظر في الأسس لآراء الخبراء (Babitsky et al., 2000). وسواء كان أو لم يكن هناك مواصفات قياسية موجودة فمن أجل عملية تقنية تحقيقية هناك معيار يتم تطبيقه. إن مراجعة القرناء (النظراء) التي تتعرض لها طريقة أو تقنية أثناء عملية تطوير المواصفات القياسية ووجود المواصفات القياسية بحد ذاته يمكن أن يكون المفتاح لقابلية قبول الأدلة (Lentini, 2001).

فحص الأدلـــة Examination of Evidence

فيما يلي وصف لتقنيات القياس والفحص وأدوات القياس.

تقنيات القياس

استعمل الحواس الإنسانية الخمس (البصر والسمع والشم والتذوق واللمس) لفحص الأدلة. وإذا كان عند أحد حاسة سادسة فليستعملها أيضاً.

ينبغي ألا يتم اختبار الأجهزة في عزلة على طاولة مختبر وإنما مثالياً في الموقع حيث حدثت الحادثة، أو في سياق إعادة بناء معقولة لمسرح الحادثة. قد يؤدي جهاز ما وظيفته بشكل مُرضٍ على طاولة الاختبار في مختبر ولكن ليس عندما يتم اختباره في البيئة حيث حدثت الإصابة. قد تساهم عوامل كثيرة في الأداء غير المناسب لجهاز مثل: التداخل الكهرومغناطيسي من جهاز آخر أو من مصدر خارجي، أوعدم انتظام في خط التغذية بالطاقة في غرفة المريض، أو مصدر غاز يعطي ضغوطاً وتدفقات غير مناسبة.

ينبغي فحص جميع الأجهزة المتورطة في الحادثة سوية مع المستهلَكات والملحقات والتغليف والأجهزة الطرفية. ينبغي فحص المرفق (المنشأة) أيضاً كما ينبغي قياس خرج المقابس الكهربائية ومخارج الغازات الطبية إذا ما كان تم استعمالها. ينبغي ملاحظة حالات الطقس، إذ إنه من الممكن أن تكون ضربة برق قد سببت انقطاعاً لحظياً في الطاقة أو موجة عابرة في خط التغذية بالطاقة أثرت بشكل سيئ على الأجهزة. إذا كانت تفاصيل الطقس غير معروفة فإن المراقبة المناخية للولايات المتحدة United States Meteorological Survey يمكن أن تعطي حالات الطقس للوقت ذي الاهتمام.

أثناء فحص الموقع صوّر كل شيء فحصته. ينبغي أخذ صور مسرح الحادثة من جميع الاتجاهات. ينبغي تصوير الجهاز أو الأجهزة من الأمام والخلف والجوانب والأعلى والأسفل. خذ صوراً قريبة للمكوّنات ذات الأهمية مثل المتحكمات والمقاييس والموصّلات. يمكن رؤية أبعاد ما يتم تصويره إذا ما تم وضع مسطرة في مجال الرؤية. سجّل الأمور المهمة في كل صورة في دفتر ملاحظات مخبري. سجّل رسماً لمسرح الحادثة في دفتر الملاحظات وضع علامة على إطار الصورة باستخدام سهم لتوضيح زاوية الكاميرا. انتبه بشكل خاص للتضرر (للتلف) الذي يمكن أن يكون علامة لسوء استخدام جسدي أو لتوصيلات غير عادية، وللأوضاع غير الصحيحة أو الملحقات غير المتوافقة.

تتضمن القياسات الفيزيائية درجة الحرارة والرطوبة النسبية والوقت والمعاملات (البارامترات) الكهربائية والأبعاد والوزن. لاحظ المادّ المعمول منها الجهاز. استخدم مكبّرة، فأحياناً تكون الأدلة الأكثر صغراً (مثل شعرة معدنية دقيقة سببت فشل مرحِّلة (ريليه)) هي ما يعطي الدليل الأكبر لحل المشكلة. خذ صوراً مكبَّرة لالتقاط مثل هذه التفاصيل.

وفي حين أن تقديم جميع إجراءات الاختبار هو خارج مجال هذه المناقشة، إلا أن التحقق الوظيفي من أداء الجهاز يتضمن ما يلي:

١- ينبغي تشغيل الأجهزة العلاجية لتحديد وقياس خرجها (مثل الطاقة وشكل الموجة والتردد والإشعاع والاتجاه والتدفق والضغط والحجم).

٢- يمكن اختبار أداء الأجهزة التشخيصية باستخدام محاكيات مناسبة لمعاملات (بارامترات) فيزيولوجية مثل ضغط الدم ودرجة الحرارة وشكل موجة الـ QRS.

يتم اختبار جهاز على أفضل وجه في بيئة تماثل البيئة الفعلية في وقت الحادثة إلى أكبر حد ممكن. قد يكون الخطأ قد حدث بسبب التفاعل بين الجهاز وجهاز آخر في البيئة أو بسبب بعض الأمور غير الطبيعية في المنشأة مثل تغيرات جهد خط التغذية أو تداخل كهرومغناطيسي. يجب أن يبقى المرء دائماً منتبهاً لإمكانية خطأ متقطع يحدث فقط تحت ظروف خاصة.

أدوات الفحص والقياس

ينبغي أن يكون هناك علبة (كيت kit) أدوات فحص حادثة عند الطلب. يوضح الشكل رقم (٦٤,٥) "صندوق السلامة الأصفر" "yellow safety box" المستخدَم من قبل المؤلف في تحقيقاته (Dyro, 1995a). كما توضح الأشكال رقم (٦٤,٦) إلى (٦٤,٩) البنود المخزَّنة في الصندوق. يمكن إضافة بنود أخرى حسب طبيعة الحادثة المطلوب التحقيق فيها.

إعادة البناء Reconstruction

حاول، عندما يكون ذلك ممكناً، أن تعيد بناء الحادثة. يمكن القيام بتجارب لمحاكاة الحادثة إذا كان من الممكن الحصول على العينات المناسبة وإذا كان معروفاً ما فيه الكفاية عن العلاقات المكانية والزمانية للحادثة. استعمل أجهزة محاكاة إذا كان مطلوباً مثلاً إشارة فيزيولوجية مثل الـ ECG أو درجة الحرارة. إن الصور وتسجيل الفيديو للمحاكاة سوف يساعد في تفسير النتائج.

إن الخطوات الواجب اتخاذها في إعادة بناء حادثة لحالات إصابة كهربائية على سبيل المثال هي كما يلي (Fish and Geddes, 2003):

١- حدد سريان التيار.

٢- حدد الآثار الطبية المتوقعة للتيار الكهربائي.

٣- حدد طبيعة الإصابة الحاصلة بالفعل.

٤- قارن الآثار المتوقعة لسريان التيار مع الإصابة الفعلية.

٥- خذ بالاعتبار أن حالة الشخص تعود إلى مرض أو عمليات أخرى لا علاقة لها بالإصابة الكهربائية.

٦- استشهد بالمراجع من الأدب العلمي التي تدعم وتوضح آراء المستشارين.

الشكل رقم (٦٤,٥). المؤلف مع صندوق السلامة الأصفر خاصته وهو يدخل منزل زبون مستعداً لإجراء تحقيق في حادثة (Dyro, 1998).

الشكل رقم (٦٤,٦). توضيح صندوق السلامة الأصفر مفتوحاً مع صينيتيه مزالتين لتوضيح محتوياتهما.

الشكل رقم (٦٤,٧). محتويات الصينية العليا. الصف العلوي من اليسارإلى اليمين: مقياس شريطي، أفلام تصوير، سكين الجيش السويسري، أداة ليذرمان Leatherman® ، مكبرة 30X مضاءة، جهاز اختبار جهد دارة كهربائية ومتحقق من دارة حية (حاملة لجهد)، مقياس حرف letter scale (0-100 gm) ، ميكرومتر. الصف السفلي من اليسار إلى اليمين: لصاقة ملاحظات، قلم حبر ball point ، قلم علام، مفك براغي جواهرجي، مفكات براغي (كبير ومتوسط مبسوط الرأس)، فاحص مقبس، مقياس قوة، ضوء وميضي.

الشكل رقم (٦٤,٨). محتويات الصينية السفلية. الصف العلوي من اليسارإلى اليمين: مجرّدات أسلاك، ملاقط، بطاريات، ملائم، ومقـاض كهربائي، مفاتيح Allen wrenches (مترية وإنكليزية). الصف الأوسط من اليسارإلى اليمين: كماشات رأس منحني، كماشات رأس إبـرة، مقصات، كرات نارية (لإلهاء الأطفال في التحقيقات المنزلية)، فرشاة شعر جمل، شريط تأريض كهربائي، مكبرة 10X، مرايا فحص (كبيرة وصغيرة). الصف السفلي من اليسارإلى اليمين: إبر حقن متنوعة، مجموعة أكياس بلاستيكية، مسحات (صوابات) قطنية، مفكات براغـي (رأس فيليبس ورأس صغير مبسط).

الشكل رقم (٦٤,٩). محتويات قعر الصندوق. الصف العلوي من اليسارإلى اليمين:أسلاك، مزدوجات حرارية وملائمات، مقياس تعددي (قياس جهد وتيار ومقاومة)، مقياس مستوى صوت، كاميرا. الصف السفلي من اليسارإلى اليمين: محاكي فيزيولوجي، قفـازات فحـص، ميكرومتر، شريط تقديم، شريط كهربائي، مقياس سماكة (مسماك) ، ثلاث قوائم.

يساعد تأسيس العلاقات المكانية الزمانية في إعادة البناء. يتم توثيق توثيق هذه العلاقات أولاً في الاستجابة الابتدائية للحادثة، وأحياناً على نموذج صفيحة مفرودة spreadsheet. يظهر في الجدول رقم (٦٤.١) مثال عن كيف يمكن تنسيق مثل هذه الوثيقة.

التفاعل مع ومقابلات الآخرين Interaction with and Interviews of Others

تقنيات المقابلة

ينبغي أن يكون المهندس الإكلينيكي مدركاً أن الشهود أثناء وقت حادثةٍ ما يكونون نموذجياً تحت إجهاد متزايد وقد لا يكون لديهم ذكريات دقيقة للحوادث والأوقات والموظفين الآخرين الذين ربما كانوا حاضرين. قد يحاول بعض الموظفين أيضاً كتم معلومات قد تورطهم أو آخرين في المساهمة في الإصابة. اسأل أسئلة ذات نهاية مفتوحة تسمح للشخص الجاري إجراء المقابلة معه بالإجابة بكلماته الخاصة به. ينبغي سبر أغوار التفاصيل والتأكد منها، مثل حركة ومواقع الموظفين وملاحظات مثل الروائح والأصوات والمناظر. ينبغي للمهندس الإكلينيكي أن يلتزم قدر الإمكان بالتوجيهات التالية لإجراء مقابلة استنتاج حقائق:

١- اسأل شخصاً واحداً في كل مرة من أجل تجنب العلاقات غير المريحة بين الموظفين (نظراء، مرؤوس/موظف).
٢- إذا كان هناك عدة أشخاص ذوي علاقة بمجموعة أجهزة فقد يساعد أن تتم مقابلتهم مع بعض.
٣- افهم كيف أن وضع الشخص الذي تتم مقابلته يمكن أن يؤثر على إجاباته على الأسئلة.
٤- كن مستعداً بتفاصيل تقنية وقائمة أسئلة.
٥- تذكر أن تحدد من وماذا وأين ولماذا وكيف.
٦- خذ ملاحظات مع المحافظة على الاتصال البصري وابتعد عن التسجيل الصوتي أو تسجيل الفيديو.
٧- اسأل أسئلة لجعل من تجري معه المقابلة مرتاحاً.
٨- حافظ على عقل منفتح.
٩- لا تقفز إلى استنتاجات: سجّل الاختلافات وأجّل الأحكام إلى ما بعد إتمام جميع المقابلات.
١٠- لا تقاطع جواباً لتسأل عن تفاصيل أكثر.
١١- اسأل أسئلة ذات نهاية مفتوحة بحيث يقوم الشخص بإخبار قصة؛ فحتى التفاصيل التي تبدو غير مهمة قد يثبت أنها مهمة بعد أن يتم جمع جميع البيانات.
١٢- اسأل أسئلة تنتزع المشاهدات لا الأحكام.
١٣- أعد صياغة الجواب للتأكيد على أنه تم فهم الجواب.
١٤- أنهِ كل مقابلة بالتأكيد على دور تحسين الجودة من خلال تحليل الأسباب الأصلية (الجذرية).
١٥- لخص الملاحظات ووقّع وأرّخ الوثيقة بعد انتهاء المقابلات.

الشهود وموظفو مستشفى آخرون

ينبغي إجراء مقابلات مع جميع شهود العيان بالإضافة إلى أي موظف يمكن أن يكون لديه معلومات هامة مثل الفنيين وأي موظف خدمات مسؤول عن التنظيف والتعقيم والفحص وصيانة البنود المستخدمة وقت حدوث الإصابة.

الشركات الصانعة

يجب إعلام مصنِّع الجهاز طبقاً للقواعد الناظمة لتقارير الأجهزة الطبية medical device reporting (MDR) regulations من الـ FDA (Guyton, 2002; FDA, 1996).

إدارة الغذاء والدواء

ينبغي تنسيق مناقشات مع الـ FDA مع الشخص المنتدب من إدارة المستشفى للاتصال معها.

المحامون

يجب أن تجري جميع المناقشات بين كادر المستشفى والمحامين بنصيحة وموافقة مكتب الشؤون القانونية بالمستشفى.

وسائل الإعلام

ينبغي ألا يتكلم المهندس الإكلينيكي التابع للمستشفى مع وسائل الإعلام (مثل الإذاعة والتلفزيون والصحف). ينبغي أن يكون أي اتصال مع وسائل الإعلام محصوراً بالمتحدث الرسمي باسم المستشفى. ينبغي أن يكون المهندس الإكلينيكي مدركاً أن المعلومات التي تُنقل إلى وسائل الإعلام قد لا يتم نشرها بطريقة تعكس جميع المعلومات التي يُعتقد أنها ذات أهمية أو تأثير (Dyro, 1998a).

التقارير Reports

يتم بعد إتمام تحقيق ما إعداد تقرير مكتوب. ينبغي أن تكون التقارير مكتوبة بشكل جيد ومختصر وكامل ودقيق. ينبغي أن يتضمن التقرير الأجزاء التالية: الملخص والمقدمة والمنهجية والنتائج والمناقشة والاستنتاج والآراء وتحليل الأسباب الأصلية (الجذرية) والتوصيات. استخدم تقنيات متقدمة لكتابة التقرير لجعل تقريرك ينبض بالحياة. على سبيل المثال نسِّقه جيداً واستخدم الصور والرسومات والأشكال والجداول لتساعد في إخبار القصة (Dyro, 2003).

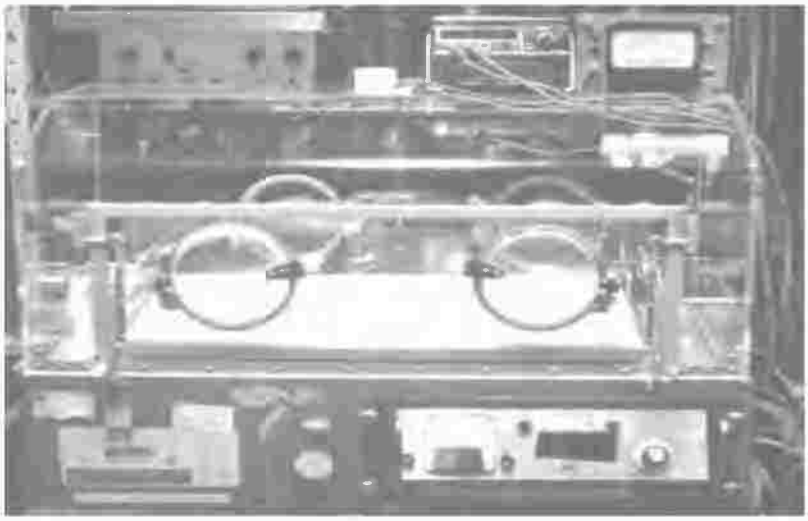
دراسات حالة
Case Studies

يتبع فيما يلي دراسات لعدة حالات حقق فيها المؤلف. وهي توضح واحداً أو أكثر من العناصر الخمسة في النظام وتقنيات التحقيق الموصوفة فيما سبق.

حاضنة رضيع Infant Incubator

حقق المؤلف في حادثة موت في مستشفى تعليمي جامعي كبير. مات رضيع بسبب السخونة الزائدة hyperthermia. كانت درجة حرارة حاضنة الرضيع (الشكل رقم ٦٤,١٠) تبلغ (١٠٨) درجات فهرنهايت عندما تحققت منها الممرضة في تمام الساعة الثانية صباحاً.

كشف التحقيق عن أن المشغِّل والبيئة والجهاز نفسه (من كلا منظوري المصنِّع والقائم بالصيانة) كلها ساهمت في حادثة الموت.



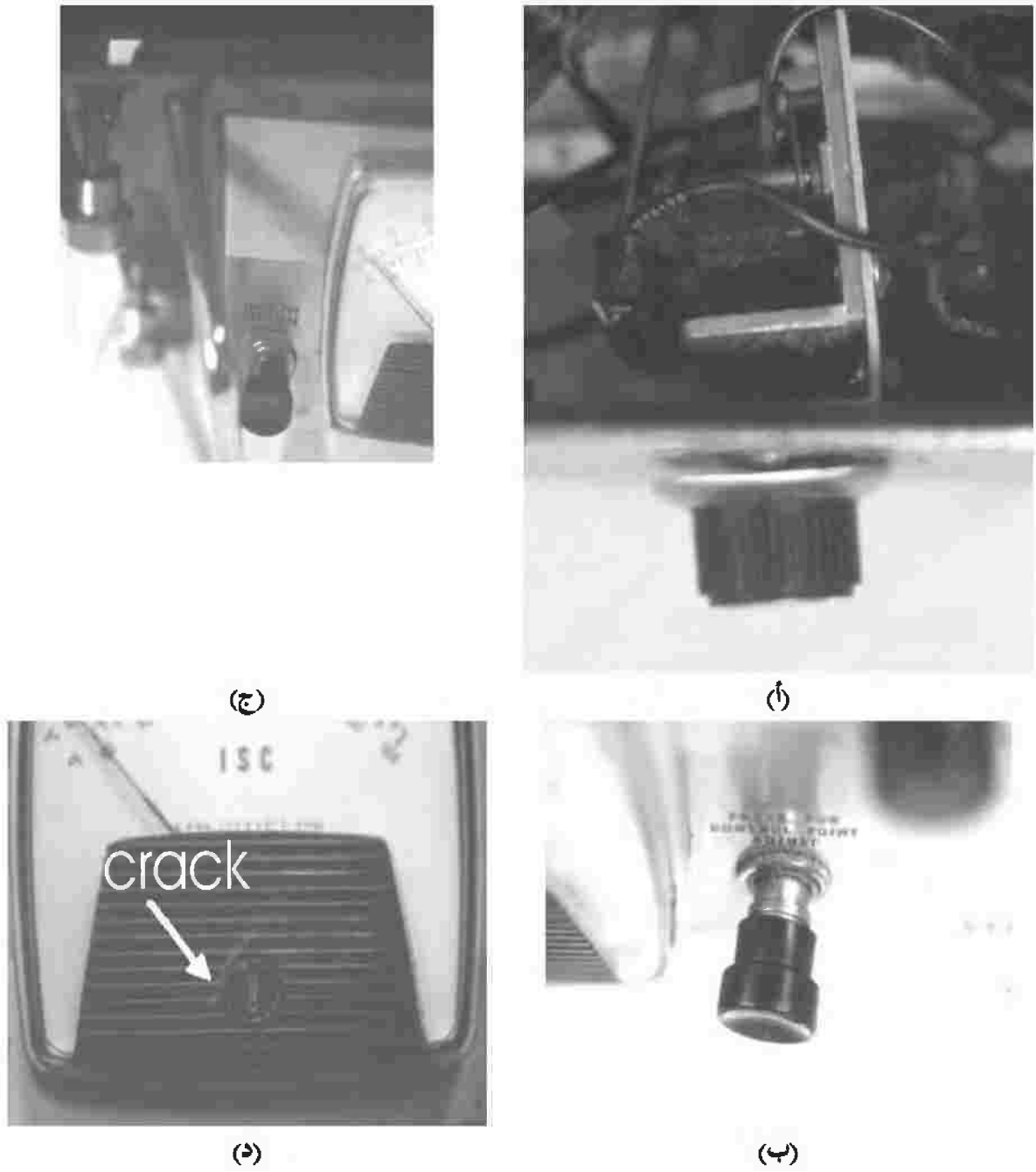
الشكل رقم (٦٤,١٠). حاضنة رضيع تحت الاختبار. جهاز مراقبة (مونيتور) بحساس درجة حرارة هواء يقيس الخصائص الحرارية للحاضنة.

المشغِّل

سوء الاستخدام المؤذي من قبل المستخدم موضح في أربع زوايا رؤية للحاضنة يوضحها الشكل رقم (٦٤,١١). يبيّن الشكل علامات واضحة لتعامل خشن عند عدة نقاط من الحاضنة. يبين الشكل بوضوح أقراص تحكم معوجة ووجه مقياس متشقق ومقبض حمل معوج. الممرضات كنّ غير متنبهات وغير مثقفات. لقد فشلن في رؤية هذه العلامات لصدمة ميكانيكية وفشلن في تمييز النتائج الممكنة لهذا التضرر المادي.

البيئة

البيئة التي حدثت فيها الحادثة كانت حضانة والحادثة حدثت في وردية ليلية حوالي الساعة الثالثة صباحاً. في هذا الوقت كانت الممرضة غير متنبهة لواجباتها وفشلت في التحقق من الرضيع حديث الولادة.



الشكل رقم (٦٤,١١). أربع زوايا رؤية للوحة تحكم بحاضنة تبين علامات كثيرة للتعامل الخشن مثل الأقـــراص (أ و ب) والقبـــضة (ج) المعوجة ووجه المقياس المتشقق (د).

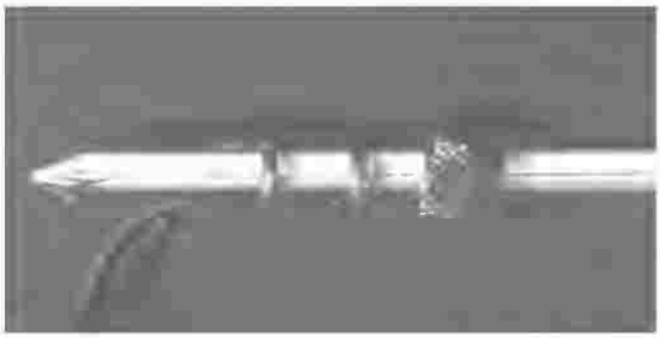
الجهاز

كانت صيانة الحاضنة ناقصة لأن المستشفى لم يكن لديه قسم هندسة إكلينيكية ولم تكن الحاضنة تحت أي نوع من اتفاق خدمة مع أي فريق خارجي.

لم يتم إجراء فحص استلام أو فحص دوري ربما كان كشف عدم ملاءمة التصميم وبالتأكيد كان سيكشف علامات سوء الاستخدام المؤذي.

كان تصميم الجهاز ناقصاً. لم يُؤخذ بالاعتبار القوى التي تتعرض لها وحدة التحكم والحاضنة نموذجياً، وكان نظام الثرموستات (مثبت درجة الحرارة) مجهزاً بشكل غير مناسب للتعامل مع هذه القوى. فشل ثرموستات درجة الحرارة المرتفعة المساند المكوّن من زئبق في زجاج لأن التصميم لم يأخذ بالاعتبار التعامل الخشن مع وحدة التحكم. صدمة ميكانيكية واهتزاز فصلا عمود الزئبق. ولأن العمود كان مكسوراً فإنه لم يشكّل ممراً ناقلاً بين الإلكترودين المحيطين على خارج ثرموستات الزجاج المربوطين سعوياً إلى العمود ((Narco, 1982 و (Harding, 1982) و (Haffner, 1982) و (Dyro, 1977)) (انظر الشكل رقم ٦٤,١٢).

وكنتيجة للتوصيات التي قدمها المؤلف فقد قام المستشفى بتأسيس قسم للهندسة الإكلينيكية.



الشكل رقم (٦٤,١٢). الثرموستات المساند موضح مع عمود زئبق مكسور.

جهاز تنفس وجهاز مراقبة (مونيتور) توقف تنفس Ventilator and Apnea Monitor

مات طفل على فراشه في المنزل بينما كان موصّلاً إلى جهاز تنفس ومراقَباً بجهاز مراقبة التنفس ومعدل ضربات القلب (Dyro, 1998). انفصلت دارة التنفس عن الأنبوب الرغامي. عجز إنذار ضغط ممر هواء جهاز التنفس المنخفض عن العمل لأن موصّل المريض في دارة التنفس كان مسدوداً برقبة الطفل. فشل جهاز مراقبة الـ ECG/معدل التنفس في إعطاء إنذار لأنه اكتشف ECG تشويشياً وإشارات تنفس مولّدة بالقوة الميكانيكية لأنبوب جهاز التنفس على الطفل والسرير (Sahakian et al., 1986). كان الضغط المولّد في دارة المريض مع كل تنفس يُنقَل

إلى ترتيبة جهاز المراقبة بجانب السرير مسبباً حركة أقطاب القفص الصدري. منعت هذه الحركة جهاز المراقبة من الإنذار. جهاز المراقبة وجهاز التنفس كانا موصلان إلى شريط تغذية بالطاقة قديم كان الوالدان وجداه في مرآبهم (كاراج). كان شريط التغذية بالطاقة معاباً ودارة مؤشر اشتعال ضوء النيون خاصته كانت تنتج تداخلاً كهرومغناطيسياً ينتج عنه إشارات تشويشية تُكتَشَف من قبل جهاز المراقبة. لقد كانت إعادة بناء الحادثة ممكنة لأن جميع مكوّنات النظام أو عينات مناسبة كانت متاحة.

جميع عناصر النظام الخمسة الموصوفة آنفاً كانت متورطة في هذه الحادثة: جهاز مراقبة الـ ECG/معدل التنفس (الجهاز)، وجهاز التنفس (الجهاز)، ودارة المريض (الجهاز)، والطفل (المريض)، والمنشأة (شريط التغذية بالطاقة)، والبيئة (السرير)، والوالدان اللذان ركّبا الجهاز (المشغّل).

آفات جلدية Skin Lesions

قد يُطلب من المحقق أحياناً أن يحقق في حادثة نتج عنها آفة جلدية. وفي الغالب يتم إخبار المحقق بأن المريض أُصيب بحرق. يجب اتخاذ الحيطة والحذر في التفسير والتحقيق في إصابات توصف كحروق. إن من الطبيعي التفكير بحرق كإصابة للجلد تسببها حرارة زائدة. إلا أن المحقق يجب أن يأخذ بالاعتبار جميع الآليات التي يمكن أن تنتج إصابة جلدية (Gendron, 1988). يقدم الجدول رقم (٦٤,٢) قائمة من عدة أجهزة قادت إلى آفات جلدية كنتيجة لآليات إصابة عديدة مختلفة. الجهاز والإصابة والآليات موضحة في الجدول.

الجدول رقم (٦٤,٢). عدة أمثلة لحوادث ذات علاقة بآفات جلدية تم التحقيق فيها من قبل المؤلف مرتبة حسب الأجهزة وأنواع وآليات الإصابة.

الجهاز الطبي	نوع الإصابة	نوع الآلية
وسادة تسخين	حروق في كامل جسم الرضيع	حرارية (نقل)
لمبة تحت حمراء	حروق في جلد مريض بالغ	حرارية (إشعاع ونقل تحت أحمر)
مرتبة طاولة غرفة عمليات	آفات (تقرحات) في كامل الجسم	حروق كيميائية (معقم أكسيد الإيثيلين)
مرطّب مُسخَّن	حروق في وجه الرضيع	حرارية (نقل وحمل)
وحدة جراحة كهربائية	حروق في الوجه والجزء الأعلى من الجسم	حريق غرفة عمليات غنية بالأكسجين
في جو غني بالأكسجين		(حرارية)
مدفئة رضيع مشعة	حروق أطراف سفلية (شريط أبيض أسكت الإنذار	حرارية (إشعاع تحت أحمر)
وحدة جراحة كهربائية	حروق في الصدر، روق حول الفم، حروق داخلية	حرارية (تيار جراحة كهربائية)
وحدة أكسجين محمولة	حروق في الساقين	حرارية (حريق)
إلكترود جلدي لقياس تأكسج نبضي	آفات (تقرحات) جلدية	حرارية (نقل)
مباعد جراحي	تضرر في الجلد والعضل	نخر ضغطي

لقد حدثت حروق خطيرة في حادثتين على الأقل قام المؤلف بالتحقيق فيهما وحدث فيهما أن حديثي الولادة في الحاضنات زحفوا من على سطح المرتبة (الفرشة) إلى فتحات الهواء الساخن (الشكل رقم ٦٤.١٣). تمثل الحواجز المفقودة ودرجات الحرارة الزائدة المنبعثة من فتحات الهواء خطراً. كان الرضع النشطون قادرون على التحرك فوق الفتحات. فشلت الممرضات غير المتنبهات في رؤية حركة الرضيع إلى المناطق من الحاضنة ذات درجات الحرارة المرتفعة بشكل خطر. أصدر المصنِّع في حالة واحدة رسالة ناصحة تشير إلى أنه كان هناك علبة (كيت) تعديل موجودة لعزل الرضيع عن مصدر الحرارة، إلا أن المستشفى عجز عن استلام الرسالة ولم يتم عمل التعديل.

الشكل رقم (٦٤.١٣). المؤلف يضع الترمسورات لقياس درجات حرارة السطوح والهواء ضمن حاضنة رضيع.

تعليم التحقيق في الحوادث

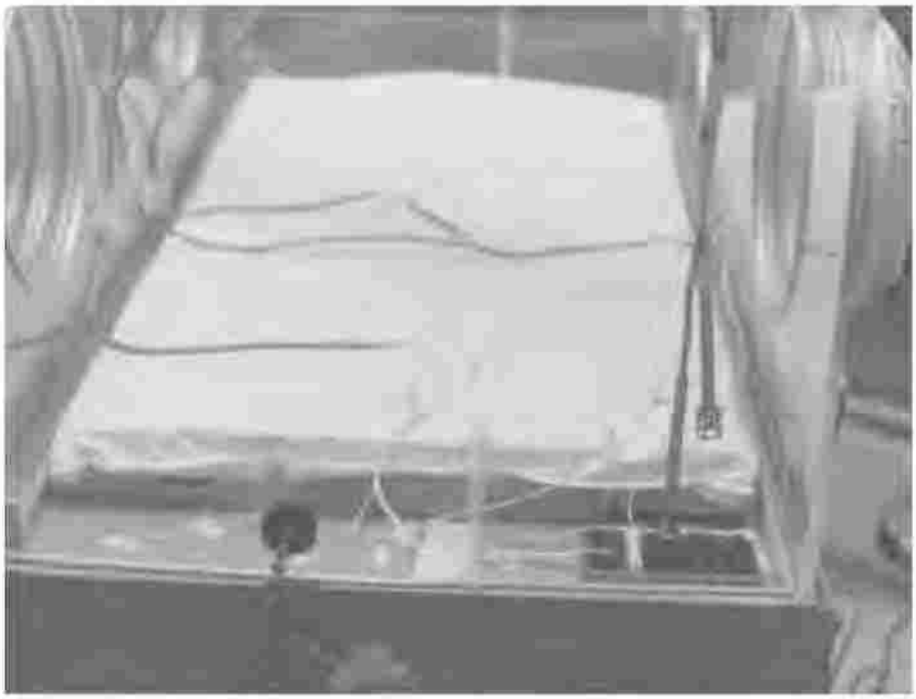
Accident Investigation Education

يمكن أن يحدث تعليم تقنيات التحقيق في الحوادث كجزء من مقررات الكلية أو أثناء ورشات عمل أو ملتقيات أو مؤتمرات عن بعد أو في مكان العمل.

المقررات الرسمية Formal Courses

ينبغي تطوير المقررات الرسمية في دراسة الهندسة الإكلينيكية لتتضمن تعليم التحقيق في الحوادث. يمكن استخدام هذا الفصل كخطوط عريضة يُنسج حولها مقرر حول التحقيق في الحوادث للمهندس الإكلينيكي. فيما

يلي أمثلة عن تقنيات غرفة الصف، ودراسات حالة وتوضيحات، وفحوص، وتقارير ينبغي أن يتم تضمينها في مقرر كلية رسمي. يمكن ملاءمة طول المقرر وعمقه مع المتطلبات التعليمية للصف. ينبغي أن تتضمن المقررات الأساسية undergraduate والتخصصية graduate في الهندسة الإكلينيكية ست ساعات محاضرة وست ساعات تحضير على الأقل.



الشكل رقم (٦٤,١٤). ثرمستورات درجة حرارة سطح وثرمستور درجة حرارة هواء موضحة وهي مثبتة إلى السطوح ومعلقة فوق فتحة دخول الهواء إلى حاضنة الرضيع التي عانى فيها الرضيع حروق وجه من الدرجة الثالثة بعد التماس مع هواء مسخن مرطب بدرجة حرارة زائدة. لم يركّب المستشفى الحاجب البلاستيكي الذي جعله المصنّع متاحاً كملائم، راجع retrofit.

تقنيات غرفة الصف

ينبغي أن يطوّر المدرس مهارات مقاربة أنظمة بابتداع حالات افتراضية تتعلق بجهاز طبي معين. ينبغي توجيه الطلاب إلى وصف النظام برسمة. ينبغي أن يسعى الطالب إلى تضمين جميع العناصر الخمسة (الجهاز والمشغِّل والمرفق (المنشأة) والبيئة والمريض) في الرسمة والتحليل. ينبغي أن يساهم كل عنصر بطريقة ما في سبب الحادث. ينبغي أن يُعطى الصف قائمة بأجهزة يختار منها مثل: حاضنة أطفال وجهاز تنفس وجهاز تخدير وجهاز EKG ووحدة جراحة كهربائية ووحدة رفع درجة حرارة ومضخة محاليل ومزيل رجفان وجهاز مراقبة فيزيولوجي. ينبغي للطلاب بعد إتمام التمرين أن يقدموا دراسة حالة افتراضية للصف مستخدمين رسمة رسموها.

دراسات حالة وتوضيحات

إن تقديم دراسات حالة فعلية في المحاضرة أكثر أهمية ويجذب اهتمام الطلاب بشكل أفضل من الحالات الافتراضية. إن التوضيحات بأجهزة طبية فعلية في الصف والمختبر يعزز فهم تفاعلات الجهاز مع عناصر أخرى في النظام.

الفحوص

يتضمن الفحص من أجل شهادة المهندس الإكلينيكي الذي تجريه الكلية الأمريكية للهندسة الإكلينيكية ACCE أسئلة حول التحقيق في الحوادث. يُتوقع من المرشح للحصول على الشهادة أن يجيب على أسئلة خيارات متعددة تحريرية وأسئلة شفهية أثناء عملية الامتحان.

التقارير

تتضمن مهارات الاتصال الجيدة مهارات الكتابة. ينبغي أن يتعلم الطلاب كيف يكتبون تقريراً فنياً دقيقاً وموجزاً وتاماً ويتضمن العناصر الأساسية: الملخص والمقدمة والطرائق والمواد والنتائج والمناقشة والاستنتاجات. ينبغي أن تحتوي التقارير على مراجع للوثائق الداعمة مثل معايير المستشفى وكتيبات المشغّل والصيانة. ينبغي التأكيد على التقنيات التي تجعل التقرير أكثر فعالية مثل التنسيق الجيد واستخدم الصور والمخططات والأشكال والجداول (Dyro, 2003).

المقررات غير الرسمية والدراسة المستقلة Informal Courses and Independent Study

توفر الحوادث التي تحدث كل يوم في المنزل الفرصة لممارسة التحقيق في الحوادث. إذا ما اشتغلت أداة منزلية (مثل مذياع أو تلفزيون أو محمصة أو غسالة صحون) بشكل غير متوقع، فينبغي للمهندس الإكلينيكي أن يستخدم هذه الحادثة كفرصة ليمارس ويحسّن تقنياته التحقيقية. بالإضافة إلى الكتب التقنية والعلمية حول مواضيع ذات صلة بالتحقيق في الحوادث فإنه يمكن الحصول على تبصر إضافي من التلفزيون والأفلام التي تحتوي على تقنيات فحص أدلة جنائية. إلا أن المهندس الإكلينيكي سوف يجد مع ذلك أن جميع مفاتيح اللغز الضرورية للتثبت من سبب الحادثة المؤسفة قد لا تكون موجودة في الحقيقة كما تبدو في الروايات والأفلام والتلفزيون.

إن الموارد التي تساعد في تعلم التحقيق في الحوادث والتدرب عليه متاحة من مصادر كثيرة تتضمن ما يلي:

١- المعايير (المواصفات القياسية):

- الجمعية الأمريكية للاختبار والمواد American Society for Testing and Materials
- الاتحاد لتقدم التجهيزات الطبية Association for the Advancement of Medical Instrumentation
- الوكالة الوطنية للحماية من الحريق National Fire Protection Agency

- معهد المهندسين الكهربائيين ومهندسي الإلكترونيات Institute of Electrical and Electronics Engineers
- الفصلان (١١٧) و (١٢٠) من هذا الكتاب.

٢- الوكالات الناظمة:

- إدارة الغذاء والدواء FDA ((FDA, 2002) و (Dyro, 2003a)) (انظر الفصل (١٢٦)).
- اللجنة المشتركة لاعتماد منظمات الرعاية الصحية JCAHO (انظر الفصل (١٢١)).

٣- الكتب:

- Medical Device Incident Investigation & Reporting (Shepherd, 2000c)
- Unexplained Patient Burns (Gendron, 1988)
- Medical Device Accidents and Illustrative Cases (Geddes, 2002)
- Human Error in Medicine (Bogner, 1994)
- The Portable Poe (Poe, 1973)
- Accident and Forensic Investigation (Bruley, 1994), chapter in Medical Devices:
- International Perspectives on Health and Safety (Van Gruting, 1994)
- Writing and Defending Your Expert Report (Babitsky and Mangraviti, 2002)
- Handbook of Electrical Hazards and Accidents (Geddes, 1995)
- Electrical Injuries: Engineering, Medical, and Legal Aspects (Nabours et al., 1999)
- Warnings, Instructions, and Technical Communications (Peters and Peters, 1999)

٤- الدورات في المؤتمرات المحلية والمناطقية والوطنية:

- Annual National Expert Witness and Litigation Seminar (Dyro, 2003b)
- Annual Meeting of the Association for the Advancement of Medical Instrumentation (Dyro, 1995)

٥- المنظمات:

- American College of Clinical Engineering (ACCE) Teleconference Series (Dyro, 2000a; Shepherd, 1996; Patail and Bruley, 2002).
- Human Factors and Ergonomics Society
- National Forensic Center
- National Center for Patient Safety (http:/www.va.gov/ncps/)

٦- المصنّعون.

٧- التلفزيون والسينما.

المـــراجـــع

References

American College of Clinical Engineering. Enhancing Patient Safety: The Role of Clinical Engineering. Plymouth Meeting, PA, American College of Clinical Engineering, 2001.

American College of Clinical Engineering Healthcare Technology Foundation. Guideline for Incident Investigations. Plymouth Meeting, PA, American College of Clinical Engineering Healthcare Technology Foundation, 2003.

American Society for Testing and Materials. Standard Practice for Collection and Preservation of Information and Physical Items by a Technical Investigator. ASTM E1188-95. West Conshohocken, PA, American Society for Testing and Materials, 1995.

American Society for Testing and Materials. Standard Practice for Reporting Incidents. ASTM E1020-96. West Conshohocken, PA, American Society for Testing and Materials, 1996.

American Society for Testing and Materials. Standard Practice for Examining and Testing Items That Are or May Become Involved in Products Liability Litigation. ASTM E860-97. West Conshohocken, PA, American Society for Testing and Materials, 1997.

American Society for Testing and Materials. Standard Practice for Reporting Opinions of Technical Experts. ASTM E620-97. West Conshohocken, PA, American Society for Testing and Materials, 1997.

American Society for Testing and Materials. Standard Practice for Evaluation of Technical Data. ASTM E678-98. West Conshohocken, PA, American Society for Testing and Materials, 1998.

Abramson N, Wald KS, Grenvik ANA, et al. Adverse Occurrences in Intensive Care Units. JAMA 244:1582-1584, 1980.

Babitsky S, Mangraviti JJ. Writing and Defending Your Expert Report. Falmouth, MA, SEAK, Inc., 2002.

Babitsky S, Mangraviti JJ, Todd CJ. The Comprehensive Forensic Services Manual. Falmouth, MA, SEAK, Inc., 2000.

Berry K, Krizek B. Root Cause Analysis in Response to a "Near Miss." J Healthc Qual 22:16-18, 2000.

Bogner MS (ed). Human Error in Medicine. Bethesda, MD, United States Food and Drug Administration, 1994.

Bruley ME. Accident and Forensic Investigation. In Van Gruting, CWD (ed). Medical Devices: International Perspectives on Health and Safety. Amsterdam, Elsevier Science, 1994.

Christoffersen K, Woods DD. How Complex Human-Machine Systems Fail: Putting "Human Error" in Context. In Karwoski W and Marras W (eds). Handbook of Occupational Ergonomics. Boca Raton, FL, CRC Press, 1999.

Cohen T. ACCE Body of Knowledge Survey. ACCE News 11:13-14, 2001.

Cooper JB, Newbower RS, Long CD, McPeek B. Preventable Anesthesia Mishaps: A Study of Human Factors. Anesthesiology 49:399-406, 1978.

Cooper J, et al. An Analysis of Major Errors and Equipment Failures in Anesthesia Management: Considerations for Prevention and Detection. Anesthesiology 60:34-42, 1984.

Driscoll C. Conducting the Right Investigation. Biomed Instrum Technol 37:65-66, 2003.

Dyro JF. The Development of a Standard for Infant Warmers and Incubators. FDA/BMDDP-77/43, PB-263 250/3WV. Springfield, VA, National Technical Information Service, 1977.

Dyro JF. Hospital Safety Program. In JG Webster (ed). Encyclopedia of Medical Devices and Instrumentation. New York, Wiley, 1988.

Dyro JF. Building Awareness: Educating Health Care Providers and the Public. In Sykes S (ed). Electromagnetic Compatibility for Medical Devices: Issues and Solutions. Arlington, VA, Association for the Advancement of Medical Instrumentation, 1995.

Dyro JF. The Safety Box. Proceedings of the AAMI 30th Annual Meeting, Anaheim, CA. Arlington, VA, Association for the Advancement of Medical Instrumentation, 1995.

Dyro JF. So You Want to Be in Pictures? Seventh Annual National Expert Witness and Litigation Seminar, Hyannis, MA, June 19, 1998.

Dyro JF. Methods for Analyzing Home Care Medical Device Accidents. J Clin Eng 23:359, 1998.

Dyro JF. Get on Board the Safety Train. ACCE News 10:3, 2000.

Dyro JF. Investigating an Equipment Incident. ACCE Teleconference. Plymouth Meeting, PA, American College of Clinical Engineering, October 19, 2000.

Dyro JF. Advanced Report Writing Techniques: Bringing Your Report to Life. 12th Annual National Expert Witness and Litigation Seminar, Hyannis, MA, June 26, 2003.

Dyro JF. JCAHO Patient Safety Goal #6: Improving the Effectiveness of Clinical Alarm Systems. US Food and Drug Administration, Medical Product Surveillance Network (MedSun) Teleconference, April 10, 2003.

Dyro JF. Accident/Incident Investigation: Advanced Techniques, 12th Annual National Expert Witness and Litigation Seminar, Hyannis, MA, June 26, 2003.

ECRI. Hazard: Monitors and Static Electricity. Health Devices 3:275, 1974.

ECRI. Investigating Device-Related Incidents. Medical Device Reporting: A Guide for Health care Facilities. Plymouth Meeting, PA, ECRI, 1991.
ECRI. Case History: The Hazards of New Technologies. Accident Investigator 2:1-2, 1993.
ECRI. Root Cause Analysis. Health care Hazard Control: Safety and Behavior 2.2.1:1-8, 2001.
Food and Drug Administration. Medical Device User Facility and Manufacturer Reporting, Certification and Registration. 21 CFR Part 803. July 31, 1996.
Food and Drug Administration. Integrating Human Factors Engineering into Medical Device Design and Development: An FDA Q&A. J Clin Eng 27:123-127, 2002.
Fish RM, Geddes L. Medical and Bioengineering Aspects of Electrical Injuries. Tucson, AZ, Lawyers & Judges Publishing Company, 2003.
Geddes LA. Handbook of Electrical Hazards and Accidents. Boca Raton, FL, CRC Press, 1995.
Geddes LA. Medical Device Accidents and Illustrative Cases, 2nd Edition. Tucson, AZ, Lawyers & Judges Publishing Company, 2002.
Gendron FG. Unexplained Patient Burns: Investigating Iatrogenic Injuries. Brea, CA, Quest Publishing, 1988.
Gosbee J. The Discovery Phase of Medical Device Design: A Blend of Intuition, Creativity, and Science. Medical Devices & Diagnostic Industry 79-82, November 1997.
Gosbee JW, Arnecke B, Klancher J, et al. The Role of Usability Testing in Healthcare Organizations. Proceedings of the Human Factors Society 40th Annual Meeting. Santa Monica, CA, Human Factors Society, 2001.
Guyton B. Human Factors and Medical Devices: A Clinical Engineering Perspective. J Clin Eng 27: 116-122, 2002.
Haffner ME. Malfunction of a Neonatal Incubator (Letters). JAMA 247:2372, 1982.
Harding GH. Malfunctioning Neonatal Incubators (Letters). JAMA 248:2835, 1982.
Hyman WA, Cram N. A Human Factors Checklist for Equipment Evaluation and Use. J Clin Eng 27:131-3, 2002.
Institute of Electrical and Electronics Engineers. IEEE Recommended Practice for an Electromagnetic Site Survey (10 kHz to 10 GHz), 473-1985. New York, Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1985.
Institute of Electrical and Electronics Engineers. National Electrical Safety Code. C2-1997. New York, Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1997.
Institute of Medicine. Crossing the Quality Chasm: A New Health System for the 21st Century. Washington, DC, National Academy Press, 2001.
Iverson K, Barsan W. Accidental Cranial Defibrillation. JACEP 8:24-25, 1979.
Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations. Root Cause Analysis in Health Care: Tools and Techniques. Oakbrook Terrace, IL, Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations, 2000.
Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations. Revisions to Joint Commission Standards in Support of Patient Safety and Medical/Health Care Error Reduction. Oakbrook Terrace, IL, Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations, 2001.
Kenney RJ. Comparative Negligence: The Patient's Duty to Use Care. Forum 4:15-16, 1983.
Kermit E. Medical Adhesive Tape Should Be a Controlled Substance! ACCE News 10:15, 2000.
Kessler DA. Introducing MEDWatch: A New Approach to Reporting Medication and Device Adverse Effects and Product Problems. JAMA 269:2765-2768, 1993.
Kohn, LT, Corrigan JM, Donaldson MS. To Err Is Human: Building a Safer Health System. Washington, DC, National Academy Press, 2000.
Lentini JJ. Standards Impact the Forensic Sciences. ASTM Standardization News 16-19, February 2001.
MDR Report. FDA DEN M54439. January 24, 1992.
Narco Scientific, 1982. Warning Letter. July 1982.
National Fire Protection Association. Standards for Health Care Facilities. NFPA 99. Quincy, MA, National Fire Protection Association, 2002.
NFPA. National Electrical Code. NFPA 70. National Fire Protection Association. Quincy, MA, 2002.
Nabours RE, Fish RM, Hill PF. Electrical Injuries: Engineering, Medical, and Legal Aspects. Tucson, AZ, Lawyers & Judges Publishing Company, 1999.
Patail B, Bruley ME. Investigation with Root Cause Analysis: ECRI and VA Approaches. ACCE Teleconference. Plymouth Meeting, PA, American College of Clinical Engineering, November 21, 2002.

Peters GA, Peters BJ. Warnings, Instructions, and Technical Communications. Tucson, AZ, Lawyers & Judges Publishing Company, 1999.
Poe EA. The Murders in the Rue Morgue, Graham's Magazine, April, 1841. In Stern PVD (ed). The Portable Poe: Selected Works of Edgar Allan Poe. 1973.
Sahakian AV, Tompkins WJ, Webster JG. Electrode Motion Artifacts in Impedance Pneumography. IEEE Trans Biomed Eng 32:448, 1986.
Shepherd M, Dyro JF. The Whimsical Use of White Tape. Slide/Audio Program. University of California, San Francisco, 1982.
Shepherd M. A Systems Approach to Hospital Medical Device Safety. Arlington, VA, Association for the Advancement of Medical Instrumentation, 1983.
Shepherd M, Brown R. Utilizing a Systems Approach to Categorize Device-Related Failures and Define User and Operator Errors. Biomed Instrum Technol 26:461-475, 1992.
Shepherd M. The Systems Technique for Analyzing Device-Related Failures. In Shepherd M (ed). Systems for Medical Device Incident Investigation and Reporting. New York, Raven Press, 1993.
Shepherd M. Incident Investigation. ACCE Teleconference. American College of Clinical Engineering. Plymouth Meeting, PA, March 21, 1996.
Shepherd M. Device Servicer Error: An Under-Reported Hazard? J Clin Eng 23(3):215-222, 1998.
Shepherd M. National Patient Safety Movement. ACCE News 9:9, 1999.
Shepherd M. Mending the Way of Our Errors. ACCE News 10:3-4, 2000.
Shepherd M. Eliminating the Culture of Blame: A New Challenge for Clinical Engineers and BMETs. Biomed Instrum Technol 34:370-374, 2000.
Shepherd M. Medical Device Incident Investigation & Reporting. Walnut Creek, CA, Devteq Publishing, 2000.
Shojania KG, Duncan BW, McDonald KM, et al. Making Health Care Safer: A Critical Analysis of Patient Safety Practice. Evidence Report/Technology Assessment 43, 2001. Rockville, MD, Agency for Healthcare Research and Quality.
Stalhandske E, DeRosier J, Patail B, Gosbee J. How to Make the Most of Failure Mode and Effects Analysis. Biomed Instrum Technol 2:96-102, 2000.
Stamatis DH. Failure Mode and Effect Analysis. American Society for Quality Press, 1995.
Van Gruting CWD (ed). Medical Devices: International Perspectives on Health and Safety. Amsterdam, Elsevier Science, 1994.
Welch DL. Human Factors Usability Test and Evaluation. Biomed Instrum Technol 2:183-187, 1998.
Willis G. Failure Modes and Effects Analysis in Clinical Engineering. J Clin Eng 17:59-63, 1992.

٦٥

الجدال الكبير حول السلامة الكهربائية – بمنظور رجعي

The Great Debate on Electrical Safety — In Retrospect

Malcolm G. Ridgway
Sr. Vice President
Technology Management and Chief Technology Officer
MasterPlan Inc.
Chatsworth, CA

شهدت ستينيات القرن العشرين بدايات جراحة القلب المفتوح وتزايد استخدام إجراءات القثطرة القلبية. أصبحنا بشكل متزايد نرى مرضى بقثاطر عابرة للشرايين خارجة من الجسم تحوي عادة أسلاك يمكن وصلها بسرعة إلى ناظم خطى قلبي خارجي في العناية القلبية الجديدة أو وحدات العناية الخاصة في المستشفيات. وفي اللحظة التي تيقّن فيها الأطباء أن هذا الممر عالي الناقلية لا يتجاوز فقط الطبقات التي تحمي عادة والمكوّنة من أنسجة جسم مقاومة، وإنما يوجِّه أيضاً تياراً إلى المناطق الأكثر حساسية كهربائياً من جدران القلب الداخلية، نما قلق حول إمكانية أن هؤلاء المرضى قد يُصعقون كهربائياً بتيارات أصغر بكثير من تلك التي قد تؤثر على المناطق الخارجية من الجسم.

أصبح المرضى بممرات ناقلة يمكن الوصول إليها خارجياً وتقود مباشرة إلى القلب يُعرفون بالمرضى القابلين للتأثر كهربائياً electrically susceptible (ES) أو بالمرضى الحساسين كهربائياً electrically sensitive patients (ESPs). وأصبحت الظاهرة النظرية التي قد يُحرَّض فيها مريض ES إلى رجفان بطيني مميت بمرور مستوى صغير من تيار عبر القثطار العابر للشريان تُعرف بـ "الصعقة الكهربائية الصامتة" "silent electrocution" أو "الصدمة الصغرى" "microshock."

تم نشر القلق من هذا السيناريو الممكن باكراً في آب (أغسطس) من عام ١٩٦١م في مقالة مهمة editorial في مجلة Circulation بعنوان "أخطار مخفية لنواظم الخطى القلبية". أشارت التجارب المخبرية إلى أن مستويات التيار التي قد تقدح بشكل محتمل رجفاناً بطينياً مميتاً أخفض بشكل واضح بالفعل من المستويات المترافقة مع الانصعاق الكهربائي التقليدي (من مرتبة عشرات الميكروفولت). أسست الاختبارات أيضاً لما يُعرف الآن بظاهرة "تسرب"

"leakage" التيار، وأيضاً عملية أن التيارات الكبيرة نسبياً المارة من خلال نواقل أرضية منخفضة المقاومة قد ترسل بسهولة تيارات مرتفعة المطال إلى الممرات الناقلة المكشوفة.

لقد تم تطوير مفهوم التأريض متساوي الكمون (الجهد)، الذي يتم فيه استخدام نواقل تأريض معتبرة (خضراء) لتوصيل جميع السطوح الناقلة المكشوفة إلى نقطة تأريض مركزية في ترتيبة نجمية، كإجراء دفاعي أولي ضد هذا الخطر الجديد. دافع آخرون عن استخدام محولات العزل كأفضل وسيلة للتخفيض من تيار التسرب في دارات تأريض نظام التوزيع الكهربائي للمستشفى. وبدأ العديد من التنظيمات التي تضع القواعد الناظمة والمواصفات القياسية يأخذ علماً بذلك.

عقد قسم العلوم الطبية في مجلس الأبحاث القومي National Research Council (NRC) في نيسان (أبريل) من عام ١٩٦٨م ورشة عمل مدتها يومان حول "الأخطار الكهربائية في المستشفيات" حضرها أكثر من مئة شخص. قام الدكتور Carl Walters بتحرير أعمال ورشة العمل هذه وقامت فيما بعد الأكاديمية الوطنية للعلوم ذات التأثير بنشر أعمال ورشة العمل هذه (Walter, 1970). كان Carl Walter جراحاً مشهوراً في مستشفى Peter Bent Brigham Hospital في مدينة بوسطن Boston وعضو هيئة التدريس في مدرسة هارفارد الطبية Harvard Medical School ورئيس لجنة المستشفيات في الاتحاد الوطني للحماية من الحريق National Fire Protection Association (NFPA). يعود الفضل إلى الدكتور Carl Walter في تأسيس واحد من أوائل بنوك الدم في العالم في غرفة قبوٍ في هارفارد عام ١٩٣٤م وفيما بعد في عام ١٩٤٩م في اختراع كيس الدم الذي أنهى العملية الطويلة المعقدة والخطيرة للضخ المباشر للدم من المانح إلى المريض عن طريق أنبوب زجاجي مغلف بالبارافين. إضافة إلى ذلك فإن بصيرته وعمله الطليعي مع شركة Castle قادا إلى إدخال أجهزة التعقيم بالبخار ذي الضغط العالي (المسماة أحياناً "أوتوكلاف") من أجل تعقيم الأدوات الجراحية. لقد كانت الأدوات الجراحية قبل الأوتوكلاف "تُعَقّم" بكل بساطة في ماء يغلي.

وفي ورشة العمل التي رعاها مجلس الأبحاث القومي (NRC) قام الدكتور Walter في البداية بالتخمين speculate حول الحدوث المحتمل للموت بـ "الصدمة الصغرى" في مستشفيات الولايات المتحدة. وأثناء مناقشة الإحصاءات الوطنية حول الانصعاق الكهربائي التي كانت متاحة في حينه زعم Walter أن موظف حساب مخاطر تأمين insurance actuary هوايته الصدمة الكهربائية وإصابات الجراحة الكهربائية أكّد له أن هناك (١٢٠٠) انصعاق كهربائي تم تشخيصها خطأً سنوياً في المستشفيات أثناء عامي ١٩٦٤م و ١٩٦٥م. هذا يعني حسابياً أن "حادثة موت" "misadventure" واحدة تحدث سنويا في كل سبع مستشفيات في هذه البلاد (يعني الولايات المتحدة). وقال Walter أن حوادث الموت هذه قد تم تصنيفها كتوقف قلب، لكن حوادث الموت هذه حدثت أثناء مجهودات إنعاش غير ذات صلة بمرض المريض الأصلي أو أثناء تطبيق جهاز كهربائي. كما قال أيضاً أنه قد تم تجميع culled

الإحصائيات لبيان شيوع prevalence المشكلة وتوضيح لماذا لم يتعرف ذوو المهن الطبية إلى المشكلة (أي أنه خلال المغامرة بإنقاذ حياة، فإن هؤلاء المنخرطين في ذلك قد لا يدركون ماذا يجري). زعم Walter أنه واجه بنفسه ثلاثاً من مثل هذه اللحظات في غرفة إنعاش، وتابع قائلاً إنه عندما تم إعادة تمثيل الحالة كان ظاهراً تماماً أي جهاز سبَّب هذه المشكلة. أخيراً ذهب Walter إلى القول بكل تأكيد ووضوح أن هناك على الأقل دزينة (أي ١٢) من التحليلات في المراجع الموجودة عن مخاطر الانصعاق الكهربائي للمرضى وزعم أنه هذا هو السبب الذي يجعل كثيراً من الأطباء يصبحون مهتمين بالصدمة الكهربائية.

تم في السابع والعشرين من شهر كانون الثاني (يناير) عام ١٩٦٩م نشر تقرير بعنوان "الانصعاقات الكهربائية العرضية تحصد ١٢٠٠ مريض في السنة" في الأخبار الإلكترونية (Electronic News, 1969). استشهد التقرير بإحصائيات عن الصدمة الصغرى تم الحصول عليها من الدكتور Walter أثناء مقابلة هاتفية. تم تكرار نفس هذه الإحصائيات مرة أخرى أثناء محاضرات قدّمها الدكتور Walter وآخرون في الاجتماع الواحد والسبعين لاتحاد المستشفيات الأمريكي (AHA) في شيكاغو في آب (أغسطس) ١٩٦٩م. تم تكرار هذه الإحصائيات بعد نشر أعمال ورشة الـ NRC عام ١٩٧٠م في مؤتمر صحفي وتمت الإفادة عنها على مدى الصحافة الوطنية.

في حزيران (يونيو) من عام ١٩٧٠م وزّعت الخدمة السلكية لـ UPI تقريراً بأن رالف نادر (وهو محام وناشط في الدفاع عن حقوق المستهلكين) زعم في كلمة له بأن (٥٠٠٠) حادثة موت يمكن أن تُعزى إلى صدمة صغرى تحدث كل عام في مستشفيات البلاد. وإلى هذا اليوم لم يقدم رالف نادر أي دليل مستقل يثبت رقمه هذا.

في شهر آذار (مارس) من عام ١٩٧١م نشرت مجلة Ladies Home Journal مقالة تستشهد برالف نادر بعنوان "كشف رالف نادر الأكثر صدماً" نصت على أنه "على أقل القليل فإن ١٢٠٠ أمريكي يُصعقون سنوياً أثناء إجراءات تشخيصية وعلاجية روتينية" وأن "مهندسين طبيين مثل البروفيسور Hans von der Mosel، الرئيس المشارك للجنة الفرعية للسلامة الكهربائية في الاتحاد من أجل تقدم التجهيزات الطبية (AAMI) ومستشار السلامة لإدارة الخدمات الصحية لمدينة نيويورك، يعتقدون بأن العدد يمكن أن يكون عشرة أضعاف العدد التخميني المتحفظ ١٢٠٠" (Nader, 1971). هذا هو المصدر الذي يُستشهد به أحياناً للعدد ١٢٠٠٠ "التخميني" لحوادث الموت السنوية. مما يثير الاهتمام أن نفس المقالة نصّت على أن "ثلاث مستشفيات فقط في طول البلاد وعرضها لديها مهندسون طبيون في كوادرها الإدارية للإشراف على تشغيل وصيانة الآلات المعقدة وهي: Downstate Medical Center في مدينة نيويورك و Sinai Hospital في بالتيمور و Charles S. Wilson Hospital في مدينة جونسون في نيويورك".

قام الـ NFPA في منتصف سبعينيات القرن العشرين بتطوير وتوزيع بعض التعديلات المقترحة للمادة رقم ٥١٧ من طبعة عام ١٩٧١م من الكود الكهربائي الوطني (NEC) وذلك من أجل التعليق عليها من عموم الجمهور.

هذه التعديلات كانت سوف تتطلب من جميع المستشفيات أن يكون لديها "مراكز طاقة آمنة للمريض" مبنية على أساس محولة العزل وذلك في جميع مناطق العناية الخاصة لمستشفيات البلاد البالغة تقريباً (٦٠٠٠) مستشفى. لقد صدم التأثير المالي المحتمل لهذا الاقتراح مجتمع الرعاية الصحية. كما صدم عدم الملاءمة التقنية للحل المقترح مجتمع الهندسة الإكلينيكية الجنيني.

في ربيع عام ١٩٧١م، وقبل وقت قصير من الاجتماع السنوي للـ NFPA في سان فرنسيسكو الذي كان سيتم فيه التصويت على تعديل لجنة المستشفيات المقترح، دعت لجنة Hill-Burton Program Committee إلى اجتماع خاص في مدينة Rockville في ولاية Maryland دُعي إليه (١٠) خبراء في "الإلكترونيات في المستشفيات" للمناقشة مع الدكتور Walter ومستشاريه التقنيين حول ميزات merits المتطلبات الجديدة المقترحة. وفي تقرير متابعة، استنتج أحد الخبراء العشرة أن الدكتور Walter توصّل إلى "تخمينه" عن الـ (١٢٠٠) حادثة موت في السنة بسبب صدمة صغرى عن طريق ملاحظة موت مريض واحد في مستشفاه شك بأنه كان نتيجة لصدمة صغرى ومن ثم الاستنتاج بالاستقراء extrapolating للـ (١٢٠٠) انصعاق كهربائي بالصدمة الصغرى في السنة على أساس أن مستشفاه يرعى حوالي مريض واحد من كل (١٢٠٠) مريض من جميع مرضى الولايات المتحدة سنوياً.

أشار المشاركون في الاجتماع إلى أن الحل المقترح غير ملائم فنياً لأن جهاز مراقبة العازلية (مرقاب العازلية) الذي كان يتطلب الكود الكهربائي الوطني (NEC) استخدامه مع محولة عزل يحقن في الدارة تياراً أكبر بكثير من مستوى الـ (١٥) ميكرو أمبير "الآمن". لم يكن باستطاعة فريق الدكتور Walter أن ينفي الانتقاد. تابع التقرير لينص على أن "نتائج لجنة Hill-Burton Program Committee لم يتم نشرها أبداً، إلا أن اللجنة لم تُعلِم الـ NFPA بأنه إذا كانت الطاقة المعزولة في جميع مناطق العناية الخاصة مطلوبة من قبل الـ NFPA في مواصفاتها القياسية (معاييرها) القادمة فإن اللجنة سوف تنهي متطلبها القائم منذ زمن طويل بأن تكون المستشفيات التي تتلقى دعمها المالي مطابقة لمواصفات الـ NFPA القياسية". لقد كان هذا تهديداً جوهرياً — في ذلك الوقت كان يتم افتراضياً دعم جميع مشاريع بناء المستشفيات الجديدة ومشاريع تجديد المستشفيات بمنح اتحادية (فيديرالية) من برنامج Hill-Burton Program.

عندما تم تقديم التعديلات المقترحة إلى الـ NEC في الاجتماع السنوي للـ NFPA في سان فرنسيسكو في شهر أيار (مايو) عام ١٩٧١م تسببت بنقاش مليء بالحيوية بين المشاركين تم بعده تأجيل تبنيها وإعادتها إلى اللجنة بـ (١٠٦) ضد (٣٨) صوتاً لأعضاء القسم الكهربائي.

وبالرغم من هذه الفترة من النقاش الجريء حول حقيقة وجود أو عدم وجود هذا الخطر الجديد، وربما المهدد للحياة، وعدم اليقين حول ما إذا كانت الإجراءات المضادة المقترحة واختبارات السلامة المرافقة تستطيع أولا تستطيع إزالة أو تخفيض هذا التهديد، ظهرت مجموعة من متطلبات السلامة الكهربائية الجديدة. كثير من هذه

المتطلبات تستمر اليوم بشكل معدَّل قليلاً فقط كجزء من القواعد الناظمة المختلفة. أصدرت اللجنة المشتركة لاعتماد المستشفيات مواصفات قياسية (معايير) جديدة تطلب اختبار سلامة كهربائية موثق ربع سنوي لجميع أجهزة رعاية المريض في مرفق. أصدرت وزارة صحة الولاية في كاليفورنيا إجراءات سلامة كهربائية صارمة كجزء من متطلباتها الجديدة لمستشفيات الرعاية الحادة العامة. أدخل العنوان رقم (٢٢) من كود الولاية الإداري مفهوم "المريض الحساس كهربائياً" الذي سيصبح قديماً عما قريب ومجموعة من الاختبارات ذات الصلة. لقد كان وقتاً للأمور الغريبة مثل سلسلة من أسلاك التأريض الخضراء التي تصل كل قطعة من سطح معدني مكشوف بجوار أي سرير رعاية خاصة (وحتى في غرف الحمام المجاورة) إلى أعمدة تأريض مركزي معتبرة. ومع ذلك فإن تحقيقات نشطة مكرَّسة على مدى السنوات العديدة التالية لحدوث ممكن لصدمة صغرى فشلت في إظهار أي دليل مقنع بأن هذا الخطر المُتصوَّر ببراعة ولكن الذي يبقى نظرياً كان يقضي على أي حياة.

قدَّم الدكتور Joel Nobel مدير معهد أبحاث رعاية الطوارئ (ECRI) في شهر أيلول (سبتمبر) من عام ١٩٧٣م مرافعة أثناء جلسات استماع أمام لجنة فرعية لمجلس الشيوخ جول التعديلات المقترحة على قانون الأجهزة الطبية عام ١٩٧٣م:

"إن موضوع الانصعاق الكهربائي بالصدمة الصغرى، وحدوثه الحقيقي مقابل المزعوم، وشعبيته المنتشرة، والإعلان الرسمي للكودات والقوانين لمحاربته، والحظوظ الاقتصادية لصناعة المحولات الكهربائية، كلها أمور مندمجة من دون قابلية للفصل. لقد استُخدِمت إحصائيات مخادعة لتعزيز مبيعات أجهزة السلامة وللتلاعب بالكود الكهربائي الوطني من أجل طلب استخدام منتجات معينة. نحن لا نلمّح إلى أن موضوع الانصعاق الكهربائي بالصدمة الصغرى قد تم اختلاقه من قبل المعسكرات الصناعية والصانعة للكودات والمدافعين عن المستهلك. إلا أن كل واحد، منهم بمساهمته بتضخيم الموضوع، قد شوَّه المشاكل التقنية والأولويات إلى حد بعيد. النتيجة هي أن ملايين كثيرة تم تشتيتها من مناطق للرعاية الصحية أكثر حرجاً. إلا أن موضوع السلامة الكهربائية هذا أدى وظيفة منشطة مفيدة في لفت الانتباه إلى مشاكل أخرى مصاحبة لاستخدام التكنولوجيا من أجل الرعاية الصحية. لقد ساعد المستشفيات على فهم الحاجات الأوسع للدعم الهندسي لرعاية المريض شاملاً الشراء المتأني والفحص والصيانة الوقائية للأجهزة الطبية".

وفي شهادة لاحقة أضاف:

"إن معلوماتنا وأولوياتنا يتم مع ذلك تشويهها أحياناً من قبل مجموعات مصالح خاصة، وهذا مقبول. وعن طريق مثال، لنأخذ بالاعتبار كم من الانتباه قد تم لفته لمشكلة السلامة الكهربائية في المستشفى في الخمس سنوات الأخيرة، خصوصاً من قبل المجتمع الهندسي ومصنّعي أدوات وأجهزة السلامة. لقد تم ترجمة المزاعم إلى حقيقة أو

على الأقل إلى اعتقاد عن طريق الحقيقة المجردة لقول أو نشر. لقد تم إعلان الإحصائيات الزائفة عن الانصعاق الكهربائي في المستشفيات ونشرها من دون نهاية أو تأكيد لخمس سنوات. لقد كُتبت ملايين الكلمات عن الصدمة الصغرى وصُرفت ملايين الدولارات لتجنبها. إلا أنه من الواضح مع ذلك أننا لا نزال لا نعلم شيئاً عن حدوثها الفعلي. هل هي مشكلة منتشرة أم شبح؟ نحن لا نلمّح إلى أن مشكلة السلامة الكهربائية غير موجودة. إن بياناتنا توضح أنها موجودة وأنها واضحة ومهمة، إلا أن خصائصها ومداها تختلف بالأحرى عما يُعتقد عموماً. إن مشكلتنا الأكبر ليست الانصعاق الكهربائي بالصدمة الصغرى وإنما هي بدلاً من ذلك الطاقة غير المناسبة أو غير الموثوقة. ليس كثيراً جداً من الكهرباء وإنما القليل جداً منها".

ظهر في شهر آب (أغسطس) من عام ١٩٧٥م تقرير في مجلة الكادر الطبي (The Medical Staff) تحت عنوان:

"أسطورة الانصعاق الكهربائي التي يسببها طبيب: تأثيره على تكاليف المستشفى"

"The Myth of Iatrogenic Electrocution: Its Effect on Hospital Costs."

ناقش التقرير زعم الدكتور Walter المنشور بشكل واسع بأن هناك (١٢٠٠) انصعاقاً كهربائيا في السنة في مستشفيات الولايات المتحدة وكيف أن هذه التهمة قد تم الإفادة عنها بتقارير بشكل منتظم فيما بعد في الصحافة غير المتخصصة. ذهب التقرير إلى الإشارة إلى أن الدليل الداعم لزعم Walter لم يتم تقديمه أبداً وأن John Bruner، وهو طبيب وأستاذ مساعد في التخدير في مدرسة هارفارد الطبية، قال بوضوح في اجتماع الـ AMA العلمي السنوي عام ١٩٧٥م أنه لم يكن هناك حادثة موت موثقة سببها الكهرباء في مستشفى في الولايات المتحدة لأكثر من عقد. وبينما اعترف Bruner بأنه كان من بين أول المهتمين بالانصعاق الكهربائي الذي يسببه طبيب، إلا أنه أفاد أنه بالنتيجة طور دليلاً قليلاً لدعم القلق بأنه قد يكون حدثاً شائعاً. على العكس من ذلك قال Bruner أن القلق غير المطلوب حول الصدمة الصغرى ربما يقود إلى التخلص من أجهزة مفيدة لأجل أجهزة حديثة عالية السعر "ذات صفات سلامة". وفي حين أن معرفة احتمال الإصابة حيثما تُستعمل الكهرباء وحيث تجتمع العجلة والإرهاق والرطوبة وعوامل بيئية أخرى لتزيد من هذه المخاطرة، إلا أن Bruner رأى فيما عدا ذلك أن كثيراً من الجهود والتكاليف التي تتوافق على التوجه إلى الصدمة الصغرى لها فائدة حقيقية قليلة لأن مدى الخطر كان إلى حد كبير تخيلياً في المرتبة الأولى.

في هذه الفترة تحقق أحدهم – بضربة عبقري – من أن هذا التهديد كله يمكن إزالته بالكامل وببساطة بحماية النهايات المكشوفة الناقلة لقثطار المريض. الإنهاءات الصحيحة للقثاطر عبر الشريانية التي تقدم ممرات ذات ممانعة منخفضة إلى القلب والأوعية الكبيرة أصبحت الأمر اليومي (the order of the day)، وحاجة المرضى الحساسين كهربائياً إلى اعتبارات بيئية خاصة اختفت بين ليلة وضحاها تقريباً. ظهرت مقالات عن العزل الكهربائي للمريض. انظر على سبيل المثال المقال في مجلة الهندسة الإكلينيكية بعنوان "توجيهات لبرامج الهندسة الإكلينيكية، الجزء

الأول: توجيهات من أجل العزل الكهربائي" (Ridgway, 1980): Guidelines for Clinical Engineering Programs; Part I: "Guidelines for Electrical Isolation.

كان الناتج الجانبي لهذه الفترة المتطاولة مع ذلك هو اكتشاف أن الجودة الموجودة لصيانة الموجودات النموذجية للمستشفى المتعاظمة باستمرار من الأجهزة الإلكترونية لم تكن مناسبة. ووُلد بذلك تركيز عالي الشدة على صيانة الأجهزة وسلامتها.

كانت المناقشة الموازية ومن ثم اللاحقة حول شرح الأسباب لاستمرار متطلب الطاقة المعزولة في غرف العمليات مساراً مثيراً آخر حيث كان قد تم منع استخدام المواد القابلة للاشتعال. كان قد تم إدخال المتطلب الأصلي من أجل الطاقة المعزولة في المواصفات القياسية (المعايير) من NFPA التي تحكم مواقع التخدير في عام ١٩٤١م سوية مع إجراءات مضادة للكهرباء الساكنة كان المقصود منها تقليل عدد الحوادث التي تعود إلى إشعال المواد القابلة للاشتعال كالسيكلوبروبان cyclopropane مثلاً.

تم في عام ١٩٧٠م إعادة تسمية المواصفة القياسية المتعلقة بمواقع التخدير (الكود NFPA 56 من أجل استخدام غازات تخدير قابلة للاشتعال) ليصبح اسمها NFPA 56A وأُعطيت العنوان "مواصفة قياسية من أجل استخدم غازات التخدير الاستنشاقية (القابلة وغير القابلة للاشتعال)". وطبقاً لهذه الوثيقة الجديدة فإنه لا يجب تركيب أو استخدام أي حاميات ضد الكهرباء الساكنة كانت مطلوبة سابقاً في مواقع التخدير حيث كان ممنوعاً استخدام المواد القابلة للاشتعال فيها باستثناء الطاقة المعزولة. قد يبدو هذا بمنظور رجعي غريباً إلى أن يأخذ المرء بالاعتبار المواضيع الأخرى التي تم مواجهتها من قبل لجنة المستشفيات في الـ NFPA في ذلك الوقت. لقد كانت اللجنة تدافع عن استخدام أنظمة الطاقة المعزولة (IPS) في مناطق عناية خاصة أخرى من المستشفى كحماية ضد الصدمة الصغرى. إن الجدال العاصف غالباً التي استمر على مدى سبعينيات القرن العشرين وفي العقد التالي موثق في المقال في مجلة الهندسة الإكلينيكية بعنوان "توجيهات لبرامج الهندسة الإكلينيكية، الجزء الرابع: طاقة معزولة في مواقع التخدير؟ تاريخ استئناف" (Ridgway, 1981): Guidelines for Clinical Engineering Programs; Part IV: Isolated Power in Anesthetizing Locations? History of An Appeal. في النهاية استقر محامو نظام الطاقة المعزولة على السماح بالطاقة المعزولة في مواقع التخدير ولكن من دون أن يطلبوها. كان الجدال مثيراً بشكل خاص لأن المدافعين عن المقاربة الأقل صرامة تطلبوا شجاعة مهنية وإيماناً بتحليلاتهم أكبر بشكل معتبر من أولئك المدافعين عن الحل "الأكثر أمانا" والمبالغ فيه. أحد المقاربات الذي أثبت فائدته في تحويل المراقبين غير المتأكدين إلى الموقع الأكثر تشدداً (راديكالية) كان استخدام التوضيح الاحتمالي للتحديد شبه الكمي لمستوى المخاطرة والموثق في المقال في مجلة الهندسة الإكلينيكية بعنوان "توجيهات لبرامج الهندسة الإكلينيكية، الجزء الثالث: مخاطرة الصدمة الكهربائية في المستشفيات" (Ridgway, 1981): Guidelines for Clinical Engineering Programs; Part III: The Risk of Electric Shock In Hospitals.

لم يكن هناك نزعات سيئة واضحة في الحوادث الكهربائية في غرف العمليات على مدى العشرين سنة الماضية. استمرت الفئات السائدة للحوادث ذات الصلة بالأجهزة في غرفة العمليات لتكون الحروق العرضية للمريض بسبب إجراءات جراحة كهربائية منفّذة بشكل سيئ وإصابة المريض باحمرارات ضغط pressure sores ناشئة عن تلامس موسَّع مع السطح القاسي لطاولة الجراحة. كلا هاتين المشكلتين يتم تشخيصهما خطأً على أنهما حروق عرضية.

المراجع

References

Accidental Electrocutions Claim 1200 Patients a Year. Electronic News January 27, 1969.

National Fire Protection Association. Standard for the Use of Inhalation Anesthetics (Flammable and Nonflammable), NFPA 56: Code for the Use of Flammable Anesthetics. Quincy, MA, National Fire Protection Association, 1970.

Nader R. Ralph Nader's Most Shocking Exposé. Ladies' Home Journal 3:98-179, 1971.

Nobel J. *Testimony before a Senate sub-committee on the proposed Medical Device Amendments of 1973.* Washington, DC, September, 1973.

Ridgway M. Guidelines for Clinical Engineering Programs. J Clin Eng 5:287-298, 1980.

Ridgway M. Guidelines for Clinical Engineering Programs. J Clin Eng 6:287-298, 1981.

Walter CW. Electrical Hazards in Hospitals. National Academy of Sciences Workshop Proceedings. Washington, DC, 1970.

الباب السادس

التعليم والتدريب
Education and Training

James O. Wear
Veterans Administration
North Little Rock, AR

كثيراً ما يُستخدم مصطلحا التعليم والتدريب بشكل مترادف مع أن لهما معنيين مختلفين جداً. كلاهما يتطلب تدريساً وينتج عنه تعلّم، إلا أن أحدهما واسع جداً وعام بينما الآخر محدد جداً.

يطوّر التعليم كفاءة عامة في حقل ما ويعزّز توسيع المعرفة والحكمة. المثال الأفضل للتعليم هو التعليم المدرسي الرسمي، الذي هو عبارة عن مقرر أو سلسلة مقررات دراسة رسمية أو تدريس. يتألف التعليم من نظريات تعلم وفلسفات وكيفية الحصول على المعلومات واستخدامها. تتضمن المرادفات لكلمة "يعلّم" educate: يطوّر، ينوّر، يضيء، يوسع العقل، يعبئ بأفكار جديدة، يُحسّن العقل.

التدريب، من ناحية أخرى، نوعي جداً. فهو يُمرِّن شخصاً ما في مهنة أو يوجهه في الحصول على مهارة. يتضمن التدريب إعطاء تعليمات وتدريب أشخاص على عادات تفكير أو فعل. يُستخدم التدريب لتشكيل أو تطوير شخصية الناس بالانضباط أو بالأمر. تتضمن المرادفات لكلمة "يدرِّب" train: يُمرّن، يمارس، يطبّق، يجعل مألوفاً (نحن مثلاً ندرب جنوداً ورياضيين وحيوانات).

هناك كلمة ثالثة تُستخدم أحياناً بشكل مرادف مع التعليم أو التدريب وهي التدريس (teach). يتم في التدريس تقديم دروس أو محاضرات أو تفسير معلومات أو إجبار أشخاص على مبدأ أو التأثير في سلوكهم. يتم في عملية التدريس محاولة التسبب بتغيير في السلوك؛ فإذا تعلم شخص فإن تغيراً في السلوك سوف يتم إنجازه. يتضمن التدريس فعلياً التعليم والتدريب كليهما. قد يتضمن التدريس واحداً من الاثنين، مثل مقرر يُسمى مقدمة في الهندسة الإكلينيكية أو مقرر حول كيفية استخدام PDA. مقرر المقدمة في الهندسة الإكلينيكية سيكون تعليماً لأنه ربما

لن يحتوي على أي مهارات محددة ؛ بينما كيفية استخدام PDA سيكون ربما تدريباً بالكامل. وعلى كل حال يتضمن التدريس في غالبية الحالات التعليم والتدريب كليهما.

التعليم في الكلية تعليم عام لأن غالبية ما يتم تعلمه فيما يتعلق بمعلومات محددة يكون قديماً في وقت تعلمه أو بعد وقت قصير من التخرج من الكلية. تتضمن نتيجة تعليم الكلية على أساس المدى الطويل أمرين فقط : يتعلم الشخص ١- كيف يفكر، و٢- أين يجد المعلومات. يمكن بعد ذلك تدريب امرئ بهذه الخلفية الثقافية ليقوم بمهارات ووظائف محددة يجب إنجازها.

يتضمن تعليم الكلية لمهندس تدريباً أكثر من شخص ما يتخرج من كلية للآداب والعلوم. فالمهندس يمر عبر عديد من المقررات يتعلم فيها مهارات محددة. فهو يتعلم كيفية القيام بحسابات محددة بحيث إنه عندما يتخرج يكون قادراً في الحال على أداء بعض المهام المحددة. إلا أنه في تكنولوجيتنا المتغيرة بسرعة تضيع حتى هذه المقدرة خلال ثلاث سنوات تقريباً لأنها تصبح قديمة obsolete من دون تعليم وتدريب لاحقين.

قد يحصل المهندس الإكلينيكي على تدريب وتعليم إضافيين من خلال الخدمة الداخلية internship كجزء من الدراسة أو بعد التخرج. ربما تكون الخدمة الداخلية تدريباً أكثر منها تعليماً إلا أنها تحتوي بعضاً من كليهما. وحالما يصبح المهندس الإكلينيكي على رأس العمل فإنه يجب عليه كأي مهندس آخر أن يمر عبر تعليم مستمر طوال الحياة، أو ربما يجدر القول تعليم مستمر وتدريب مستمر.

يصبح كثير مما يتعلمه المهندسون الإكلينيكيون قديماً في فترات قصيرة من الزمن مع التكنولوجيا المتغيرة بسرعة بمجيء تكنولوجيات جديدة. كما أنهم قد يجدون أنفسهم يذهبون في اتجاهات مهنية جديدة. يحضر المهندسون الإكلينيكيون اجتماعات مهنية ودورات قصيرة ودورات جامعية قد تقودهم إلى درجات متقدمة. التدريب على أجهزة معينة سيكون مطلوباً مثله مثل تعلم إجراءات وتقنيات جديدة. قد تكون أنشطة التعليم المستمر رسمية أو غير رسمية جداً، إلا أن كليهما ضروريان للمهندس الإكلينيكي ليستمر في كونه حسن الاطلاع وحسن التدريب.

البرامج الأكاديمية في الهندسة الإكلينيكية لها مستويات مختلفة. تختلف برامج درجة المشارك التي تدرب فنيي الهندسة الطبية الحيوية بشكل كبير في محتوى البرنامج. بعضها برامج فنيي إلكترونيات بمقرر أو مقررين مضافين في الأجهزة الطبية الحيوية، بينما بعضها الآخر برامج مركزة أكثر مع خدمة داخلية. برامج الدراسة الجامعية الأولى undergraduate والكاملة graduate هي في الغالب برامج هندسة طبية حيوية أكثر منها برامج هندسة إكلينيكية. هناك القليل جداً من برامج الهندسة الإكلينيكية في الولايات المتحدة. برامج الهندسة الطبية الحيوية نظرية أكثر وتُعنى بتصميم الأجهزة، بينما الهندسة الإكلينيكية نوع من النشاط التدريبي التطبيقي المستند إلى المستشفى. إن المفتاح لأي تدريب في الهندسة الإكلينيكية هو الخدمة الداخلية internship. من الناحية النموذجية يستند قسم للهندسة

الإكلينيكية إلى مستشفى مثل ذاك الذي في جامعة كونكتيكيت Connecticut، الذي هو برنامج هندسة إكلينيكية عام مع سنة واحدة خدمة الداخلية. العديد من البرامج التي تدعى بشكل أكثر شيوعاً هندسة إعادة تأهيل يمكن اعتبارها تخصصات فرعية للهندسة الإكلينيكية. فهي لديها خدمات داخلية في برامج إعادة التأهيل وضمن مجموعات المستشفى.

برامج الهندسة الإكلينيكية متطورة بشكل كبير أكثر على المستوى العالمي كما في ألمانيا وإيرلندا وأستراليا. لقد طورت الكلية الأمريكية للهندسة الإكلينيكية بالاشتراك مع منظمة الصحة العالمية ومهندسين إكلينيكيين دوليين برامج في ورشات عمل في الهندسة الإكلينيكية المتقدمة حول العالم وبشكل رئيسي للدول النامية والعابرة transitional لمهندسين ومديرين للتعلم عن الإدارة التقنية للرعاية الصحية. قدم Judd و Dyro و Wear نظرة عامة عن ورشة عمل للهندسة الإكلينيكية المتقدمة تم تقديمها في كيب تاون Cape Town بجنوب إفريقيا ومفصلة خصيصاً لتلائم مجال إدارة تكنولوجيا الصحة. إن ورشات العمل هذه، بالإضافة إلى تقديمها فرصاً تعليمية لموظفي الهندسة وإدارة الرعاية الصحية في الدول المستهدَفة، قد وفرت أيضاً تلاقحاً تصالبياً في الحقل الهندسي الدولي باشتراك أعضاء هيئة تدريس من بلدان مختلفة.

إن التعليم المستمر للمهندسين الإكلينيكيين ذو أهمية لأنهم يجب أن يجاروا التطورات الهندسية التي تؤثر على الأجهزة وتكنولوجيا الرعاية الصحية الأخرى. يجب أن يبقوا على اطلاع على التغيرات في نظام تقديم الرعاية الصحية. لقد أصبح بعض المهندسين الإكلينيكيين منخرطاً في التعليم المستمر إلى درجة أنهم غيروا بالفعل مهنتهم وأصبحوا أطباء. يصف Gilchriest برنامجاً أكاديمياً لإعادة تدريب موظفي الهندسة الإكلينيكية في بعض التطورات في الهندسة الطبية الحيوية.

لقد أصبح التعلم عن بعد الطريق الذي يتلقى من خلاله كثير من كادر الهندسة الإكلينيكية تعليماً مستمراً. السبب في ذلك يعود جزئياً إلى تكاليف السفر والتغيرات في التكنولوجيا. التعليم عن بعد ليس جديداً بالطبع. لقد كانت المقررات بالمراسلة شكلاً من أشكال التعليم عن بعد تم استخدامه لسنوات كثيرة جداً خلت. ولبضع سنوات خلت استخدمت المؤتمرات السمعية عن بعد من قبل الكلية الأمريكية للهندسة الإكلينيكية لتقديم برامج تعليم مستمر نوعية للمهندسين وتم تقبلها بشكل حسن من المقدمين والمشاركين. لا يجب على المقدمين أن يسافروا ويمكنهم عمل محاضرتهم من مكاتبهم. في نفس الوقت يستطيع المشاركون تلقي التدريب أثناء ساعة غدائهم أو في أي وقت آخر في مركزهم الطبي المحلي.

المؤتمرات الفيديوية طريقة أخرى للتعليم المستمر تستخدم التكنولوجيا كانت في البداية ذات علاقة بـ "الرؤوس المتكلمة" "talking heads" إلا أنها أصبحت خبرة تعليمية أكثر واقعية حيث يمكن شرح المهارات والتقنيات.

للمؤتمر الفيديوي نمطان. أحدهما هو المؤتمر الفيديوي ذو الاتجاهين إما من خلال خطوط هاتف فائقة السرعة أو من خلال نظام بث بالأقمار الصناعية حيث يستطيع الناس تقديم محاضرة ويستطيع المشاركون طرح أسئلة. الطريقة الأكثر شيوعاً هي البث عن طريق الأقمار الصناعية وهو اتصال أحادي الاتجاه، إلا أن المشاركين يستطيعون طرح أسئلة من خلال خطوط الهاتف أو أنظمة الفاكس أو البريد الإلكتروني. المؤتمرات الفيديوية أكثر كلفة بما لا يقارن بالمؤتمرات السمعية، إلا أنه إذا كان هناك شيء يحتاج إلى أن تتم رؤيته فهذه هي الطريقة التي يمكن استعمالها بشكل فعال جداً. تسمح المؤتمرات الفيديوية و المؤتمرات السمعية بتقديم المحاضرات في أي مكان في العالم وتسمح للمهندسين الإكلينيكيين بالوصول إلى محاضرات يقدمها خبراء دوليون.

لقد أصبحت الإنترنت مع الشبكة العنكبوتية العالمية تكنولوجيا يمكن استخدامها للتعليم في الكلية أو للتعليم المستمر. يمكن استخدام هذه التكنولوجيا على مستوى منخفض جداً حيث يتم وضع المادة على الموقع وتحميلها بشكل مشابه لتوزيع الأوراق في الصف. يمكن جعلها تفاعلية بجلسة مباشرة من خلال غرف دردشة أو خدمات مرسل (ماسينجر) مختلفة. يوفر الإنترنت طريقة يستطيع أن يتفاعل معها المدرس ويجيب على أسئلة من الطلاب. لقد وفرت الإنترنت والشبكة العنكبوتية العالمية فرصة لموظفي الهندسة الإكلينيكية في أي مكان في العالم بأن يتلقوا تعليمات من خبراء دوليين.

بالإضافة إلى مشاركة المهندسين الإكلينيكيين في أنشطة تعليم مستمر مختلفة فهم أيضاً مصدر للتعليم المستمر مع التدريب على رأس العمل لكادر الهندسة الإكلينيكية وكادر تقديم الرعاية الصحية كالممرضات والأطباء. سوف يزوّد المهندسون الإكلينيكيون مقدمي الرعاية الصحية بمعلومات عن أحدث تكنولوجيا فيما يخص التجهيزات الطبية. يمكنهم أيضاً أن يقدموا التعليم حول القوانين (الكودات) والمواصفات القياسية (المعايير) ذات العلاقة بالأجهزة في مرفق ما. إن المهندسين الإكلينيكيين منخرطون بقوة في التعليم والتدريب من أجل تطورهم المهني الذاتي كما من أجل التطور المهني لمقدمي الرعاية الصحية في المجموعة الإكلينيكية.

٦٦

البرامج الأكاديمية في أمريكا الشمالية

Academic Programs in North America

Tim Baker
The Journal of Clinical Engineering
University Heights, OH

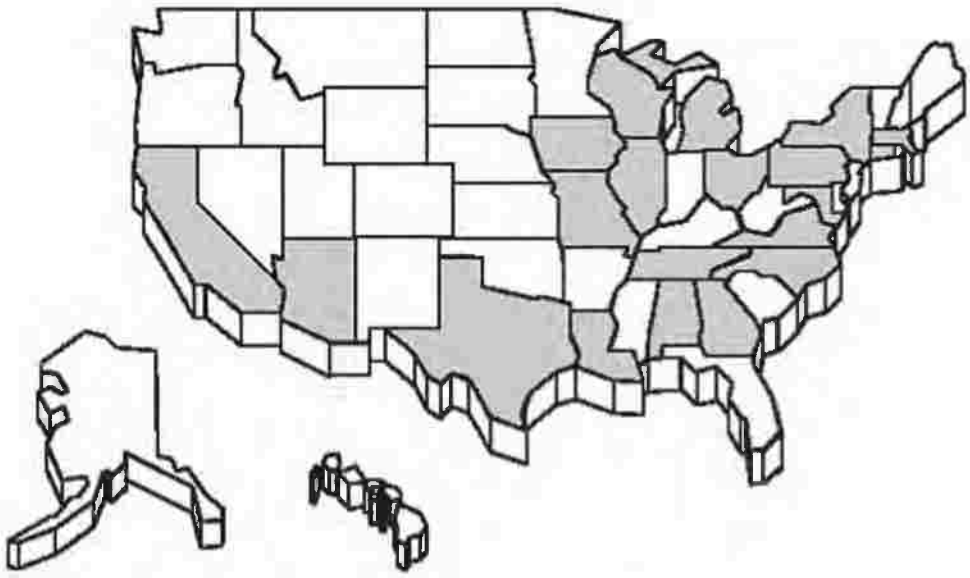
قامت مجلة الهندسة الإكلينيكية بمسح (١٠٦) جامعة وكلية ومدرسة تقنية تقدم تدريباً في تكنولوجيا التجهيزات الطبية الحيوية. تمنح (٥٥) من هذه المعاهد درجة مشارك و/ أو شهادات في التجهيزات الطبية الحيوية. المعاهد الـ (٥١) الباقية تمنح درجات جامعية أولى undergraduate وماجستير وطبية و/ أو دكتوراه في الهندسة الإكلينيكية أو مع تركيز على التجهيزات الحيوية. تصف هذه المقالة التوجهات التي أفاد بها الكادر في هذه البرامج بخصوص المناهج وحجم الكادر وأعداد ونوعية الطلاب.

مسح المؤسسات الأكاديمية في الولايات المتحدة

Survey of Academic Institutions in the United States

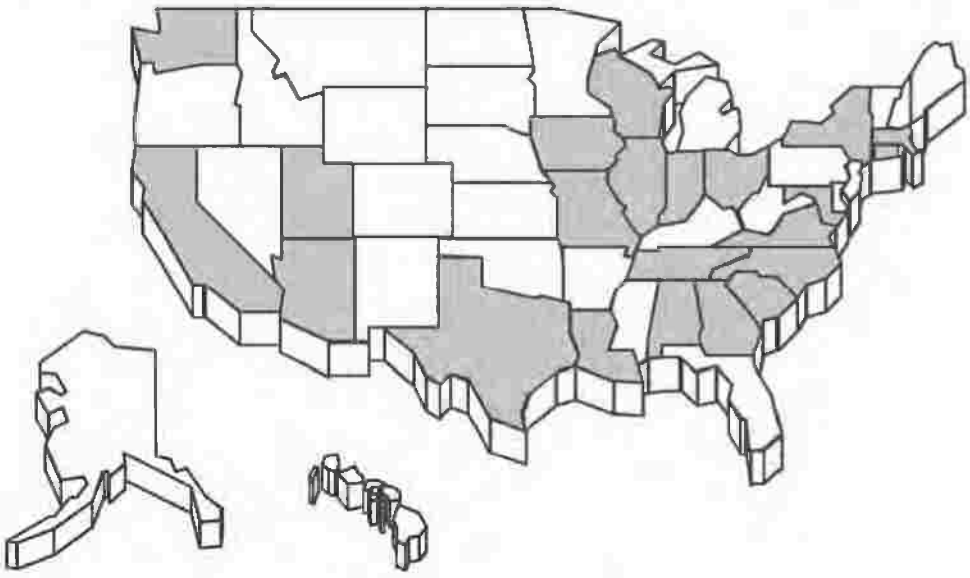
قامت مجلة الهندسة الإكلينيكية بمسح (١٠٦) جامعة وكلية ومدرسة تقنية تقدم تدريباً في تكنولوجيا التجهيزات الطبية الحيوية.. انظر الملحق (أ) من أجل قائمة الأسئلة المطروحة. يعطي الملحقان (ب) و (ج) قوائم كاملة بالمؤسسات التي تلقت الأسئلة. كان هناك ١٥٪ معدل الاستجابة للمسح الذي تم إرساله بالبريد و/ أو بالبريد الإلكتروني في يوليو / تموز ٢٠٠١م. يمكن العثور على قائمة كاملة بالمؤسسات التي تلقت الأسئلة في نهاية هذه المقالة. من الـ (٥١) من برامج الشهادة الجامعية graduate والشهادة الجامعية الأولى undergraduate، تمنح (٣٢) منها شهادة جامعية أولى، و(٤٣) منها درجة ماجستير (واحد منها يمنح دكتوراه طب MD/ ماجستير في الآداب MA)، و(٣٩) منها تقدم برامج دكتوراه، من بينها سبعة تمنح دكتوراه طب MD/ دكتوراه فلسفة PhD.

برامج درجة البكالوريوس متاحة في ٢٠ ولاية تشمل ولايات أريزونا وماساتشوستس ونيويورك وبنسلفانيا وأوهايو ونورث كارولينا وماريلاند وويسكونسن ولويزيانا وجورجيا وإلينوي وتكساس وكونيتيكت وألاباما وكاليفورنيا وأيوا وميشيغان وفرجينيا وتينيسي وميسوري، فضلا عن مقاطعة كولومبيا (انظر الشكل رقم ٦٦.١).



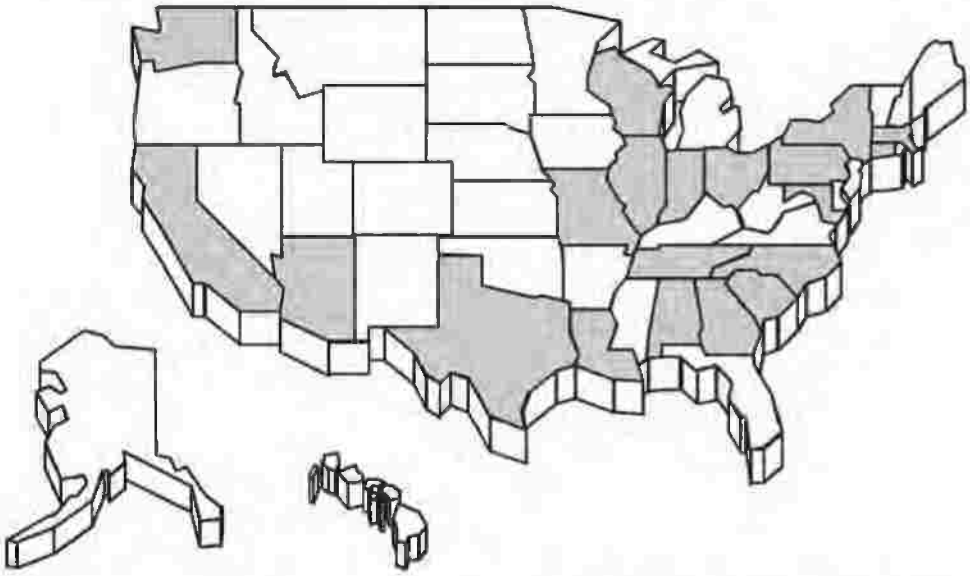
الشكل رقم (٦٦,١). ٢٠ ولاية زائداً مقاطعة كولومبيا تقدم برامج درجة البكالوريوس في الهندسة الإكلينيكية.

برامج الماجستير متاحة في ٢٢ ولاية تشمل ولايات أريزونا وماساتشوستس وكاليفورنيا وأوهايو وتكساس وكارولينا الجنوبية ونيويورك ونورث كارولينا وجورجيا وميريلاند ويسكونسن وإلينوي وإنديانا ولويزيانا وألاباما وكونيكتيكت وأيوا وتينيسي وواشنطن ويوتا وفيرجينيا وميسوري ومقاطعة كولومبيا (انظر الشكل رقم ٦٦,٢).



الشكل رقم (٦٦,٢). ٢٢ ولاية زائداً مقاطعة كولومبيا تقدم برامج درجة الماجيستر في الهندسة الإكلينيكية.

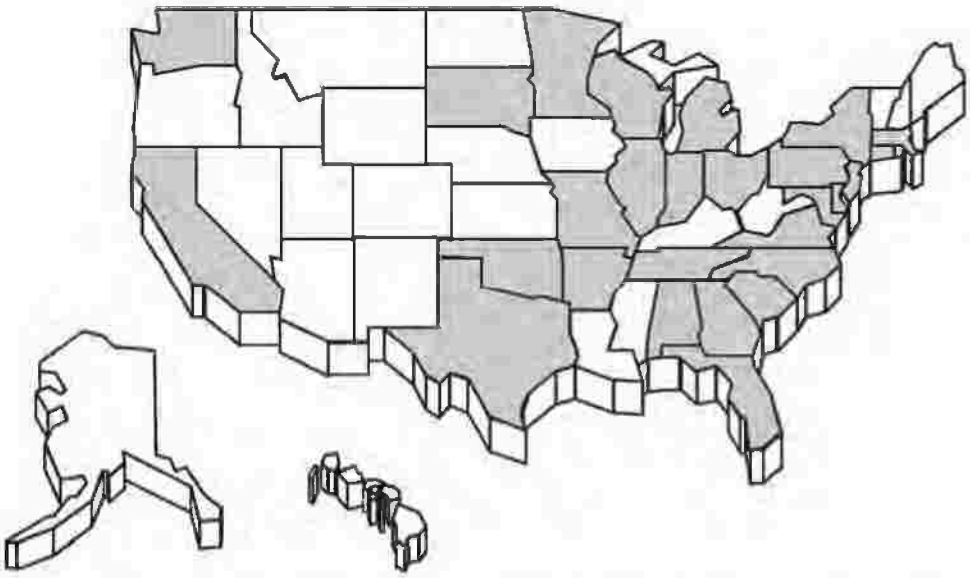
يتم منح الدكتوراه في ٢٠ ولاية تشمل ولايات أريزونا وأوهايو وماساتشوسيتس وكارولينا الجنوبية ونيويورك وبنسلفانيا ونورث كارولينا وجورجيا وإيلينوي وويسكونسن وماريلاند وإنديانا وتكساس ولويزيانا وألاباما وكاليفورنيا وكونيتيكت وواشنطن وتينيسي وميزوري ومقاطعة كولومبيا (انظر الشكل الرقم ٦٦,٣).



الشكل رقم (٦٦,٣). ٢٠ ولاية زائداً مقاطعة كولومبيا تقدم برامج درجة الدكتوراه في الهندسة الإكلينيكية.

برامج درجة المشارك وبرامج الشهادة في تكنولوجيا الهندسة الطبية الحيوية (BMET) تقدمها مدارس في أكثر قليلا من نصف الولايات تشمل ولايات ألاباما وأركنسو وكاليفورنيا وكونيتيكت وديلاوير وفلوريدا وجورجيا وإيلينوي وإنديانا وماساتشوستس وفرجينيا وواشنطن وويسكونسن وتينيسي وتكساس وساوث كارولينا وساوث داكوتا وبنسلفانيا وأوهايو وأوكلاهوما وميسوري ونيوجيرسي ونيويورك وكارولينا الشمالية وماريلاند وميشيغان ومينيسوتا – أي ما مجموعه ٢٨ ولاية (انظر الشكل رقم ٦٦,٤). تفتخر أرياف ألبرتا الكندية وكولومبيا البريطانية وأونتاريو بمؤسسات تقدم برامج BMET بشهادة/ AA ، إلا أنها لم تدرج في هذه الدراسة.

ولايتا تكساس وبنسلفانيا هما الولايتان اللتان لديهما الخيارات الأكثر للطلاب المتطلعين للحصول على درجة مشارك أو شهادة في اختبار وصيانة وإصلاح الأجهزة الطبية الحيوية ؛ لقد قدمتا أربعة برامج في وقت إجراء المسح. إلا أن ولاية بنسلفانيا التي قدمت هندسة كلينيكية في حرمي جامعتيها في Wilkes-Barre و New Kensington أوقفت برنامج Wilkes-Barre في نهاية عام ٢٠٠١ نظرا لنقص رغبة الطلاب.



الشكل رقم (٦٦,٤). ٢٨ ولاية تقدم برامج درجة مشارك و/ أو شهادة في تكنولوجيا الأجهزة الطبية الحيوية.

تشمل برامج الـ AA/ الشهادة الأخرى التي تم إيقافها في الآونة الأخيرة درجة المشارك في الهندسة الطبية الحيوية التي كانت تقدمها كلية Baker في Flint في ميتشيغان وبرنامج درجة المشارك في تكنولوجيا الأجهزة الطبية الحيوية من الكلية التقنية الشمال غربية في Detroit Lakes بولاية مينيسوتا.

تشمل الولايات التي لديها ثلاثة برامج للهندسة الإكلينيكية ولايتي إلينوي وواشنطن. الولايات التي لديها برنامجين تشمل ولاية ألاباما وكاليفورنيا وفلوريدا وجورجيا وإنديانا وماساشوستس وساوث كارولينا وأوهايو وويسكونسن وتينيسي ونورث كارولينا. الولايات التي لديها برنامج واحد تشمل أركنسو وكونيتيكت وديلاوير وفرجينيا وساوث داكوتا وكارولينا الشمالية وأوكلاهوما وونيو جيرسي وميسوري ونيويورك وماريلاند ومينيسوتا.

الولايات التي لا تقدم دراسة شهادة/ AA في الـ BMET تشمل أوريغون ونيفادا وأيداهو ومونتانا ويوتا وأريزونا ونيو مكسيكو وكولورادو ووايومنغ ونورث داكوتا ونبراسكا وكنساس ولويزيانا وأيوا ولويزيانا ومسيسبي ووست فرجينيا وماين وفيرمونت ونيو هامبشاير ورود أيلاند.

المدارس الكندية التي تقدم برامج شهادة/ AA في الـ BMET تشمل معهد تكنولوجيا شمال ألبرتا في Edmonton Alberta ومعهد كولومبيا البريطانية للتكنولوجيا في Burnaby وكلية Fanshawe في لندن بأونتاريو.

توجهات برنامج شهادة / درجة مشارك

Associate's Degree/Certificate Program Trends

كشفت نتائج المسح عن أن تكنولوجيا وإدارة المعلومات ليست أولويات عليا في المناهج الدراسية لمعظم الكليات التجارية وبرامج درجة المشارك. لقد كانت هذه النتيجة مثيرة للاهتمام بشكل خاص إذا أخذنا بالاعتبار الأهمية المتنامية للرقاقة الميكروية والربط الشبكي في الاستخدام اليومي للعديد من الأجهزة المستخدمة في سطح التماس مع (واجهة/إنترفيس) المريض داخل المستشفيات والعيادات. لقد أعرب كثير من فنيي الأجهزة الطبية الحيوية (BMETs) والمهندسين الإكلينيكيين (السريريين) عن قلقهم من أن إداراتهم سوف تصبح في نهاية المطاف أقساماً في إدارات تكنولوجيا معلومات المستشفى ما لم يتقن فنيو الأجهزة الطبية الحيوية والمهندسون الإكلينيكيون مهارات عصر الإنترنت هذه. إلا أنه لا يبدو أن مدارس الولايات المتحدة التي تدرب فنيي الأجهزة الطبية الحيوية تهتم بهذه المسألة.

وكما يُرى في الشكل رقم (٦٦,٥) فإن ما يقرب من نصف التدريب لفنيي الأجهزة الطبية الحيوية يركز على إصلاح الأجهزة والصيانة الوقائية. يركز ٣٠٪ من المنهج النموذجي على الهندسة الكهربائية والسلامة الكهربائية. فقط ١٥٪ من مقررات الدراسة تركز على علوم الكمبيوتر، بما في ذلك إدارة قاعدة البيانات ، وأجهزة الشبكة المحلية LAN والربط الشبكي. نحو ١٠٪ مكرس لعلم وظائف الأعضاء البشرية (الفيزيولوجيا الإنسانية) وللمصطلحات الطبية.

إحدى نتائج المسح المثيرة للقلق هي أن نوعية طلاب الـ BMET المتقدمين قد انخفض (انظر الشكل رقم ٦٦,٦). نحو ٧٠٪ من الذين أجابوا قالوا إن نوعية الطالب قد انخفض في السنوات العشر الممتدة من ١٩٩١م إلى ٢٠٠١م.

وفي حين أن هذا الاستنتاج يحتوي على درجة من الذاتية (عدم الموضوعية) إلا أن قبول الطلاب لا يفعل ذلك. نصف برامج تدريب فنيي الأجهزة الطبية الحيوية التي أجابت قالت إن قبول الطلاب انخفض من ١٩٩١ إلى ٢٠٠١. نصفها ذكرت أنه ظل ثابتاً ، أو أنها قد انخفضت قليلا. أفادت ثلثا الإجابات بالقلق على مستقبل بقاء برامج التدريب.

عندما سُئل عما إذا كان هؤلاء المعلمون قلقين على مستقبل الصناعة ، كانت الأجوبة دائما تقريباً مؤشرا على البيئة المحلية وليس على الاتجاهات الوطنية. فحيث كان هناك دعم قوي للمستشفيات وطلب على طلاب فنيي الأجهزة الطبية الحيوية المحليين أفاد المعلمون أنهم ليسوا قلقين على الآفاق المستقبلية لتوظيف خريجيهم. بدا المعلمون في المدن الأصغر أو المناطق الريفية حيث يمكن للمرء أن يتوقع أن تكون فرص العمل شحيحة الأكثر ثقة. أفاد العديد من هذه البرامج عن وجود علاقات قوية مع المستشفيات المحلية وسمعة طيبة في إنتاج نوعية عالية من خريجي فنيي الأجهزة الطبية الحيوية.

معظم برامج تدريب فنيي الأجهزة الطبية الحيوية لديها ثلاثة أو أقل من الموظفين. نحو ١٥٪ لديها ستة أو أكثر (انظر الشكل رقم ٦٦,٧).

عدد عينة طلاب فنيي الأجهزة الطبية الحيوية الذي أفيد عنه من قبل المجيبين على المسح تراوح ما بين (٢) إلى (١١٠)، و كان المعدل average (٣٤) طالبا، و المتوسط الحسابي mean (٥٦) طالبا، والقيمة الوسطى median (١٨) طالبا. أفاد ٧٠٪ من المجيبين بأن لديهم (٢٠) طالبا أو أقل مسجلين عام ٢٠٠١، وأفاد ٢٠٪ من المجيبين بأن لديهم أكثر من (١٠٠) طالب، و ٣٠٪ لديهم أقل من (١٠) طلاب.

اتجاهات كليات الشهادة الجامعية الأولى والشهادة الجامعية

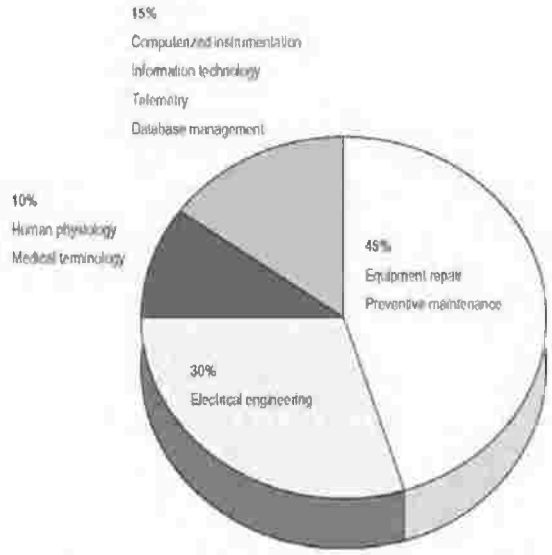
Undergraduate and Graduate School Trends

أفادت الجامعات التي تقدم مقررات دراسية للشهادة الجامعية الأولى undergraduate والشهادات الجامعية graduate في الهندسة الطبية الحيوية أن الاهتمام في برامجها آخذ في الارتفاع. معظمها أفاد عن زيادة من ٢٠٪ إلى ٥٠٪ في عدد الطلاب من عام ١٩٩١ إلى ٢٠٠١م. جميع هذه البرامج تقريبا لديها حجم موظفين أقل من (١٠) أشخاص. القليل منها فقط لديه عدد موظفين أكثر من (٢٥) عضوا (انظر الشكل رقم ٦٦,٩). أفاد ثلثا هذه الجامعات بأن نوعية الطلاب الملتحقين أفضل اليوم عما كانت عليه في عام ١٩٩١م (انظر الشكل رقم ٦٦,١٠).

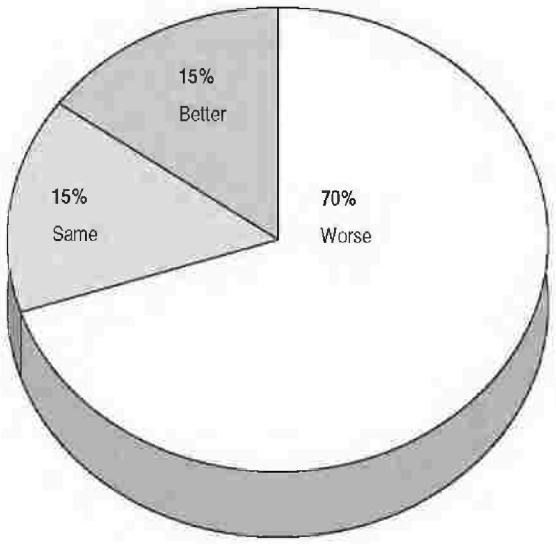
تركيز الدراسة في برامج الشهادة الجامعية الأولى والشهادات الجامعية في الهندسة الإكلينيكية في الولايات المتحدة منقسم مناصفة بين الهندسة الكهربائية وعلوم الحاسوب (انظر الشكل رقم ٦٦,٨)، وتتضمن المجموعة الأخيرة التجهيزات الطبية المحوسبة والقياس عن بعد والأجهزة المفعّلة بالإنترنت وإدارة قاعدة البيانات وأجهزة الشبكة المحلية LAN وتكنولوجيا معلومات عامة. جامعة نورث كارولينا في تشابل هيل Chapel Hill تكرس ما يقرب من ٧٠٪ من المناهج الدراسية لعلوم الكمبيوتر.

وكما هو متوقع في هذا المستوى من الدراسة، فإن أقل من ٥٪ من مجموع الوقت الذي ينفق على التعليم يتم إنفاقه على اختبارات السلامة الكهربائية. لم يفد أي من المجيبين من جامعات الشهادة الجامعية الأولى والشهادات الجامعية (الدراسة الجامعية والدراسات العليا) عن تدريس الحد من العدوى.

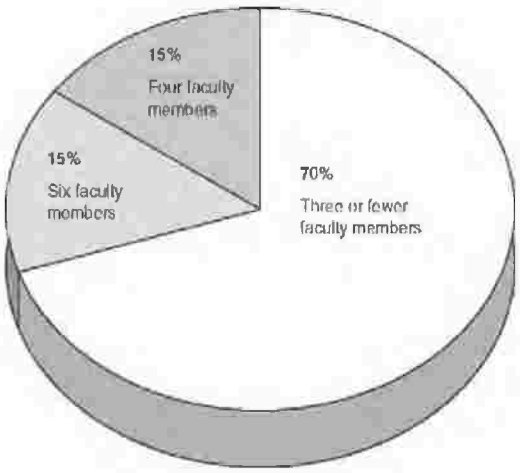
فشلت أسئلة المسح في السؤال عن عدد الطلاب المقبولين موزعاً حسب الدراسة الجامعية الأولى undergraduate والدراسات العليا graduate، ولذلك فإنه من المستحيل إعطاء هذه المعلومات. عموما، تراوحت أعداد طلاب الهندسة الإكلينيكية في الدراسة الجامعية الأولى undergraduate والدراسات العليا graduate ما بين (١٠) إلى (٣٢٠) طالباً. كان المعدل average (١٤٧) طالباً، و المتوسط الحسابي mean (١٦٥) طالباً، والقيمة الوسطى median (١١٠) طلاب. أفاد ٦٠٪ من المجيبين بأن لديهم (١٠٠) طالب أو أكثر، وأفاد ١٥٪ فقط بأن لديهم (١٠) طلاب أو أقل عام ٢٠٠١م.



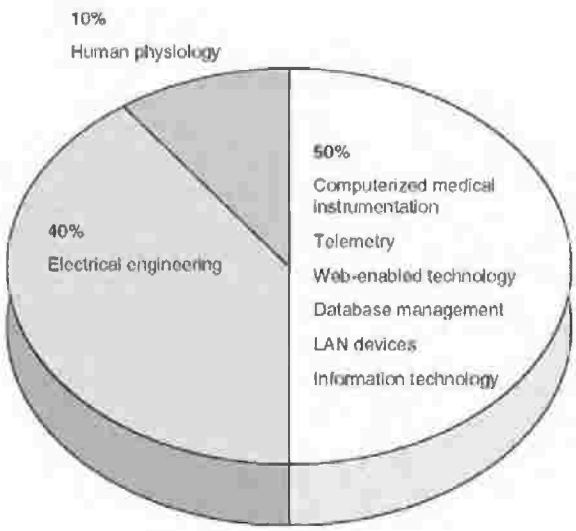
الشكل رقم (٦٦,٥). المنهاج النموذجي في كليات درجة المشارك التي أجابت على المسح.



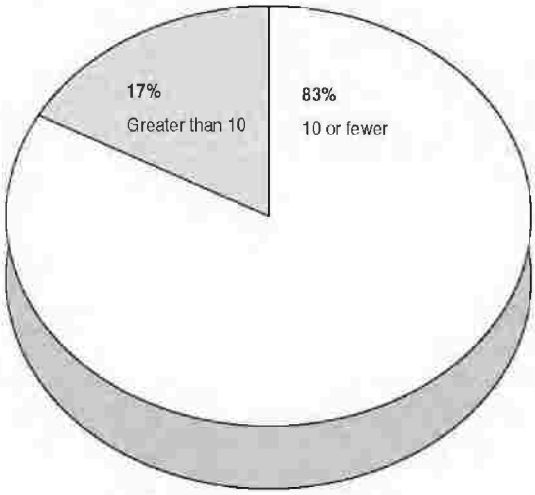
الشكل رقم (٦٦,٦). إجابة برامج الشهادة/درجة المشارك على السؤال التالي: كيف تصف نوعية الطلاب المتقدمين مقارنة بالطلاب قبل عشر سنوات خلت؟



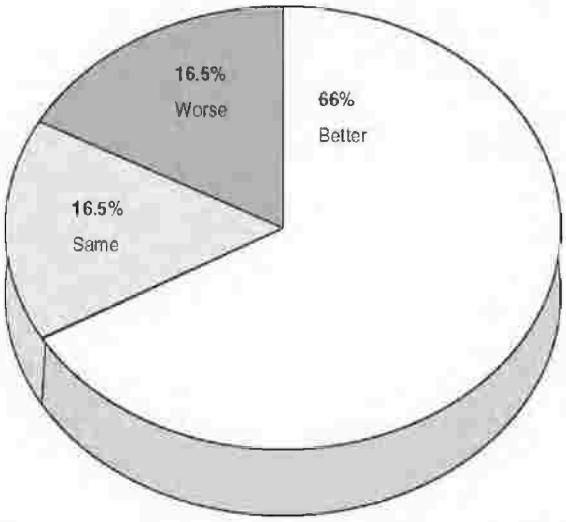
الشكل رقم (٦٦,٧). حجم الموظفين النموذجي في برامج الشهادة/درجة المشارك التي أجابت على المسح.



الشكل رقم (٦٦,٨). المنهاج النموذجي في برامج الشهادة الجامعية والشهادة الجامعية الأولى في الهندسة الإكلينيكية في الولايات المتحدة.



الشكل رقم (٦٦,٩). حجم الموظفين النموذجي في برامج الشهادة الجامعية والشهادة الجامعية الأولى في الهندسة الإكلينيكية في الولايات المتحدة.



الشكل رقم (٦٦,١٠). مستوى نوعية الطلاب في برامج الشهادة الجامعية والشهادة الجامعية الأولى في الهندسة الإكلينيكية في الولايات المتحدة مقارنا بالطلاب قبل عشر سنوات.

لماذا تفشل البرامج
Why Programs Fail

توقفت في الـ ١٨ شهرا الماضية عدة برامج درجة مشارك أو شهادة فني أجهزة طبية حيوية (BMET) وذلك بسبب نقص الطلاب بشكل رئيسي. لقد أعرب عمداء ومديرو برنامج في عدة مدارس عن قلق حقيقي حول البقاء المستقبلي لبرامج تدريب الـ BMET.

لقد أعطت مقابلة مع Albert Lozano الأستاذ المساعد في الهندسة في كلية تكنولوجياالهندسة و هندسة رابطة الكومونويلث بجامعة ولاية بنسلفانيا في Wilkes-Barre بعض التبصر بالأسباب التي تجعل برامج تدريب BMET وطيدة مع سمعة جيدة تتوقف. لقد توقف برنامج الـ BMET في Wilkes-Barre بولاية بنسلفانيا عام ٢٠٠١م بسبب الانخفاض الحاد في اهتمام الطلاب.

قال Lozano : " لقد استمر القبول في البرنامج ذي السنتين في الانخفاض على مدى السنوات العديدة الماضية (سنتين إلى ثلاث سنوات) قبل أن ننهى درجة المشارك في برنامج تكنولوجيا الأجهزة الطبية الحيوية". "في الواقع ، لم يكن هناك سوى طالبين في الصف الأخير. لقد هبط ببساطة الاهتمام من جانب أطفال الطبي الحيوي".

لحسن الحظ استمرت ولاية بنسلفانيا في تقديم درجات المشارك في تكنولوجيا الهندسة الكهربائية وتكنولوجيا هندسة الاتصالات عن بعد بالإضافة إلى درجة البكالوريا في تكنولوجيا الهندسة الكهربائية في Wilkes-Barre طلاب

شمال شرق بنسلفانيا. وقال Lozano: " لقد انخفض الاهتمام في هذه أيضا، ولكن ليس إلى الحد الذي بلغته درجة المشارك في الطبي الحيوي".

لقد استمر برنامج تكنولوجيا الأجهزة الطبية الحيوية في الوجود في Wilkes-Barre لأكثر من (١٥) سنة، وتم معتمداً من قبل لجنة اعتماد التكنولوجيا (TAC) التابعة لهيئة الاعتماد للهندسة والتكنولوجيا (ABET) حتى توقفه. لا تزال ولاية بنسلفانيا تقدم البرنامج في الحرم الجامعي لـ New Kensington بالقرب من Pittsburgh.

قال Lozano إنه يعتقد أن هناك عدة عوامل ساهمت في انتهاء برنامج Wilkes-Barre. الأول: قال إنه يعتقد أن هناك وصمة عار ملحقة بجميع برامج الدرجة ذات السنتين تثبط الطلاب عن السعي للحصول عليها و تثبط أولياء الأمور عن دعمهم. الثاني: في الوقت الذي انتهى فيه البرنامج كان الاقتصاد في ازدهار. وكما قال " كان سهلاً على الطلاب كسب المال من دون الكثير من التعليم". العديد من الطلاب الموهوبين تقنياً وجدوا عملاً في تكنولوجيا المعلومات. وهذا يؤدي إلى السبب التنظيري الثالث لـ Lozano: إغراء تكنولوجيا المعلومات وهندسة الكمبيوتر. وكما يعتقد Lozano فإن هذا العمل أكثر إغراء لخريجي المدارس الثانوية الذين يهتمون بالمهن التقنية. وأخيرا يشك Lozano بأن المنهج الدراسي في ولاية بنسلفانيا، الذي يوجب على الحاصلين على درجة المشارك أن يأخذوا فيزياء ورياضيات موسعة ولغة إنجليزية وعلوماً إنسانية أخرى، يؤذي الاستقطاب. " لقد أدرك الطلاب أنه يمكنهم الحصول على درجة في الصيانة الطبية الحيوية من مدرسة تقنية من دون هذه المقررات الدراسية الإضافية والاستمرار في العثور على وظائف جيدة. بطبيعة الحال، نحن نشعر بأننا ننتج خريجين من نوع مختلف وأكثر عالمية وكفاءة، ولكن الطلاب قد يشعرون بأنه لا حاجة لهم في العلوم الإنسانية والمقررات الأخرى ".

قال Lozano أيضا أن الصورة (البروفايل) المتدنية لمهنة الأجهزة الطبية الحيوية جعلت أيضا من الصعب استقطاب الطلاب الشباب. لا يفهم العديد من الطلاب المحتملين وأولياء أمورهم ببساطة ماذا يفعل فني الأجهزة الطبية الحيوية، مما يضيف عقبة إضافية لعملية الاستقطاب. وكما قال Lozano: " ليس لدى المجتمع فهم جيد لما يفعله مهني الطبية الحيوية. إنها مهنة غير معروفة ".

يعتقد Lozano أيضاً أن هناك انخفاضاً عاماً في الاهتمام بين خريجي المدارس الثانوية في الولايات المتحدة في مسألة المواضيع التقنية مما يضر بجميع مجالات العلوم. إن برامجاً مثل برنامج درجة المشارك في الـ BMET في Wilkes-Barre، والذي لم يكن له شعبية بشكل واسع للبدء به، تتأثر بشكل خاص بهذا التوجه.

استنادا إلى خبرته في الاستقطاب داخل المدارس الثانوية ، فقد تعلم Lozano أن الكثير من الآباء يثبطون أطفالهم عن السعي نحو درجة ذات عامين، وهذه مشكلة مع معظم برامج درجة المشارك بغض النظر عن موضوع الدراسة. " غالبا ما يسأل الآباء والأمهات عما إذا كان طفلهم الحاصل على درجة ذات عامين سيحصل على وظيفة

جيدة براتب قابل للمقارنة مع ذاك الذي لخريج بدرجة ذات أربع سنوات في الهندسة الكهربائية". يريد الآباء عموما أن يحصل أطفالهم على درجة ذات أربع سنوات بالرغم من أن هذا ليس ضرورياً لتدريب شامل لفنيي الأجهزة الطبية الحيوية BMETs المؤهلين جيدا.

قال Lozano: إنهاء برنامج Wilkes-Barre لم يمر مرور الكرام على المستشفيات المحلية دون ملاحظته. هناك ما يقرب من (١٥) مستشفى في منطقة Wilkes-Barre ومنطقة Binghamton القريبة التابعة لنيويورك التي تعتمد على البرنامج للحصول على فنيي أجهزة طبية حيوية BMETs جدد. وقال Lozano إن ٨٠٪ من خريجيه بدرجة المشارك وظّفوا في المستشفيات المحلية. الدعم من المستشفيات كان قويا. كثير منها قدم تدريباً داخلياً ومنح أجهزة لأغراض التدريب. "لا تفتأ المستشفيات في كثير من الأحيان تدعوا قائلة "نحن بحاجة إلى المزيد من الخريجين"، ويجب علينا أن نقول "آسفون" لقد انتهى البرنامج ".

وقال Lozano إن نوعية الطلاب لم يكن مشكلة وإنما فقط اهتمام الطلاب. لقد أثنى أرباب العمل في الواقع فإن على نوعية الخريجين. أولئك الذين كانوا متحمسين للدخول في المجال الطبي الحيوي والعمل في المستشفيات كانوا طلاباً من العيار الثقيل. وكما قال Lozano: " فقط كان هناك عدد قليل جداً منهم ".

يشعر Lozano بأن برنامج Wilkes-Barre قد قدم منهاجاً دراسياً درَّب الطلاب من أجل حقائق مهنة فني الأجهزة الطبية الحيوية الحديثة. لقد ركز التدريب أقل على تحديد الأعطال على مستوى المكوّنات لصالح الربط الشبكي وإدارة المخاطر والسلامة وتكامل التكنولوجيا. لقد اعتمد البرنامج على مهنيين طبيين حيويين من المستشفيات المحلية عملوا في لجنة المناهج للبرنامج. واستمر البرنامج في مراجعة المنهج الدراسي لتلبية الاحتياجات الحالية للمهنة استناداً إلى توصيات هؤلاء المتخصصين.

لا يزال Lozano على اتصال مع العديد من طلابه السابقين ومعظمهم سعيدون في مهنتهم المختارة ويبلون بلاء حسنا. أحد الطلاب الذين تخرجوا في أواخر تسعينيات القرن العشرين بدأ العمل في مستشفى في ولاية نيوجيرسي براتب (٣٥) ألف دولار زائداً الإعانات بما في ذلك سيارة. وأضاف Lozano أنه لا يوجد الكثير من وظائف مستوى البدء التي تقدم مثل هذه التعويضات السخية. وفي غضون نحو عامين ونصف العام أصبح راتب ذلك الطالب (٥٠) ألف دولار في نفس المستشفى.

تعليقات نوعية

Specific Comments

قال أحد مديري برنامج الـ BMET: " بذلت المدرسة في السنوات الخمس الماضية جهدا لتحسين البرنامج وعملت مع مستشفيات المنطقة لتوفير خبرات التعلم الحديثة". " كما عمل البرنامج على توفير بعض المواد التعليمية

على الإنترنت للطلاب في جميع أنحاء البلاد. يتزايد اهتمام الطالب عندما تبذل المدرسة المزيد من الجهد في الاستقطاب والدعاية. تحسنت نوعية الطالب بتشديد متطلبات القبول في الجامعة على مدى السنوات الخمس الماضية. استمر برنامجنا بالازدهار نظرا لارتفاع الطلب على الخريجين وعلى بيئة الإنترنت التي تجذب سكاناً من بيئة جغرافية أوسع. السنتان وقت كافٍ فقط (لتدريب الـ BMETs) لإعطاء الأساسيات. إلا أننا وجدنا أن أصحاب العمل يفضلون تخصيص فرص تعليم إضافية حسب ما يرونه مناسبا".

قال أحد الأساتذة في برنامج درجة المشارك في الـ BMET ليس قلقاً بشأن مستقبل المهنة: "لدينا انتساب مطرد، وهناك دائما وظائف للعثور عليها". "ليس هناك كثير من البرامج الأخرى في المنطقة ولدينا دعم مستشفى جيد". عامان من التدريب كافيان للـ BMETs، وخاصة "مع تدريبات داخلية شاملة وتعليم مستمر من المصنّعين. خريجونا يعرفون كيف يستمرون في التعلم".

وحول نفس الموضوع قال رئيس قسم لبرنامج فني أجهزة طبية حيوية وفني أشعة: " سنتان (تدريب) بالنسبة لبرنامج BMET عام أكثر من كافيتان. ما يهم هو نوعية و فعالية برنامج التدريب وليس طول مدته".

أحد المدربين قال أنه يشعر بالقلق حول مستقبل برنامجه على وجه الخصوص والمهنة بشكل عام. " مرتبات الابتداء وظروف العمل ليست جذابة لطلاب اليوم".

أحد مديري برنامج درجة مشارك وصف المنهاج وأهداف البرنامج على النحو التالي: " يُعِدّ منهاج تكنولوجيا الأجهزة الطبية الحيوية الأشخاص لتركيب وتشغيل وتحديد أعطال وإصلاح أجهزة وتجهيزات معقدة مستخدمة في نظام تقديم الرعاية الصحية. يتم التركيز على الفحوصات الوقائية وفحوصات السلامة لضمان مطابقة الأجهزة الطبية الحيوية للمعايير (المواصفات القياسية) المحلية والوطنية للسلامة. توفر المقررات أساسا قويا في الرياضيات والفيزياء والإلكترونيات والتشريح والفيزيولوجيا وتقنيات تحديد الأعطال. مهارات الناس في غاية الأهمية وكذلك القدرة على التواصل في الشكلين الكتابي والشفوي. إن فني الأجهزة الطبية الحيوية حلال مشاكل. ينبغي أن يكون الخريجون مؤهلين لفرص عمل في المستشفيات والعيادات والمختبرات الطبية والخدمة الميدانية المشتركة بين المنظمات والصانعين. ينبغي للأشخاص بدرجة AAS وخبرة سنتين أن يكونوا قادرين على أن يصبحوا فنيي أجهزة طبية حيوية مرخص لهم".

أحد أعضاء الكادر في برنامج درجة مشارك قال: "أنا قلق جدا على البرنامج. أحد البرامج في (ولايتنا) تم طويه بسبب نقص الاهتمام. نوعية الطلاب أسوأ بكثير مما كانت عليه قبل عشر سنوات. لا يستطيع الطلاب أن يقوموا بالعمليات الجبرية ولا يستطيعون الكتابة كما ينبغي لطالب على مستوى كلية".

قال أحد الأساتذة في برنامج درجة مشارك: "يعلّم المقرر الرئيسي في الإلكترونيات الطبية الحيوية الطلاب كيفية إصلاح ومعايرة وتقييم أداء الأجهزة الميكانيكية الكهربائية المستخدمة في المجالات الطبية". "يتلقى الطلاب خلفية قوية في مجال الالكترونيات والعلوم ، فضلاً عن التدريب في مجالات مختلفة للأجهزة الطبية الحيوية".

هذا الشخص قلق من المستقبل. "هناك تصور سلبي عن العمل في حقل الرعاية الصحية نظرا للاصلاحات في الرعاية الصحية، ومع الحقول الجديدة لنظم المعلومات الحاسوبية والربط الشبكي هناك صعوبة في استقطاب الطلاب إلى تكنولوجيا الهندسة الحيوية الطبية". "ومع كل التغيرات في تكنولوجيا الرعاية الصحية فإن سنتين لا تزالان وقتاً كافيا للتدريب الأساسي الذي يحتاجه فنيو الأجهزة الطبية الحيوية ومن ثم يصبح تدريباً على رأس العمل وتدريباً متخصصاً بعد التوظيف".

الملحق (أ): أسئلة المسح

Appendix A: Survey Questions

١- هل تمنح مدرستك درجة / شهادة؟

- شهادة (certificate)
- فني أجهزة طبية حيوية
- أخصائي أجهزة أشعة
- أخصائيي أجهزة مختبر إكلينيكية (سريرية)
- درجة AA/AS
- درجة بكالوريوس في العلوم (أو الفنون)
- درجة ماجستير
- دكتوراه في الفلسفة
- دكتوراه في العلوم

٢- يرجى ذكر الاسم الرسمي لبرنامجك (برامجك) ودرجتك (درجاتك).

٣- اذا كان برنامجك برنامج شهادة (certificate)، فكم عدد الأرباع الدراسية المطلوبة؟

٤- كم مضى على وجود برنامجك (برامجك)؟

٥- صف منهجك الدراسي.

٦- كم من المنهج يركز على (اعط نسبة مئوية ٪):

- صيانة وصيانة وقائية عملية؟ (٪).
- مصطلحات طبية؟ (٪).

- إدارة؟ (٪).
- الحد من العدوى؟ (٪).
- اختبارات السلامة الكهربائية؟ (٪).
- هندسة كهربائية؟ (٪).
- فيزيولوجيا الإنسان؟ (٪).
- تجهيزات طبية محوسبة؟ (٪).
- أجهزة طبية مفعّلة بالشبكة العنكبوتية (الإنترنت)؟ (٪).
- التطبيب عن بعد؟ (٪).
- القياس عن بعد؟ (٪).
- إدارة قاعدة بيانات؟ (٪).
- تكنولوجيا المعلومات؟ (٪).
- التدريب مايكروسوفت إن تي Microsoft NT ؟ (٪).
- تدريب يونكس Unix ؟ (٪).
- تحضير شهادة نظام التشغيل الكمبيوتر Computer OS certification؟ (٪).
- أجهزة الشبكة المحلية LAN ؟ (٪).
- لغات الحاسب الآلي ، مثل C++ (٪) (في هذه الحالة اذكر اللغات).

٧- اذكر اسمك ولقبك.

٨- كم عدد الأشخاص في كادرك ، وما هو تدريبهم؟

٩- ما هو عدد الطلاب اليوم؟

١٠- ما هو عدد الطلاب قبل عشر سنوات؟

١١- هل اهتمام الطلاب في انخفاض؟

١٢- هل نوعية الطلاب :

- نفس تلك التي كانت قبل عشر سنوات؟
- أفضل من تلك التي كانت قبل عشر سنوات؟
- أسوأ من تلك التي كانت قبل عشر سنوات؟

١٣- هل أنت قلق على الوجود المستقبلي لبرنامجك؟ (إذا كان الأمر كذلك ففصّل)

١٤- مع كل التغيرات في تكنولوجيا الرعاية الصحية ، هل تدريب السنتين كافٍ لـBMET؟ (فصّل)

١٥- هل تأخذ بالاعتبار تقديم مزيد من التدريب التخصصي؟ (فصّل)

١٦- هل تتطلب خدمة داخلية (تدريب داخلي)؟

- نعم
- لا

الملحق (ب): برامج شهادة ودرجة مشارك في أجهزة طبية حيوية حسب الولايات

Appendix B: BMET Certificate and Associate's Degree Programs by State

State الولاية	Institution المؤسسة	Degree الدرجة
Alabama	Jefferson State Community College	College associate's degree
	Northwest-Shoals Community College	Certificate in biomedical equipment technology
Arkansas	University of Arkansas for Medical Sciences	Associate's degree
California	Los Angeles Valley College	Two-year electronics technology certificate
	Santa Barbara City College	Associate's degree/certificate
	Napa Valley College	Associate's degree
Connecticut	Gateway Community College	Associate's degree
Delaware	Delaware Technical and Community College	Associate's degree
Florida	Broward Community College	Associate's degree
	Santa Fe Community College	Associate's degree
	Florida Community College at Jacksonville	Associate's degree
	Keiser College of Technology-Fort Lauderdale	Associate's degree
Georgia	Central Georgia Technical College	Certificate in biomedical electronics
	Chattahoochee Technical College	Associate's degree
Illinois	Richland Community College	Associate's degree in biomedical electronics
	South Suburban College	Associate's degree/certificate in biomedical electronics technology
Indiana	Indiana University–Purdue University at Indianapolis	Associate's degree
Kentucky	Madisonville Community College	Associate's degree
Maine	Southern Maine Technical College	Associate's degree
Massachusetts	Franklin Institute of Boston	Medical electronics
	Quinsigamond Community College	Engineering program
		Associate's degree
	Bunker Hill Community College	Associate's degree
	Springfield Technical Community College	Associate's degree
Maryland	Howard Community College	Associate's degree
Michigan	Baker College	Associate's degree (discontinued)
	Schoolcraft College	Associate's degree
Minnesota	Northwest Technical College	Associate's degree (discontinued)
Missouri	St. Louis Community College-Florissant Valley	Associate's degree
New Jersey	Thomas Edison State College	Associate's degree
New York	Erie Community College	Associate's degree
North Carolina	Stanley Community College	Associate's degree
	Caldwell Community College and Technical Institute	Associate's degree
Ohio	Cincinnati State Technical and Community College	Associate's degree
	Owens Community College	Associate's degree
Oklahoma	Tulsa Community College	Associate's degree in (electronics, with biomedical equipment technology option)
Pennsylvania	Penn State, Wilkes-Barre	Associate's degree (discontinued)
	Penn State, New Kensington	Associate's degree
	Community College of Philadelphia	Associate's degree
	Johnson Technical Institute	Associate's degree
South Carolina	Greenville Technical College	Certificate in biomedical equipment Technology (after completion of an AS in electronics)
	York Technical College	Certificate program
South Dakota	Southeast Technical Institute	Certificate program
Tennessee	Southwest Tennessee Community College	Associate's degree
Texas	Grayson County College	Certificate program
	Texas State Technical College-Harlingen	Associate's degree
	St. Philip's College	Associate's degree
	College-Waco	Associate's degree
Virginia	ECPI College of Technology	Associate's degree
Washington	North Seattle Community College	Associate's degree
	Spokane Community College	Associate's degree
Wisconsin	Western Wisconsin Technical College	Associate's degree
	Milwaukee Area Technical College	Associate's degree
Alberta, Canada	Northern Alberta Institute of Technology	Two-year diploma
British Columbia	British Columbia Institute of Technology	Two-year diploma
Ontario	Fanshawe College	One-year post-graduate diploma

الملحق (ج): برامج الشهادة الجامعية والشهادة الجامعية الأولى حسب الولاية

Appendix C: Undergraduate and Graduate Programs by State

State الولاية	Institution المؤسسة	Degree الدرجة
Alabama	University of Alabama	MS, PhD
Arizona	Arizona State University	BS, MS, and PhD
	University of Arizona	MS and PhD
California	California State University-Sacramento	MS
	University of California at Berkeley	PhD
	University of California at San Diego	BS, BA, MS, PhD, MD/MS, and MD/PhD
	University of Southern California	BS, MS, and PhD
Connecticut	Trinity College	BS
	University of Connecticut	MS and PhD
	University of Hartford	BS
Georgia	Georgia Tech	MS and PhD
	Mercer University	BS and MS
Illinois	Northwestern University	BS, MS, and PhD
	University of Illinois-Chicago	BS, MS, and PhD
	University of Illinois-Urbana/Champaign	BS, MS, PhD
	Southern Illinois University-Carbondale	BS in electronic management
Indiana	Purdue University	MS and PhD
	Indiana University–Purdue University at Indianapolis	BS
	Indiana State University	BS
Iowa	University of Iowa	BS, MS, and PhD
Louisiana	Tulane University	BS, MS, and PhD
Maryland	Johns Hopkins University	BS, MS, and PhD
Massachusetts	Boston University	BS, MS, PhD, and PhD/MD
	Worcester Polytechnic Institute	BS, MS, and PhD
Michigan	University of Michigan	BS and MS
Missouri	Washington University	BS, MS, and PhD
New Jersey	Thomas Edison State College	BS
New York	Columbia University	BS, MS, and PhD
	Cornell University	BS, MS, and PhD
	Rensselaer Polytechnic Institute	BS, MS, and PhD
North Carolina	Duke University	BS, MS, and PhD
	University of North Carolina at Chapel Hill	BS, MS, PhD, and PhD/MD
Ohio	Case Western Reserve University	BS, MS, PhD, and PhD/MD
	Ohio State University	MS, PhD, and MD/PhD
	University of Akron	BS, MS, and PhD
	Wright State University	BS and MS
Pennsylvania	Carnegie Mellon University	BS, MS, and PhD
	Drexel University	MS and PhD
	University of Pennsylvania	BS, MS, and PhD
	University of Pittsburgh	BS, MS, PhD, and MD/PhD
South Carolina	Clemson University	MS and PhD
Tennessee	Vanderbilt University	BS, MS, and PhD
	East Tennessee State University	BS
Texas	Rice University	MS and PhD
	University of Texas	MS and PhD
Utah	University of Utah	MS and PhD
Virginia	University of Virginia	BS/ME, MS, and PhD
	Virginia Polytechnic Institute	BS
Washington	Walla Walla College	BS
	University of Washington	MS, PhD, and MD/PhD
Wisconsin	Marquette University	BS, MS, and PhD

٦٦

تعليم الهندسة الإكلينيكية في ألمانيا

Clinical Engineering Education in Germany

Vera Dammann
Department of Hospital and Medical Engineering, Environmental, and Biotechnology
University of Applied Sciences Giessen-Friedberg
Giessen, Germany

إن لعضو الكادر الفني في قسم للهندسة الإكلينيكية (السريرية) في ألمانيا تعليماً تقنياً رسمياً كحرفي (craftsman) ماهر مع أو من دون تخصص أو تأهيل عالٍ إضافي كـ "معلِّم" ("Meister") أو كفني أو كمهندس بدرجة جامعية. إن كامل التعليم الرسمي تحت سيطرة الحكومة فيما يتعلق بمستوى الجودة والمدة والشهادة النهائية. ينظم القانون التعليم وشروط الدخول والامتحان النهائي مع شهادة عند كل مستوى. تمنح الجامعات تقليديا الدبلوم في الهندسة بعد أربع أو خمس سنوات من الدراسة. ليس هناك درجة متقدمة باستثناء درجة الدكتوراه. كان هناك منذ أواخر تسعينيات القرن العشرين توجه في الجامعات نحو نظام البكالوريوس/ الماجيستر.

لدى معظم المهندسين الإكلينيكيين (السريريين) شهادة دبلوم جامعي في العادة من جامعة أو جامعة علوم تطبيقية.

النظام الألماني للتعليم الهندسي

German System of Technical Education

مستوى الحرفي المؤهَّل Qualified Craftsman Level

المؤهل لدخول التدريب المهني لمدة ثلاثة أعوام أو ثلاثة أعوام ونصف العام هو شهادة مؤهلة عن إتمام عشر سنوات في مدرسة. ينص القانون على أن الشباب حتى ١٨ سنة من العمر يمكن تدريبهم فقط في مهن تدريب معترف بها. الحضور في المدارس المهنية إلزامي (حتى ١٢ ساعة أسبوعياً). تركيبة المدارس المهنية موحدة (مقيَّسة) إلى حد كبير. يتم التدريب على رأس العمل في مستشفى أو شركة ذات صلة ويتميز بطابعه المنهجي والمدروس كما هو

مُعرَّف في القواعد الناظمة للتدريب (المنهج الاتحادي (الفدرالي) للتدريب في منشأة) وبوجود المدرب والمعلم[١] (Meister) المتخصص في التدريب لتوجيه المتدرِّب. لا تفرض المدارس المهنية العامة رسوماً للدراسة ويحصل المتدرب على راتب صغير من الشركة.

لا يوجد تدريب مهني رسمي لحرفي التكنولوجيا الطبية. يحصل الحرفيون العاملون في مجال الهندسة الإكلينيكية من خلال التدريب في الإلكترونيات والميكانيك على خبرة من خلال عدة سنوات من التدريب على رأس العمل في ورشة صيانة و/أو بحضور ندوات خاصة تقدمها مؤسسات التعليم المستمر أو الشركات المصنعة للأجهزة الطبية. هذه الندوات تؤهل المتدرب لمهام مفردة بسيطة إلى حد ما في العادة مثل صيانة نوع معين من مضخات الحقن الوريدي.

إن رئيس ورشة إلكترونيات أو ميكانيك في قسم هندسة إكلينيكية (سريرية) هو في العادة معلم حرفي ذو خبرة (أي: Meister)[١]. شهادة الـ Meister ضرورية أيضا لتشغيل ورشة تقدم خدمات صيانة في ألمانيا. هذه القاعدة التنظيمية فعالة في جميع المجالات التجارية.

مستوى الفني (التقني) Technician Level

يُلقَّب فني الهندسة الطبية الحيوية (BMET) ذو الخبرة في ألمانيا بـ "الفني الطبي" "medical technician" ويُسمح له بالقيام بجميع مهام الصيانة والتعليمات والتوثيق في الهندسة الإكلينيكية. إن الفني الطبي على دراية بالمتطلبات القانونية المتعلقة بعمله، ويجب أن يكون في أي وقت قادراً على إثبات الطريقة التي تم بها اكتساب المعرفة الخاصة الضرورية لمهام صيانة مكرسة.

هناك عشر كليات تقنية/ مدارس فنيين تقدم دورات دراسية لفني طبي لقاء رسوم، ومتطلب الدخول هو تدريب مهني ذو صلة. تستغرق الدورة الواحدة ٢٤٠٠ إلى ٢٩٠٠ ساعة اتصال (أي سنتين بدوام كامل أو أربع سنوات بدوام جزئي) وتنتهي بامتحان معترف به من الولاية.

على النقيض من لقب "مهندس" (Ingenieur) فإن المصطلح العام "فني" "technician" ليست محمياً بالقانون في ألمانيا. إلا أن اللقب "فني مرخص" (باللغة الألمانية: فني ممتحن حكومياً staatlich geprüfter Techniker) محفوظ للفنيين الذين اجتازوا الامتحان في مدرسة فنيين مرخص لها.

مستوى الجامعة University Level

يحمل المهندسون الإكلينيكيون درجة جامعية: الدبلوم في الهندسة. هناك نوعان من الجامعات التي تقدم مقررات في الهندسة الطبية الحيوية/ الهندسة الإكلينيكية: جامعة النمط التقليدي (في اللغة الألمانية: Universität أي

---

(١) يتطلب تأهيل المعلم Meister الإتمام الناجح لتدريب مهني زائداً بعض سنوات الخبرة في العمل وحضور "دورة معلم" لحوالي عام واحد. تكلف الدورة والامتحان النهائي حوالي عشرين ألف مارك ألماني. تُمنح الشهادة من قبل الغرفة المختصة أو النقابة.

الجامعة) وجامعة العلوم التطبيقية (في اللغة الألمانية: Fachhochschule أي المدرسة العليا التخصصية) الدبلومات من نوعي الجامعات متكافئتان تحت القانون.

تُعتبر الهندسة الإكلينيكية من العلوم التطبيقية ويتم تدريسها في برنامج متعدد التخصصات في جامعات العلوم التطبيقية على أساس الفيزياء والإلكترونيات أو الهندسة الدقيقة. تتألف جميع المناهج الدراسية من الرياضيات والفيزياء والكيمياء ومعالجة البيانات والهندسة الكهربائية والإلكترونيات وعلوم المواد والهندسة الميكانيكية وعلم الأحياء البشري (مثل الفيزيولوجيا (علم وظائف الأعضاء)) ، والقياسات الفيزيولوجية والتصوير وضمان الجودة والسلامة. معظم المواد إلزامية. يتم تدريس المواد لمدة تصل إلى نصف فصل دراسي. تعتمد كمية العلوم الهندسية الكلاسيكية على التخصص الأساسي (انظر الجدولين رقمي ٦٧,٢ و٦٧,٣) لقسم الهندسة الطبية الحيوية. على سبيل المثال يمكن للمناهج الدراسية المبنية على أساس الميكانيك أن تتضمن التصميم بمساعدة الكمبيوتر. تُظهر جميع المراجعات الجديدة للمناهج الدراسية زيادة في ما يسمى المواد غير التقنية كالاقتصاد وضمان الجودة والإدارة والقانون واللغات الأجنبية.

تقدم الجامعات التقليدية مقررات هندسة طبية حيوية كمقررات تخصصية ضمن الهندسة الكهربائية أو الميكانيكية أو الفيزياء في السنة الثالثة أو الرابعة من الدراسة.

يستطيع جميع الخريجين العمل كمهندسين إكلينيكيين بعد التخرج مباشرة من دون أي شهادة إضافية. وبما أن كل جامعة وكل مقرر دراسي يجب أن يكون معتمداً من الحكومة (وزارات العلوم والتعليم) فإن الجودة معرَّفة ومستوى الفحص مرتفع. والأمر متروك لصاحب العمل أن يقرر توظيف "غِرّ" "greenhorn" أو مهندس ذي خبرة.

النظام التقليدي:

بما أن جميع المؤسسات الألمانية عامة وتقع ضمن المسؤولية الرسمية والمالية لحكومات الولايات المعنية فإن إطار جميع الدراسات مشابه لما يلي :

- متطلبات القبول: ١٢ سنة على الأقل مدرسة ابتدائية وثانوية (يقارن بالمستوى A) بالإضافة إلى خبرة ورشة عملية من شهرين إلى ستة أشهر.
- ستة فصول دراسية (في جامعات العلوم التطبيقية) أو ثمانية فصول دراسية (في الجامعات التقليدية) من الدراسات الكاملة (من ٢٥ إلى ٣٠ ساعة درس في الأسبوع بما في ذلك التمارين وأعمال المختبر).
- نصف أو نصفا سنة من التدريب الداخلي في الصناعة أو مستشفى مع عمل مشروع تحت الإشراف في جامعات العلوم التطبيقية.

- مشروع فحص نهائي شخصي (ثلاثة إلى ستة أشهر في أحد المختبرات الجامعية أو في مجال البحث والتطوير أو في مستشفى تحت إشراف شخص مهني) مع أطروحة في النهاية.
- درجة في الهندسة عند التخرج هي "Dipl.-Ing." (أي دبلوم مهندس): تضيف جامعات العلوم التطبيقية الاختصار FH : "Dipl.-Ing. (FH)". القانون يحمي لقب "مهندس" "Ingenieur".
- الدبلوم من جامعات العلوم التطبيقية هو عند مستوى بين درجتي البكالوريوس والماجستير في حين أن الدبلوم من الجامعات التقليدية هو بمستوى الماجستير.
- تستطيع الجامعات التقليدية فقط أن تمنح شهادة الدكتوراه، لكن الخريجين سواء من الجامعات التقليدية أو جامعات العلوم التطبيقية يمكنهم الدخول في برنامج للدكتوراه. إلا أن الخريجين من جامعات العلوم التطبيقية قد يُطلب منهم تمضية سنة إضافية من الدراسات النظرية المتقدمة.
- لا يدفع الطلبة رسوم دراسة. هذا شكل من أشكال المنح الدراسية التي تمنحها الحكومة الالمانية الى كل طالب مقبول بمن فيهم الطلاب من الدول الأجنبية.

تطوير هياكل جديدة:

منذ أواخر تسعينات القرن العشرين قامت معظم الجامعات الألمانية بإعادة تصميم المقررات الدراسية القائمة لإنشاء وحدات معيارية modularized للمقررات تؤدي بالنتيجة إلى درجات البكالوريوس والماجستير والدكتوراه. بالإضافة إلى موافقة الوزارة المعنية فإن مثل هذه المقررات الجديدة يجب أن تكون معتمدة من قبل وكالة مستقلة. الوحدات المعيارية للمقررات الجديدة معتمدة من النظام الأوروبي لنقل الاعتماد European Credit Transfer System (ECTS). يعتمد عدد نقاط الاعتماد لوحدة معيارية على مقدار العمل الذي يبذله الطالب. سنة كاملة من الدراسات تساوي ٦٠ نقطة ECTS. لقد تم إنشاؤ الـ ECTS[٢] من أجل الاعتراف بالامتحانات التي تم النجاح فيها في جامعة أخرى داخل الاتحاد الأوروبي.

يتم الآن مجانسة المقررات والدرجات الجامعية في أوروبا وفقا لـ " إعلان بولونيا عام ١٩٩٩"[٣].

بتشجيع من مؤتمر لجميع رؤساء الجامعات وبدعم مالي من قبل الوزارة الاتحادية للتعليم والعلوم وبمساعدة الهيئة الألمانية للتبادل الأكاديمي (DAAD)[٤] تم إنشاء عدة عشرات من المقررات الدراسية الدولية عند مستوى البكالوريوس والماجستير. هذه المقررات الجديدة تقدم دروس سنة أولى بلغة أجنبية (الإنجليزية بشكل أساسي) وتكامل تبادل طلاب إجباري مع مؤسسة في الخارج. إن برنامج "الدراسات الدولية في الهندسة الإكلينيكية" في

---

(٢) انظر http://europa.eu.int/comm/education/socrates/ects.html

(٣) انظر http://www.unige.ch/cre/activities/Bologna%20Forum/Bologne1999/bologna%20declaration.htm

(٤) انظر www.daad.de. تنشر الهيئة الألمانية للتبادل الأكاديمي جميع المعلومات ذات الصلة حول النظام الجامعي الألماني بما في ذلك المقررات والمتطلبات المسبقة والتطبيقات.

جامعة العلوم التطبيقية في مدينة Giessen[٥] هو جزء من هذا البرنامج التشجيعي. إنه يؤدي إلى درجة البكالوريوس بعد ثلاث سنوات وإلى درجة البكالوريوس مع مرتبة الشرف بعد أربع سنوات.

التعليم المستمر في الهندسة الإكلينيكية (السريرية)
Continuous Education in Clinical Engineering

بالإضافة إلى المقررات الدراسية في الجامعات والدورات ذات الصلة بالمنتجات التي يقدمها المصنِّعون يقدم العديد من الجامعات ومؤسسات القطاع الخاص ندوات وورش عمل في المجالات التالية :

- الجوانب القانونية للأجهزة الطبية للمصنعين والموزعين والمالكين والقائمين بالصيانة.
- الصيانة واختبارات السلامة أو المعايرة لأنواع خاصة من الأجهزة الطبية .
- إدارة تكنولوجيا الرعاية الصحية .
- ضمان الجودة وإدارة الجودة والتدقيق .

تنظم مجموعات مناطقية للمهندسين الإكلينيكيين لقاءات مع خبراء من أجل مناقشات خاصة ولعرض تكنولوجيا جديدة. يحضر المهندسون الإكلينيكيون مؤتمرات طبية بما في ذلك المؤتمر السنوي للمهندسين الإكلينيكيين الذي تعقده الرابطة التخصصية للهندسة الطبية الحيوية في مدينة Wuerzburg [٦]. يُقام في شهر تشرين الثاني (نوفمبر) من كل عام في دوسلدورف معرض MEDICA [٧] وهو الأضخم للأجهزة الطبية في العالم ومكان آخر للندوات وورش العمل.

قوائم مدارس الفنيين والجامعات التي تقدم مقررات في الهندسة الإكلينيكية (السريرية)
Lists of Technician Schools and Universities Offering Courses in Clinical Engineering

يعطي الجدول رقم (٦٧,١) قائمة بمدارس الفنيين المرخص لها، و يعطي الجدول رقم (٦٧,٢) قائمة بجامعات العلوم التطبيقية، بينما يعطي الجدول رقم (٦٧,٣) قائمة بالجامعات التقليدية.

---

(٥) انظر kmubserv.tg.fh-giessen.de/pm/CE.

(٦) انظر www.fbmt.de

(٧) انظر www.medica.de

الجدول رقم (٦٧,١). مدارس فنيين مرخص لها.

المدينة	المدرسة وعنوانها	المدينة	المدرسة وعنوانها
Ansbach	Maschinenbauschule Ansbach Eyber Str. 73 D-91522 Ansbach	Kiel	Techniker-Fachschule Kiel e.V. Schleusenstr. 1 D-24106 Kiel
Dortmund	Robert-Bosch-Berufskolleg Brügmannstr. 29 D-44135 Dortmund	Köln	Rheinische Akademie e.V. Vogelsangstr. 295 D-50825 Köln
Esslingen Esslingen	Medizinische Technische Akademie Kesselwasen 17 D-73728 Esslingen	Neustadt	Berufsbildende Schulen Neustadt Bunsenstr. 6 D-31535 Neustadt
Hannover	Schulen Dr. W. Blindow Baumstr. 20 D-30171 Hannover	Regenstauf	Private Technische Lehranstalt Eckert Bayernstr. 20 D-93128 Regenstauf
Heidelberg	Carl-Bosch-Schule Mannheimer Str. 23 D-69115 Heidelberg	Stadthagen	Schulen Dr. W. Blindow Hüttenstr. 15 D-31655 Stadthagen

الجدول رقم (٦٧,٢). جامعات العلوم التطبيقية.

(من أجل الموقع الفعلي على الإنترنت للمعاهد ارجع إلى www.fbmt.de → Information → Studium)

المدينة	العنوان	الدراسة والشهادة	مبنية على
Berlin	Technische Fachhochschule Berlin Luxemburger Str. 10 D-13353 Berlin	هندسة فيزيائية طبية، دبلوم	فيزياء
Bremer-haven	Hochschule Bremerhaven An der Karstadt 8 D-2568 Bremerhaven	هندسة طبية، دبلوم	فيزياء
Gelsen-kirchen	Fachhochschule Gelsenkirchen, Neideburger Str. 43, D-45897	ميكرو إلكترونيك وهندسة طبية، تخصص هندسة صحية، دبلوم	فيزياء
Giessen-Friedberg	Fachhochschule Giessen-Friedberg, Bereich Giessen Wiesenstr. 14, D-35390 Giessen	هندسة طبية، دبلوم (مخطط لبكالوريوس وماجستير) أو بكالوريوس دراسات دولية في الهندسة الإكلينيكية أو دبلوم علوم الحاسوب في الطب (مخطط لبكالوريوس وماجستير).	فيزياء
Hamburg	Fachhochschule Hamburg Lohbrügger Kirchstr. 65, D-21033 Hamburg 80	هندسة طبية، دبلوم (مخطط لبكالوريوس وماجستير)	فيزياء
Jena	Fachhochschule Jena, Tatzendpromenade 1b, D-07745 Jena	هندسة طبية حيوية، دبلوم	فيزياء
Jülich	Fachhochschule Aachen Abteilung Jülich Ginsterweg 1 D-52428 Jülich	هندسة فيزيائية، تخصص في الهندسة الطبية الحيوية، دبلوم	فيزياء
Köthen	Fachhochschule Anhalt in Köthen Bernburger Str. 52-57 D-06366	هندسة كهربائية، تخصص في الهندسة الطبية الحيوية، دبلوم	هندسة كهربائية
Lübeck	Fachhochschule Lübeck Stephensonstr. 3 D-23562 Lübeck	هندسة طبية، دبلوم	فيزياء
Mittweida	Fachhochschule Mittweida Technikumsplatz 17 D-09648 Mittweida	هندسة فيزيائية، تخصص في الهندسة الطبية، دبلوم	فيزياء
München	Fachhochschule München Lothstr. 34 D-80335 München	هندسة أجهزة دقيقة وميكروية، تخصص في الهندسة الطبية، دبلوم	ميكانيك دقيق
Münster	Fachhochschule Münster, Abteilung Steinfurt Stegerwaldstr. 39 D-48565 Steinfurt	هندسة فيزيائية، تخصص في الهندسة الطبية، دبلوم	فيزياء
Remagen	Fachhochschule Koblenz,RheinAhrCampus in Remagen Südallee 2, D-53424 Remagen	هندسة طبية و هندسة طبية رياضية، دبلوم	

تابع الجدول رقم (٦٧,٢).

المدينة	العنوان	الدراسة والشهادة	مبنية على
Stralsund	Fachhochschule Stralsund Zur Schwedenschanze 15 D-18435 Stralsund	معلوماتية طبية وهندسة طبية حيوية، دبلوم	هندسة كهربائية وعلوم حاسب
Villingen-Schwenningen	Fachhochschule Furtwangen in Villingen-Schwenningen, Jakob-Kienzle-Str. 17 D-78054 Villingen-Schwenningen	هندسة طبية، دبلوم	هندسة ميكانيكية
Ulm	Fachhochschule Ulm, Albert-Einstein-Allee 55 D-89081 Ulm	هندسة طبية، دبلوم	ميكانيك دقيق
Wilhelmshaven	Fachhochschule Wilhelmshaven, Friedrich-Paffrath-Str. 101 D-26389	هندسة طبية، دبلوم أو هندسة طبية حيوية، دبلوم	ميكانيك دقيق
Zwickau	Fachhochschule Zwickau Dr.-Friedrichsring 2A D-08056 Zwickau	هندسة فيزيائية، تخصص في الهندسة الطبية الحيوية، دبلوم	فيزياء
* التخصص يعني دراسات متقدمة بدوام كامل لفصلين إلى أربعة فصول.			

الجدول رقم (٦٧,٣). الجامعات التقليدية.

(من أجل الموقع الفعلي على الإنترنت للمعاهد ارجع إلى www.dgbmt.de Studienmöglichkeiten BMT.)

المدينة	العنوان	الدراسة	مقدار التخصص
Aachen	RWTH Aachen Helmholtz-Institut für Biomedizinische Technik Pauwelsstr. 20 D-52074 Aachen	هندسة كهرباء أو ميكانيك أو معلوماتية أو فيزياء	مواد طوعية فردية
Berlin	TU Berlin Institut für Feinwerktechnik und Biomedizinische Technik Dovestr. 6 D-10587 Berlin	هندسة طبية حيوية.	تخصص بعد الدراسات الأساسية في الهندسة الميكانيكية أو الكهربائية.
	TU Berlin Institut für Elektronik und Lichttechnik Einsteinufer 17 D-10587 Berlin	هندسة كهرباء أو ميكانيك.	مواد طوعية فردية
		هندسة كهرباء أو معلوماتية هندسية أو علوم هندسية فيزيائية	مادة طوعية فردية: إلكترونيات طبية
Bochum	Institut für Hochfrequenztechnik Ruhr-Universität / IC 6 D-44780 Bochum	هندسة كهرباء أو ميكانيك أو فيزياء أو طب.	تخصص في السنة الأخيرة مواد طوعية فردية
Braunschweig	TU Braunschweig Insitut fûr Elektrische Meatechnik und Grundlagen der Elektrotechnik Hans-Sommer-Str. 66 D-38023 Braunschweig	هندسة كهرباء	تخصص
Dresden	TU Dresden Institut für Biomedizinische Technik Mommsenstr. 13 D-01062 Dresden	هندسة كهرباء	تخصص
Darmstadt	TU Darmstadt Institut für Automatisierungstechnik Landgraf-Georg-Str. 4 D-64283 Darmstadt	هندسة كهرباء	مواد طوعية فردية
Erlangen	Universität Erlangen-Nürnberg Zentralinstitut für Biomedizinische Technik Turnstr. 5 D-91054 Erlangen	فيزياء أو علوم مواد أو هندسة كهرباء أو هندسة إنتاج أو كيمياء وعلوم هندسية	تخصص في السنة الأخيرة
Hannover	Medizinische Hochschule Hannover Institut für Biomedizinische Technik und Krankenhaustechnik Postfach 610180 D-30625 Hannover	هندسة طبية حيوية (شهادة فقط)	مواد بعد التخرج في الهندسة الطبية الحيوية
Heidelberg / Heilbronn	Universität Heidelberg / Fachhochschule Heilbronn Fachbereich Medizinische Informatik Max-Planck-Str. 39 D-74081 Heilbronn	معلوماتية طبية	مواد دراسية كاملة ما قبل التخرج في علوم الحاسب في الطب
Ilmenau	TU Ilmenau Institut für Biomedizinische Technik und Informatik Gustav-Kirchhoff-Str. 2 D-98684 Ilmenau	هندسة كهرباء	تخصص بعد دراسات أساسية
Kaiserslautern	Universität Kaiserslautern Fachbereich Elektrotechnik und Fachbereich Physik Erwin-Schrödinger-Str. (Geb.58) D-67663 Kaiserslautern	شهادة في الفيزياء والهندسة الطبية	مواد دراسة عن بعد بعد التخرج
Karlsruhe	Universität Karlsruhe Institut für Biomedizinische Technik Kaiserstr. 12 D-76128 Karlsruhe	هندسة كهرباء	تخصص
Lübeck	Medizinische Universität Lübeck Ratzeburger Allee 160 D-23538 Lübeck	معلوماتية	مواد طوعية فردية

تابع الجدول رقم (٦٧,٣).

المدينة	العنوان	الدراسة	مقدار التخصص
München	TU München Lehrstuhl für Technische Elektronik Arcisstr. 21 D-80333 München	هندسة كهرباء أو ميكانيك أو فيزياء	تخصص في السنة الأخيرة مواد طوعية فردية
Rostock	Universität Rostock Medizinische Fakultät Institut für Biomedizinische Technik Ernst-Heydemann-Str. 6 D-18055 Rostock	هندسة ميكانيك	تخصص في الميكانيك الحيوي/ هندسة طبية حيوية
Saarbrücken & Homburg /Saar	Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik Ensheimer Str. 48 D-66386 St. Ingbert	معلوماتية	مادة ثانوية
Stuttgart	Universität Stuttgart Institut für Biomedizinische Technik Seidenstr. 36 D-70174 Stuttgart	هندسة ميكانيك أو هندسة إنتاج أو سيبرنيتيك هندسي	تخصص في السنة الأخيرة (رئيسي أو ثانوي)
Ulm	Universität Ulm Zentralinstitut für Biomedizinische Technik Albert-Einstein-Allee 47 D-89069 Ulm	مخطط له	مخطط له

٦٨

التدريب الداخلي في الهندسة الإكلينيكية

Clinical Engineering Internship

Izabella A. Gieras
Clinical Engineer, Clinical Engineering and Technology Management Department,
Beaumont Services Company, LLC
Royal Oak, MI

Frank R. Painter
Biomedical Engineering Graduate Program, University of Connecticut
Trumbull, CT

التعليم هو ينبوع المعرفة. ومن خلال هذه المعرفة يكتسب الإنسان الخبرة والإعداد الذي لا غنى عنه ليتقدم في الحياة. يختار الناس متابعة التخصصات التعليمية بما في ذلك الفنون والقانون والطب والهندسة والأعمال التجارية. إلا بعض الأرواح الشجاعة تختار متابعة العالم السحري الغامض للهندسة الطبية الحيوية. تركز الهندسة الطبية الحيوية على استخدام مبادئ وممارسات الهندسة من أجل البحث عن المعارف الجديدة لعمليات الحياة. ويشمل هذا المجال البحث عن تطبيقات لشفاء الأمراض والحد منها والسبل لتقديم الدعم لحياة البشر والحيوانات (Bronzino, 1995).

الهندسة الإكلينيكية هي التخصص الفرعي الأحدث والأكثر تنوعا في الهندسة الطبية الحيوية. فهو يجمع بين تطبيق المهارات الهندسية والإدارية مع تكنولوجيا الرعاية الصحية للحصول في نهاية المطاف على الدعم والتقدم في رعاية المريض. وتشمل الهندسة الإكلينيكية مجالات مثل الهندسة الكيميائية الحيوية والتجهيزات الحيوية والمواد الحيوية والميكانيك الحيوي والتصوير الطبي الحيوي والإرغونوميات (علوم العلاقة بين الإنسان والآلة) وعلم الحياة العصبي (بيولوجيا الأعصاب) (Bauld, 1991).

جامعة كونكتيكت (UCONN) في مدينة Storrs في ولاية Connecticut هي واحدة من المؤسسات الأكاديمية العديدة التي وضعت برامج في الهندسة الإكلينيكية. تقدم جامعة كونكتيكت درجة تخرج ممتازة في الهندسة الطبية الحيوية مع تدريب داخلي في الهندسة الإكلينيكية. يكمل الطلاب درجة الماجستير أثناء عملهم في بيئة مستشفى

مكتسبين مهارات وفهماً للهندسة الإكلينيكية (السريرية) وهم يعملون. يصف هذا الفصل الأصول ومناهج الدراسة الحالية والانتماءات (التبعيات) affiliations في المستشفى والأنشطة النموذجية لبرنامج التدريب الداخلي في الهندسة الإكلينيكية لجامعة كونكتيكت.

تاريخ التدريب الداخلي
Internship History

تم تأسيس التدريب الداخلي في الهندسة الإكلينيكية في منطقة هارتفورد Hartford الكبرى في عام ١٩٧٤ وانتقلت تبعيته الأكاديمية إلى جامعة كونيتيكت في عام ١٩٩٧. الطلاب الذين يتابعون في هذا البرنامج يحصلون على الماجستير (MS) ذي الخطة A في الهندسة الطبية الحيوية والذي يتطلب حداً أدنى من ٢٤ ساعة معتمدة من المقررات وأطروحة. الشرط المسبق للقبول في برنامج الهندسة الطبية الحيوية في جامعة كونكتيكت (UCONN) هو درجة البكالوريوس (BS) إما في الهندسة أوالعلوم الفيزيائية أوالرياضيات (انظر www.bme.uconn.edu).

منهج الماجستير في جامعة كونيكتيكت
University of Connecticut MS Curriculum

يتألف الماجستير في الهندسة الطبية الحيوية في جامعة كونيتيكت من ما مجموعه ثماني مقررات (ثلاث ساعات معتمدة لكل منها) ومشروع أطروحة (تسع ساعات معتمدة) ، وخبرة التدريب الداخلي (ست ساعات معتمدة). هناك ثلاث مقررات تشكل الأسس للدرجة ولبرنامج التدريب الداخلي في الهندسة الإكلينيكية المتخصصة المترافق معها. الدورات التالية مطلوبة من جميع المتدربين الداخليين في الهندسة الإكلينيكية :

١- الأنظمة الفيزيولوجية.
٢- أساسيات الهندسة الإكلينيكية.
٣- أنظمة التجهيزات الإكلينيكية.

تتألف بقية المنهاج من مقررات دراسات عليا في الهندسة الطبية الحيوية ينبغي أن تكون من تخصصات هندسية ذات صلة بخلفية المتدرب واهتماماته وخططه المهنية المستقبلية. يتألف عبء الطالب النموذجي من صفين في كل فصل دراسي. يمضي الطلبة عطلتهم الصيفية في البحث في مشاريع أطروحة الماجستير. خلال العامين الأكاديميين لهذا البرنامج يعمل الطلاب في المستشفيات التابعة للبرنامج بينما هم يدرسون المقررات ويعملون على أطروحاتهم.

انتماءات التدريب الداخلي
Internship Affiliations

يستند برنامج التدريب الداخلي في الهندسة الإكينيكية إلى مستشفيات محلية له معها انتماءات رسمية. تشمل تلك التي في ولاية كونيتيكت: مستشفى هارتفورد Hartford والمركز الطبي لجامعة كونكتيكت ومستشفى ييل/ نيو هافن Yale/New Haven والمركز الطبي في هافن الغربية West Haven VA ومستشفى القديس فرانسيس St. Francis. يرتبط البرنامج أيضا بالمركز الطبي لـ Bay State في سبرينغفيلد بولاية مساتشوستس. المطلوب من الطلبة قضاء حوالي ٢٠ ساعة عمل في الأسبوع في المستشفى. كل مستشفى فريد من نوعه من حيث البحوث والمشاريع المتاحة للمتدربين والطرق التي يمارس بها الهندسة الإكلينيكية. فعلى سبيل المثال يقدم التدريب الداخلي في مستشفى هارتفورد في المقام الأول دعماً فنياً ومشورة لجميع أقسام الهندسة والصيانة في جميع أنحاء المستشفى (Rosow, 2002). لدى الطلاب الفرصة للانخراط في إصلاح وصيانة الأجهزة الإكلينيكية والطبية في نفس الوقت الذي يتعرض فيه للعديد من المشاريع في مجال البحوث وتطبيقات التطوير باستخدام برمجيات مثل LabVIEW و BioBench (انظر الفصل ١٠٠). يوفر قسم الهندسة الطبية الحيوية في مستشفى هارتفورد تجربة غنية من حيث مشاريعه الهندسية والإكلينيكية المتنوعة مثل مشروع رؤية الآلة (انظر الفصل ٩٢).

يدعم برنامج المركز الطبي لجامعة كونيتيكت جميع الأجهزة الطبية بما في ذلك المختبرات الإكلينيكية والأشعة. يوفر قسم الهندسة الإكلينيكية للطلاب من ذوي المهارات في الالكترونيات وفي قراءة وفهم دفاتر الخدمة والصيانة وفي الإصلاحات والفحوصات ومشاريع القسم الخاصة. ونظرا لانتمائه إلى كلية الطب بجامعة كونيتيكت فإن المستشفى يوفر بيئة خصبة للبحوث الطلابية. وغالبا ما تنبع مشاريع الأطروحة من مثل فرص البحوث هذه.

يقدم مستشفى Yale/New Haven إمكانية التعرض لطائفة واسعة من تخصصات المستشفى تشمل المختبرات الإكلينيكية والتصوير التشخيصي وغسيل الكلى. يعمل المتدربون في الإصلاحات والفحوصات وتطوير برنامج التعليم الإكلينيكي.

يتبع مستشفى إدارة المحاربين القدامى في West Haven بشكل وثيق إلى مستشفى إدارة المحاربين القدامى في Newington وهو جزء من الشبكة المتكاملة رقم ١ لخدمة قدامى المحاربين (VISN 1) في نظام الرعاية الصحية لإدارة المحاربين القدامى في New England. وربما كانت هذه الشبكة أكبر شبكة للرعاية الصحية في New England. يتألف نظام الرعاية الصحية لإدارة المحاربين القدامى في New England من ثمانية مراكز طبية و ٣٧ عيادة خارجية على أساس مجتمعي على مدى الولايات الست لـ New England. يتعرض الطلاب لمجموعة متنوعة من مشاريع التكنولوجيا المتصلة بمتطلبات العينة السكانية لمرضى الحاربين القدماء. يمكن للطلاب أن يصبحوا مشاركين في أنشطة الأبحاث الطبية التي تقوم بها كلية طب ييل Yale في إدارة المحاربين القدامى في West Haven.

يوفر مستشفى St. Francis في وسط مدينة Hartford للطلاب، باحتكاكهم بقسم للهندسة الإكلينيكية منظم تنظيما جيدا مع تركيز على الجوانب العملية لإدارة التكنولوجيا، تشكيلة واسعة من الأجهزة الطبية الحديثة وبيئة إكلينيكية متقدمة.

يمتلك النظام الصحي في Bay State أجهزة اختبار حديثة وتسهيلات حاسوبية ويدعم جميع أجهزة المستشفيات الطبية. يتعرض المتدربون لإعداد التقارير والمحاضرات الشفهية وإدارة الأصول وإدارة قواعد البيانات وفحوصات الأجهزة الطبية.

إن مما لا شك فيه أن هذا البرنامج للتدريب الداخلي في الهندسة الإكلينيكية يوفر فرصاً في الهندسة الإكلينيكية في العمق لا غنى عنها من خلال التعرض لبيئة المستشفى والمقررات الأكاديمية المختلفة المتاحة. يوفر العامان اللذان يقضيهما الطلاب في المستشفيات ذات الصلة فرصا ممتازة لمتابعة اهتماماتهم الشخصية في الوقت الذي يتعلمون فيه من المشاريع العديدة التي يقدمها كل مستشفى.

السنة الأولى من التدريب الداخلي
First Year of the Internship

إن هيكلية برنامج التدريب الداخلي في الهندسة الإكلينيكية منظمة بطريقة بحيث إن المتدربين في الهندسة الإكلينيكية يكرسون وقتهم في السنة الأولى لتدويرات إكلينيكية صارمة في جميع أنحاء المستشفى ويشاركون في المشاريع المختلفة التي تقوم بها المستشفيات ذات الصلة. ويمكن أن تشمل هذه التدويرات مناطق مثل:

- الهندسة الإكلينيكية (السريرية).
- العلاج التنفسي.
- غرفة العمليات.
- العلاج الطبيعي (الفيزيائي).
- التخدير.
- المختبر الطبي / التشريح المرضي.
- غرفة الطوارئ.
- التصوير الطبي.
- وحدة العناية المركزة للبالغين ولحديثي الولادة.
- الطب النووي.
- النسائية والتوليد والخاض والولادة.
- علاج الأورام الإشعاعي.

واعتماداً على الاهتمامات الفردية فإن هذه التدويرات يمكن أن تختلف من أسبوعين الى شهر واحد. ويتم تشجيع المتدربين على التفاعل مع جميع الموظفين الإكلينيكيين والطبيين وأن يتعلموا ليس فقط وظيفة الأجهزة المستخدمة في كل منطقة ولكن أيضا التشغيل الكلي لكل قسم يتم تدويرهم خلاله.

يبحث المتدربون في السنة الأولى عن مشاريع أطروحات ماجستير محتملة ومن ثم يبدؤون بحث الخلفية الضروري. يمكن أن تتضمن بعض مسؤوليات المتدرب خلال السنة الأولى ما يلي :

- المساعدة في برنامج إدارة الأجهزة عن طريق أداء الصيانة التصحيحية والصيانة الوقائية على أجهزة طبية محددة.
- أن يتعلم ويصبح بارعا في استخدام برمجيات إدارة الأجهزة المستخدمة في تشغيل القسم.
- أداء فحص القبول للأجهزة الجديدة الواردة.
- أداء اختبار السلامة الكهربائية و اختبار منافذ الغازات الطبية.
- تأمين التدريب أثناء الخدمة لمستخدمي الأجهزة الطبية.
- إعداد دراسات تقييم التكنولوجيا ومقارنة المنتجات.
- توفير الدعم الإداري لمدير الهندسة الإكلينيكية مع الميزانية وتوصيات اللجنة المشتركة لاعتماد منظمات الرعاية الصحية (JCAHO).

السنة الثانية من التدريب الداخلي Second Year of the Internship

يتم تكريس السنة الثانية من برنامج التدريب الداخلي مخصص لإكمال مشروع الأطروحة ذات المنحى في الهندسة الإكلينيكية. واعتمادا على المستشفى فإن المتدرب قد يستمر بأن يكون لديه مسؤوليات أقسام مختلفة مستخدماً الوقت المتبقي من التدريب من أجل أبحاث مشروع الأطروحة. يكتسب الطلاب العاملين في مشاريع هندسية وإكلينيكية معقدة معرفة قيِّمة لتعزيز خبرتهم الهندسية والإكلينيكية. يستند النجاح الكلي لهذا البرنامج إلى المعايير التالية (Gieras، 2000) :

- تطبيق التقنيات الهندسية على رعاية المرضى وبحوث المستشفى.
- إكمال التدويرات الإكلينيكية في أقسام المستشفى المختلفة.
- التفاعل مع العاملين في المستشفى بما في ذلك الإداريين والممرضات والفنيين والكادر الطبي.

مشاركة المنظمات المهنية

Professional Organization Involvement

يصبح الطلاب خلال فترة التدريب في الهندسة الإكلينيكية على احتكاك بمجموعة متنوعة من الجمعيات مثل الكلية الأمريكية للهندسة الإكلينيكية (ACCE) (انظر الفصل ١٣٠) والاتحاد من أجل تقدم التجهيزات الطبية (AAMI) والجمعية الأمريكية لهندسة الرعاية الصحية (ASHE) وجمعية نيو انغلاند للهندسة الإكلينيكية (NESCE)

(انظر الفصل ١٣١) ومعهد هندسة الكهرباء والإلكترونيات/ جمعية الهندسة في الطب والبيولوجيا (IEEE/EMBS). كما يتم تشجيع الطلاب على حضور المؤتمرات والندوات والحلقات الدراسية وورشات العمل. يقدم المؤتمر والمعرض السنوي للـ AAMI برامج متعددة التخصصات تثري معرفة وفهم الحاضرين لتطوير وإدارة واستخدام التجهيزات الطبية والتكنولوجيات الطبية ذات الصلة (انظر www.aami.org.).

تدعم الكلية الأمريكية للهندسة الإكلينيكية (ACCE) (انظر www.accenet.org) مالياً طائفة واسعة من البرامج التعليمية بما في ذلك سلاسل مؤتمرات عن بعد (انظر الفصل ٧٢) وندوة سنوية (Cohen, 2002) وورشات عمل متقدمة في الهندسة الإكلينيكية (ACEW) في الولايات المتحدة (Dyro, 1999) وفي جميع أنحاء العالم (انظر الفصلين ٧٠ و ٧١). يشكل أعضاء الـ ACCE غالبية المتحدثين عن الهندسة الطبية في المؤتمرات السنوية والإقليمية التي تعقدها الـ ASHE والـ AAMI والـ IEEE. توفر حلقات العمل (ACEWs) فرصة للتعلم من مهندسين إكلينيكيين آخرين حول مختلف جوانب الهندسة الإكلينيكية مثل تقييم واقتناء الأجهزة والأنظمة الطبية وإدارة التكنولوجيا وفحص الأجهزة الطبية وأنشطة بحوث الأجهزة الطبية والتحقيق في حوادث الأجهزة الطبية.

تشارك الـ NESCE في رعاية الندوة السنوية الشمالية الغربية للهندسة الطبية الحيوية التي توفر محفلا للتفاعل مع مهنيي هندسة إكلينيكية آخرين وفرصة لتعزيز المهارات التقنية والمعرفة من خلال العديد من المحاضرات والندوات والدورات التدريبية (Francoeur, 2002). تتيح المساحة الكبيرة للمعرض فرصة لتفحص أحدث تقنيات الأجهزة الطبية وأدوات الدعم الهندسية.الإكلينيكية.

يمكن أيضا للمتدربين في الهندسة الإكلينيكية حضور المؤتمر السنوى الشمالي الشرقي للهندسة الحيوية للـ IEEE EMBS الذي يُعقد في جامعات مختلفة في جميع أنحاء New England. وهذا يوفر فرصة ممتازة لجميع المتدربين في العام الثاني لتقديم أوراق علمية عن مشاريع أطروحاتهم وليتعرفوا على البحوث التي يجريها أقرانهم.

كما يتم تشجيع الطلاب على الانخراط في الجمعيات المحلية مثل جمعية UCONN IEEE BME/EMBS حيث يشغل البعض مواقع كرئيس للجمعية ونائب للرئيس وأمين للصندوق وسكرتير. ينظم الطلاب دعوة متحدثين ضيوف ورحلات ميدانية ومناسبات اجتماعية من أجل الحفاظ على تقاليد الهندسة الطبية في الـ UCONN. المشاركة في الجمعيات المحلية هو أحد السبل للحفاظ على التواصل مع النظراء وتحقيق التقدم المهني (انظر الفصل ١٣٢).

الحياة بعد التدريب
Life after Internship

يزوّد برنامج التدريب في الهندسية الإكلينيكية الطلاب بمهارات ومعرفة ممتازة. هذا يؤدي إلى مزيد من الدراسات الأكاديمية أوالأنشطة البحثية أو العمل المهني. لقد نجح خريجو هذا البرنامج في أخذ المسارات التالية:

- أقسام الهندسة الإكلينيكية للمستشفيات.
- أقسام الهندسة الإكلينيكية في منظمات خدمات مستقلة.
- شركات الأجهزة الطبية.
- كليات الطب.
- برامج الدكتوراه.
- البحوث.
- تخصصات أكاديمية أخرى ذات صلة بالهندسة الطبية الحيوية.

يقبل كثير من الخريجين مناصب كمهندسين إكلينيكيين أو مديري لأقسام هندسة إكلينيكية. بعضهم يختار مسارات تأخذهم إلى الصناعة والعمل لشركات مثل Phillips Medical و BaxterوZoll بينما يدفع الشغف طلاباً آخرين إلى البحوث العلمية والبحث عن مزيد من المعرفة واختيار المؤسسات الأكاديمية. وباختصار فإن برنامج الـ UCONN للتدريب في الهندسة الإكلينيكية يُعِدّ الطلاب لمواجهة التحديات المهنية في الحياة.

المـــراجـــع

References

Bauld TJ. The Definition of a Clinical Engineer. J Clin Eng 16: 403–405, 1991.
Bronzino JD. The Biomedical Engineering Handbook. Boca Raton, FL, CRC Press, 1995.
Cohen T. The ACCE Symposium: Perspectives for Successful Leadership in Clinical and Information Technology Services. ACCE News 12:5, 2002.
Dyro JF. Advanced Clinical Engineering Workshop, Hartford, Connecticut. ACCE News 9:13, 1999.
Francoeur D. 20th Northeastern Biomedical Symposium. ACCE News 12:11-12, 2002.
Gieras I. Clinical Engineering Internship. ACCE News 10:12-13, 2000.
Rosow E. Workplace Profiles: Hartford Hospital, Hartford, Connecticut. ACCE News 12:15-17, 2002.

٦٩

برنامج تكنولوجيا الهندسة الطبية الحيوية
Biomedical Engineering Technology Program

Paul Bruce J. Morgan
Clinical Engineering Consultant
Riverside, CA

إن تطوير منهاج دراسي في تكنولوجيا الهندسة الطبية الحيوية أمر محفوف بالمشاكل والحلول التوفيقية. يتناول هذا الفصل البرنامج الناجح بكلية التكنولوجيا في جامعة ولاية نيويورك في Farmingdale لمعرفة كيف تعاملت إحدى الكليات مع المشاكل. صُمِّم هذا البرنامج ليكون برنامج نهائياً (تأهيلياً) terminal لمدة عامين. وهذا يعني أنه يُتوقع أن غالبية الخريجين تذهب مباشرة للعمل في حقل الرعاية الصحية كفنيي أجهزة طبية حيوية (BMETs) بالرغم من أن نسبة مئوية صغيرة تواصل التعليم بدوام كامل. ولكونه كذلك، فإن البرنامج يركز على المهارات النوعية التي سوف يحتاجها الخريجون للعمل في المستشفيات.

نظرة عامة
Overview

تركز المقررات في تكنولوجيا الهندسة الكهربائية (EET) على النظرية الكهربائية الأساسية وعلاقتها بالأنظمة التماثلية والرقمية. محاضرات المقررات تحليلية وموجهة نحو حل المشاكل من أجل تعزيز التفكير المنطقي وفهم العلاقات بين مواضيع مختلفة.

دروس مختبر التكنولوجيا الكهربائية تعيد التهكيد على الجوانب المستفادة في الدروس النظرية الأساسية وتوضح المبادئ النظرية مطبقة على دارات (دوائر) فعلية. المختبرات مجهزة بمعدات اختبارحديثة. جميع مقررات تكنولوجيا الهندسة الكهربائية (EET) مرتبطة بتجارب مخبرية يعمل عليها الطلاب فرادى أو في أزواج. مختبرات التكنولوجيا الطبية الحيوية جزء لا يتجزأ من المحاضرات النظرية وتشدد على تطوير المهارات التحليلية والميكانيكية

ومهارات الفحص التي تعتبر أساسية في الأوضاع الصناعية. كما توفر المختبرات أيضاً تطبيقاً للمادة التي تم تعلمها في المحاضرة.

تركز مقررات تكنولوجيا الهندسة الطبية الحيوية على أساسيات تكنولوجيا الأجهزة الطبية الحيوية مع التشديد على مفاهيم السلامة وتشغيل نظام الرعاية الصحية وتطبيق التكنولوجيا على المشاكل الإكلينيكية. ومن أجل الحفاظ على مجاراة الطالب للمعلومات في السنوات التي تعقب التخرج فإن البرنامج يشدد على تنمية المبادرةالفردية والقدرة على التعلم بشكل مستقل.

هناك حد الأربعة فصول دراسية لدرجة المشارك بما في ذلك عدة متطلبات كلية مثل فصلين دراسيين في اللغة الإنجليزية ومقررين في العلوم الاجتماعية. كذلك فإن سياسة الكلية هي أن تكون جميع المقررات للدرجة معتمدة من قبل الوكالة المناسبة. يستند المنهاج على برنامج تكنولوجيا الهندسة الكهربائية (EET) نظرا للتركيز الشديد على الإلكترونيات في الأجهزة الطبية.

المنهج الدراسي
Curriculum

يرجى ملاحظة أن ساعة فصلية واحدة من الساعات المعتمدة تتألف من ساعة محاضرة أو ساعتين إلى أربع ساعات مختبر في الأسبوع لمدة خمسة عشر أسبوعاً في الفصل الدراسي الواحد.

توصيف المقررات
Course Descriptions

بيو ١٦٥ – أساسيات الوظائف الإنسانية BIO 165–Basics of Human Function

يراجع هذا المقرر العلاقات الفيزيولوجية والشكلية (المورفولوجية) الرئيسية لأنظمةأعضاء الجسم البشري، ويركز على المسارات التكاملية والعمليات التحكمية التي تعكس مفاهيم شمولية.

هطح ٢٠٢– التجهيزات الطبية (١) BME 202–Medical Instrumentation I

مقدمة في مبادئ التشغيل والتطبيقات الإكلينيكية (السريرية) للتجهيزات الطبية. يتم التركيز على المبادئ الإلكترونية المستخدمة في الأجهزة الصحية بما في ذلك المضخمات وتهيئة الإشارة والتغذية بالطاقة. يبحث المقرر في تكامل الفيزياء والكيمياء والإلكترونيات في الأجهزة الطبية، فضلا عن تنظيم المستشفيات والجوانب القانونية للأجهزة الطبية. تتضمن أعمال المختبر تجارب في الإلكترونيات وتشغيل الأجهزة الطبية والصيانة الوقائية والإصلاح.

	المقرر	ساعة محاضرة	ساعة مختبر	ساعة معتمدة
الفصل الدراسي الأول	فمك -١٠١ الدارات (الدوائر) الكهربائية (١)	٤	٣	٥
	فمك ١٠٢- التجهيزات الأساسية	١	٣	٢
	فمك ١٠٨- تطبيقات الحاسوب (١)	١	٢	٢
	نجل ١٠١-التأليف: الخطابة	٣	-	٣
	رضت ١٢٩ - الرياضيات الهندسية (أ)	٤	-	٤
		١٣	٨	١٦
الفصل الدراسي الثاني	فمك -١٠٣ الدارات (الدوائر) الكهربائية (٢)	٤	٣	٥
	فمك ١٠٧- الإلكترونيات الأساسية	٤	٣	٥
	فمك ١٠٩ - تطبيقات الحاسوب (٢)	١	٢	٢
	نجل ١٠٢- التأليف: الأدب	٣	-	٣
	رضت ١٣٠ - التفاضل الهندسي (أ)	٤	-	٤
		١٦	٨	١٩
الفصل الدراسي الثالث	بيو ١٦٥ - أساسيات الوظائف الإنسانية	٣	-	٣
	هطح ٢٠٢- التجهيزات الطبية (١)	٣	٣	٤
	كيم ١٤٠- مقدمة في الكيمياء العامة والعضوية والحيوية	٣	٢	٤
	فمك ٢٣٣ - الإلكترونيات الرقمية	٤	٣	٥
	اختياري علوم اجتماعية	٣	-	٣
		١٦	٨	١٩
الفصل الدراسي الرابع	هطح ٢٠٣- التجهيزات الطبية (٢)	٣	٤	٥
	هطح ٢٥٤- أنظمة الرعاية الصحية الإلكترونية (تدريب إكلينيكي لفني أجهزة طبية حيوية)	١	٢	٢
	فمك ٢٥١ - المعالجات الصغرية (ميكروبروسيسور)	٢	٣	٣
	فيز ١٣١- الفيزياء الجامعية (١)	٣	٢	٤
	اختياري علوم اجتماعية	٣	-	٣
		١٢	١١	١٧

هطح ٢٠٣- التجهيزات الطبية (٢) BME 203–Medical Instrumentation II

المقرر استمرار لمقرر هطح ٢٠٣- التجهيزات الطبية (١). يتم التركيز على تشغيل أجهزة وأنظمة طبية أكثر تعقيداً خصوصاً تلك المستندة إلى حاسوب (كمبيوتر) أو معالج صغري (ميكروبروسيسور). تتضمن أعمال المختبر إجراءات فحص وإصلاح أنواع مختلفة من الأجهزة مشابهة لتلك الموجودة بشكل شائع في غرف العمليات ووحدات العناية المركزة والمختبرات الإكلينيكية ووحدات تشخيصية إكلينيكية (سريرية) مختلفة.

هطح ٢٥٤– أنظمة الرعاية الصحية الإلكترونية (تدريب إكلينيكي لفني أجهزة طبية حيوية)

BME 254–Electronic Health Care Systems (BMET Clinical Internship)

تطبيق المبادئ التي تم تعلمها في هطح ٢٠٢ وهطح ٢٠٣. يعمل الطلاب في مستشفى محلي تحت الإشراف المباشر لفني أجهزة طبية حيوية أو مهندس إكلينيكي ذي خبرة (Hines and Dyro, 1990). يتم التركيز على تطبيق المبادئ التي تم تعلمها في المحاضرات والمختبرات على حالات إكلينيكية (سريرية) فعلية.

كيم ١٤٠– مقدمة في الكيمياء العامة والعضوية والحيوية

CHM 140–Introduction to General Chemistry, Organic Chemistry, and Biochemistry

مقرر لفصل دراسي واحد مع أعمال مختبر مصممة في المقام الأول لطلبة نظافة الأسنان وطلاب الهندسة الطبية الحيوية. يتم تقديم المبادئ الأساسية للكيمياء العامة والكيمياء العضوية والكيمياء الحيوية مع التركيز على تطبيقاتها في العلوم الصحية. تتضمن المواضيع القياس وحالة المادة ونظرية الربط والمحاليل والدارئات ودرجة الحموضة وبنية ووظيفة المواد الكربوهيدراتية والدهون والستيرولات sterols والأحماض الأمينية والبروتينات وكذلك المقاربة الجزيئية لعمل الأنزيمات والهضم والاستقلاب (الأيض/التمثيل الغذائي) والتغذية.

قمك –١٠١ الدارات (الدوائر) الكهربائية (١) EET 101–Electric Circuits I

مقرر أساسي في نظرية دارات التيار المستمر تتضمن قانون أوم وقانون كيرتشوف وتحليل الدارات التسلسلية والتفرعية والدارات المشتركة وتحليل الحلقات وتحليل العقد والتنضيد ونظريات ثفنين Thevenin و نورتون Norton ونقل الطاقة الأقصى. تتضمن أعمال المقرر أيضا دراسة الحقول الكهربائية والسعة والحقول المغناطيسية والتحريض (الحث) وتحليل شبكات R-C و R-L. يتم تنسيق أعمال المختبر لتدعم المقرر النظري.

قمك ١٠٢– التجهيزات الأساسية EET 102–Basic Instrumentation

الهدف من هذا المقرر تعريف الطالب بتقنيات وإجراءات لتجهيزات إلكترونية في البيئة الصناعية متبناة بشكل شائع. يتضمن المنهاج قياس التيار والجهد والطاقة والتردد والزمن باستخدام أدوات إلكترونية. يغطي المقرر أيضا مبادئ المجسات (المبدلات/المحولات) لتوسيع نطاقات الأدوات وتحويل الكميات الفيزيائية إلى إشارات كهربائية.

قمك –١٠٣ الدارات (الدوائر) الكهربائية (٢) EET 103–Electric Circuits II

هذا هو الجزء الثاني من مقرر بجزأين لتوفير الخلفية اللازمة لتحليل الشبكات الكهربائية. الموضوعات التي يغطيها هذا المقرر تتضمن أشكال الموجات الجيبية وغير الجيبية. كما يتم أيضاً مناقشة سلاسل فورييه والهارمونيات (التوافقيات) والتمثيل الشعاعي للإشارات الجيبية وشروط الحالة المستقرة والرنين (الطنين) التسلسلي والتفرعي وحساب معدل (متوسط) الطاقة والمرشحات الخاملة البسيطة والاستجابة الترددية (المطال بالديسيبل وزاوية الطور) وعلاقاتها باستجابة الخطوة لشبكات RC و RL و RLC بسيطة ومبادئ المحولات وأنواع المحولات.

تهك ١٠٧ – الإلكترونيات الأساسية EET 107–Basic Electronics

تتم مناقشة أساسيات الديودات نصف الناقلة والترنزستورات ذات التوصيل ثنائي القطب وترانزستورات تأثير الحقل. يحلل المقرر الديود الأساسي والدارات والمقوّمات ومرشحات RC وديودات زينر zener والتغذية الأولية بالطاقة المنظمة بواسطة ديود زينر zener ويصف منظمات ذات دارة تكاملية ثلاثية النهايات. يتم تحليل مضخمات إشارة صغيرة من مرحلة واحدة ذات ترانزستور ثنائي الأقطاب وترانزستور تأثير الحقل من حيث الجهد والتيار وربح الطاقة وممانعة (معاوقة) الدخل والخرج عند ترددات وسط الحزمة. بالإضافة إلى ذلك يتم مناقشة وتحليل المضخمات العملياتية المثالية في ترتيبات (توصيلات) المضخم غير العاكسة والجامعة والتفاضلية عند وسط الحزمة. يتطلب الجزء المختبري من المقرر تقارير مختبر مختصرة ورسمية.

تهك ١٠٨ – تطبيقات الحاسوب (١) EET 108–Computer Applications I

مقدمة في تطبيق الكمبيوتر في التكنولوجيا الكهربائية. الموضوعات المغطاة هي لغة البرمجة C كما هي مطبقة على تحليل الشبكات الكهربائية والتحكم البرمجي بالتجهيزات الإلكترونية باستخدام المسلك الناقل المعياري IEEE-488. تتضمن الأدوات المتحكّم بها المفاتيح والتغذية الطاقة والمقاييس التعددية.

تهك ١٠٩ – تطبيقات الحاسوب (٢) EET 109–Computer Applications II

هو استمرارا لـ (تهك ١٠٨). تتضمن الموضوعات المغطاة برمجة متقدمة بلغة C ومتابعة استخدام المسلك الناقل bus المعياري IEEE-488 والتجهيزات القابلة للبرمجة للقيام باختبار آلي (أوتوماتيكي) للأجهزة والشبكات الإلكترونية واستخدام البرمجيات لتحليل الشبكات الكهربائية.

تهك ٢٣٣ – الإلكترونيات الرقمية EET 233–Digital Electronics

تحليل وتصميم الدارات المنطقية المشتركة والتتابعية. يركز المقرر على أنظمة الأعداد وعلى الترميز (التشفير) والجبر البولي Boolean algebra وتقنية تصغير خرائط كارنو (Karnaugh map minimization technique) ومحولات الترميز ودرارات الـ SSI و MSI والقلابات (flip-flops) والعدادات ومسجلات الإزاحة وعوائل الدرات التكاملية والمضاعفات والذاكرات نصف الناقلة والمحولات الرقمية/ التماثلية والتماثلية/ الرقمية.

تهك ٢٥١ – المعالجات الصغرية (ميكروبروسيسور) EET 251–Microprocessors

يغطي هذا المقرر المفاهيم الأساسية للمعالجات الصغرية بما في ذلك نظرية العمل والدارات والبرمجة والإشارات والتوقيت والتوصيل إلى سطوح تماس (إنترفيس) الدخل/الخرج مع أعمال مختبر على مدربات معالج صغري. يُطلب من الطالب توصيل أجهزة الدخل والخرج إلى المعالج الصغري والتحديد الكمي للمقايضات trade-offs العتادية/البرمجية المرافقة.

نجل ١٠١–التأليف: الخطابة EGL 101–Composition: Rhetoric

يؤكد هذا المقرر الكتابي على استخدام أنماط مقبولة للغة الإنجليزية وتطبيق مبادئ الخطابة والبحث. سيكتسب الطلاب خبرة في عملية الكتابة بما في ذلك المراجعة. المطلوب ورقة بحث مع واجبات بحث في المكتبة وتدوين الملاحظات والتلخيص وإدراج المصادر في مسودة نهائية.

نجل ١٠٢– التأليف: الأدب EGL 102–Composition: Literature

مقدمة في المسرحيات والشعر والقصص القصيرة والروايات والمقالات. يتم كتابة أوراق حول أشكال وتقنيات وموضوعات الأدب.

رضت ١٢٩ – الرياضيات الهندسية (أ) MTH 129–Technical Math A

هذا مقرر يسبق مقرر التفاضل مع تطبيقات من مختلف التخصصات بما في ذلك التكنولوجيا والعلوم والأعمال. تتضمن المواضيع عوائل التوابع (الدالات) وميكانيك التوابع والتوابع الأسية واللوغاريتمية والأعداد العقدية. ينصب التركيز على التطبيق وحل المسائل ، ويجب أن يكون لدى الطلاب آلة حاسبة ذات رسوم بيانية.

رضت ١٣٠ – التفاضل الهندسي (أ) MTH 130–Technical Calculus A

هذا مقرر في التفاضل لأولئك الذين لا يتخصصون في الرياضيات أو العلوم الهندسية أو علوم الحاسوب. تتضمن المواضيع المشتقات ومفاضلة التوابع الجبرية والمثلثية والأسية واللوغاريتمية وتطبيقات المشتقات والتكامل المحدد. التطبيقات مأخوذة من التكنولوجيا والعلوم والأعمال. يتم التأكيد على حل المسائل ويلزم وجود آلة حاسبة ذات رسوم بيانية.

فيز ١٣١– الفيزياء الجامعية (١) PHY 131–College Physics I

هذا المقرر يدمج النظرية مع العمل المخبري لمقرر فيزياء جامعية عام من دون تفاضل. وتتضمن المواضيع المفاهيم الأساسية لوحدات القياس والشعاعات والتوازن والسرعة والتسارع في الحركة الخطية والدورانية ، وكذلك القوة والطاقة والعزم والسوائل في السكون والحركة والحركة التذبذبية. يقوم الطلاب بإتمام مسائل مختبر وتجارب وتقارير مرتبطة بالمواضيع المدروسة.

مقررات الهندسة الطبية الحيوية
Biomedical Engineering Courses

تتضمن المقررات الثلاثة في الهندسة الطبية الحيوية (BME202، BME203 ، وBME254). كافة محتويات الهندسة الإكلينيكية (السريرية). المقررات مصممة لإعطاء الطلاب كافة المهارات اللازمة للعمل في أحد المستشفيات مع حد أدنى من الإشراف. تسمح المناهج الدراسية للطلاب باستخدام المصادر المتاحة من أجل سد الثغرات في معارفهم.

تحتوي محاضرات المقررين BME202 وBME203 اللذين يُعطيان في الفصلين الدراسيين الثالث والرابع على التوالي على بعض مواضيع تنولوجيا الهندسة الكهربائية التي لم تتم تغطيتها في مقررات أخرى. ويشمل ذلك مواضيع من مضخمات الإشارات الكبيرة والدارات التكاملية والاتصالات. كما يشمل ذلك المصطلحات الطبية أيضا. يستخدم الطلاب كتاباً دراسياً للتعلم الذاتي (Dennerll, 1998) ويتم اختبارهم أسبوعياً للتأكد من تقدمهم بشكل مُرضٍ.

يبدأ المقرر الأول (BME202) بلمحة عامة عن تنظيم المستشفيات وتوصيفات لوظيفة فني الأجهزة الطبية الحيوية (BMET) أن تحفز اهتمام الطلاب. يتعلم الطلاب كيفية اللحام وفك اللحام في المختبر ويقضون عدة ساعات في تعلم مبادئ السلامة الكهربائية. بالإضافة إلى ذلك فإن الطلاب يتعلمون قراءة رسومات كبيرة لجهاز تخطيط قلب بقناة واحدة ويتم شرح ترتيبات تخطيط القلب ذي الـ (١٢) اشتقاقاً. يتألف عمل المختبر من أداء اختبارات السلامة الكهربائية على الفصل الدراسي وجهاز تخطيط قلب. فيما بعد يقوم الطلاب بإجراء اختبار أداء على جهاز تخطيط القلب ويتعلمون كيفية العثور على مكونات على الرسم وعلى الجهاز. يتبع ذلك تحديد أعطال الجهاز في بيئة مخبرية. يتم وضع عطل في الجهاز ويقوم أخذ كامل الفصل خطوة بخطوة أثناء عملية إيجاد وتصحيح المشكلة. يقوم الطلاب بممارسة العثور على مشاكل مختلفة في الفترة المتبقية من وقت مختبر فصلهم الدراسي الأول. تغطي المحاضرات المتبقية مواضيع من المجسات والإلكترودات والمضخمات التفاضلية وشبكات ويلسون للإمداد بالطاقة. قبل نهاية الفصل الدراسي الأول يكون الطالب على اطلاع تام على أجهزة مراقبة المريض وتقنيات الفحص وتحديد الأعطال. ومع نهاية الفصل الدراسي يتعلم الطلبة الاحتياطات العامة لإعدادهم لتدريبهم الإكلينيكي (السريري).

يتناول المقرر BME203 الذي يُعطى في الفصل الدراسي التالي أجهزة طبية خاصة أخرى غير أجهزة مراقبة المريض ويشمل ذلك مزيلات الرجفان وأجهزة الجراحة الكهربائية ومضخات المحاليل ومسجلات التخطيط وأجهزة القياس عن بعد وأجهزة مراقبة (مونيتورات) المحطة المركزية والحاضنات. يُخصص في المختبر لكل طالب جهاز طبي على أساس التجوال (on a round-robin basis) ويجب أن يقوم باختباره وإصلاحه إذا لزم الأمر. يتم وضع أعطال نموذجية في كل جهاز لاعطاء الطالب خبرة حقيقية. تغطي المحاضرات جميع الأجهزة المستخدمة في المختبر إلا أن الطلاب يجب يكونوا عملوا أكثر من مرة على جهاز قبل أن تتم مناقشته في محاضرة. ويجب على الطلاب بعد ذلك أن يعثروا على المعلومات التي يحتاجون إليها من الوثائق المتاحة ومصادر أخرى مثل الأجهزة الصحية Health Devices (انظر www.ecri.org). يتضمن المقرر أيضا بضع ساعات من المحاضرات عن رعاية وصيانة البطاريات بما في ذلك بطاريات حمض الرصاص المختومة وبطاريات النيكل كادميوم والنيكل هيدريد المعدن وأيونات الليثيوم.

الكتب الدراسية مشكلة، لأنه لا يوجد كتاب واحد يتناول غالبية المواضيع المغطاة في مقرري محاضرة الهندسة الطبية الحيوية. لقد تم تجربة اثنين من الكتب الدراسية (Aston, 1990) و (Carr and Brown, 1998) وكل واحد منهما مناسب ولو أن لا واحد منهما كامل.

يتم التدريب الإكلينيكي (السريري) أثناء الفصل الدراسي الأخير من البرنامج. هذا المقرر هو نقطة الانطلاق (capstone) وقد تم توصيفه بالتفصيل في مقال نشر في مجل الهندسة الإكلينيكية (Hines and Dyro, 1990). يطبّق الطلاب في هذا المقرر ما تعلموه خلال الفصول الدراسية الثلاث السابقة في وضع إكلينيكي فعلي. يتكون التدريب الداخلي من ساعة ونصف إلى ساعتين محاضرة وثماني ساعات عمل في الأسبوع. وتشمل المواضيع المغطاة أنظمة الجرد والصيانة المحوسبة للأجهزة الطبية وأجهزة التغذية المعوية وأجهزة الحقن ومضخات الحقن وأجهزة مراقبة تخطيط القلب وقياس درجة الحرارة وأجهزة قياس ضغط الدم الاجتياحية (الباضعة) وأجهزة المراقبة الفيزيولوجية وأجهزة التبريد/التسخين ومدفئات الدم وأجهزة الجراحة الكهربائية والليزرات الجراحية ومدفئات الرضع والحاضنات وأنظمة النقل ومقياس التأكسج النبضي وأجهزة مراقبة الأكسجين وأجهزة مراقبة ضغط الدم غير الاجتياحية (غير الباضعة). تتناول المحاضرات أيضا أنظمة إدارة بيانات المريض والمجاهر الإلكترونية وأجهزة الشفط والفراغ والتصوير بالرنين المغناطيسي ومعدات التصوير الشعاعي والتشخيص بالموجات فوق الصوتية وأجهزة رصد الحركة الدموية ومضخات البالون داخل الشريان الأبهر (الأورطي) ومزيلات الرجفان والطب النووي والسلامة الإشعاعية ونواظم خطى القلب ووظائف الخدمة والجوانب المعنوية والأخلاقية للتكنولوجيا في الطب.

المرافق (المنشآت)

Facilities

للبرنامج ما يقرب من ١٠٠٠ قدم مربع غرف تدريس/ مختبر. تتضمن التجهيزات تجهيزات إلكترونية نموذجية مثل راسمات الذبذبات (أوسيلوسكوبات) والمقاييس التعددية وعدادات التردد ومولدات التوابع ومزوّدات الطاقة. يتميز المرفق أيضا بوجود تجهيزات طبية حيوية تخصصية مثل محاكيات المريض وأجهزة اختبار السلامة وأجهزة اختبار مزيلات الرجفان وأجهزة اختبار الجراحة الكهربائية ومعايرات ضغط الدم فضلا عن الأجهزة الإكلينيكية النموذجية مثل أجهزة تخطيط القلب، وأجهزة مراقبة المريض ومزيلات الرجفان ومضخات المحاليل والمسجلات ووحدات القياس عن بعد. تبلغ القيمة الإجمالية للمعدات ما يقرب من ٢٠٠ ألف دولار تم شراء الجزء الأكبر منها بثلاثة منح حكومية. حصلت المنشأة أيضا على تبرعات مهمة من مستشفيات محلية حدّثت معداتها، وهي عبارة عن معدات قديمة قليلاً ولكنها لا تزال مفيدة للتدريس.

أعضاء هيئة التدريس
Faculty

يقوم أعضاء هيئة التدريس في الكلية بتدريس جميع المقررات. قدامى أعضاء هيئة التدريس حاصلون على درجة الماجستير أو الدكتوراه ولديهم خبرة تدريس كبيرة. أعضاء هيئة التدريس الجدد حاصلون نموذجياً على درجات دكتوراه. يقوم مهندسون إكلينيكيون بخبرة في الصناعة لا تقل عن خمسة عشر عاما بتدريس مقررات تكنولوجيا الهندسة الطبية الحيوية. يتم بشكل أساسي تعيين فني واحد في برنامج تكنولوجيا الهندسة الطبية الحيوية من أجل صيانة الأجهزة.

اللجنة الاستشارية
Advisory Committee

المدخلات مطلوبة من اللجنة الاستشارية من أجل التأكد من أن البرنامج الأكاديمي ينتج خريجين بالمعرفة والمهارات اللازمة للعمل بنجاح في بيئة إكلينيكية (سريرية). تتكون هذه اللجنة من ممثلين عن مستشفيات وشركات خدمات مشتركة وشركات مصنِّعة للأجهزة الطبية. يتم إبقاء أعضاء اللجنة على اطلاع على أي تغييرات مقترحة في المنهاج الدراسي، ويتم عقد اجتماعات سنوية على أقل تقدير لمناقشة هذه التغييرات وللحصول على مدخلات بشأن أي مسائل يعتبرها الأعضاء هامة.

الاعتماد
Accreditation

تعتمد لجنة اعتماد التكنولوجيا (TAC) في هيئة اعتماد الهندسة والتكنولوجيا (ABET) برنامج الهندسة والتكنولوجيا. تنشر هذه المنظمة سنويا معايير لاعتماد برامج في التكنولوجيا الهندسية. يتضمن هذا المنشور متطلبات عامة لجميع مقررات التكنولوجيا الهندسية، فضلا عن متطلبات لتخصصات خاصة. يطابق المنهاج الذي سبق وصفه كلا من المعايير العامة والخاصة. تتناول المعايير العامة مواضيع مثل كفاية موارد الكلية ومتطلبات المقررات التقنية. تغطي المعايير الخاصة متطلبات تنطبق فقط على منهاج التكنولوجيا الهندسية الطبية الحيوية. يمكن الحصول على هذه المعايير من ABET على العنوان التالي:

Accreditation Board for Engineering and Technology, Inc.
111 Market Place, Suite 1050
Baltimore, MD 21202
Telephone: 410-347-7700
Fax: 410-625-2238
E-mail: accreditation@abet.org

أو أن المعلومات متاحة على موقعهم الإلكتروني على الإنترنت: http://www.abet.org

المـــراجـــع

References

Aston R. Principles of Biomedical Instrumentation and Measurement. Merrill, 1990.

Carr JJ, Brown JM. Introduction to Biomedical Equipment Technology, 3rd ed. Upper Saddle River, NJ, Prentice Hall, 1998.

Dennerll JT. Medical Terminology Made Easy, 2nd ed. Albany, NY, Delmar Publishers, 1998.

Hines EW, Dyro JF. The BMET Internship Program at University Hospital, Stony Brook, New York. J Clin Eng 15:309, 1990.

٧٠

ورشات العمل المتقدمة في الهندسة الإكلينيكية

Advanced Clinical Engineering Workshops

Joseph F. Dyro
President, Biomedical Resource Group
Setauket, NY

Thomas M. Judd
Director, Quality Assessment, Improvement and Reporting,
Kaiser Permanente Georgia Region, Atlanta, GA

James O. Wear
Veterans Administration
North Little Rock, AR

إن برامج تعليم الهندسة الإكلينيكية (السريرية) متخلفة أو غير موجودة في معظم البلدان النامية، بل وحتى في بعض البلدان الصناعية. تعاونت منظمة الصحة العالمية (WHO) ومنظمة صحة عموم أمريكا (PAHO) وغيرها من الهيئات الدولية المعنية بتطوير الهياكل الأساسية (البنية التحتية) للرعاية الصحية مع الكلية الأمريكية للهندسة الإكلينيكية (ACCE) في تطوير وتنفيذ برنامج ورشة عمل متقدمة في الهندسة الإكلينيكية (ACEW) لتلبية الاحتياجات التعليمية. يقدم هذا الفصل نظرة رجعية لعشر سنوات من ورشات العمل المتقدمة في الهندسة الإكلينيكية (ACEW). لقد مثّل ما يقرب من ألف مشارك بمن فيهم أعضاء هيئة تدريس أكثر من ٥٠ بلداً في التخطيط للبرنامج، ويتضمن هذا الفصل أيضاً ميكانيكيات تطوير الـ ACEW والتنفيذ والمراجعة. يتضمن المشاركون في (١٨) ورشة عمل متقدمة في الهندسة الإكلينيكية (ACEW)حتى الآن صناع قرار في الرعاية الصحية ومديري مستشفيات ومسؤولي وزارات صحة وممرضات ومهنيين صحيين متحالفين وأطباء ومهندسين إكلينيكيين. لقد كانت النتائج إيجابية. لقد نشأت برامج في التعليم الهندسي الإكلينيكي والمشاركون حققوا تقدما في مناصب قيادية وتم تطوير سياسات إدارة تكنولوجيا صحية حكومية، وأتم مهندسون إكلينيكيون بنجاح متطلبات لترخيص في الهندسة الإكلينيكية.

شرح أسباب وأصول الورشات المتقدمة في الهندسة الإكلينيكية
ACEW Rationale and Origins

الاعتراف بالحاجة Recognition of Need

تبنى الاجتماع التاسع والأربعون للصحة العالمية (49th World Health Assembly) في أيار (مايو) من عام ١٩٨٧م قراراً بشأن الدعم الاقتصادي للإستراتيجيات الوطنية لـ "الصحة للجميع " دعا الدول الأعضاء إلى وضع برامج لإدارة أفضل وصيانة أفضل للأجهزة من خلال إجراءات مناسبة وتدريب الموظفين، ودعا منظمة الصحة العالمية لتوفير الدعم التقني اللازم لتأسيس مثل هذه البرامج (WHO, 1987). لقد عكست هذه الدعوة للعمل القلق المتزايد من جانب المجتمع الدولي إزاء الوضع غير المرضي في جميع أنحاء العالم فيما يتعلق بإدارة وصيانة واستخدام أجهزة الرعاية الصحية. شمل القلق أيضاً تدهور جودة تقديم الرعاية الصحية والهدر الناتج في الموارد الوطنية والدولية.

لقد تم إدراك الحاجة إلى ورشة عمل لتدريب وتحديث معلومات المهندسين الإكلينيكيين الرواد من أمريكا اللاتينية بعد مناقشات مع ممثلي قسم منظمة الصحة العالمية لتعزيز الخدمات الصحية ومع منظمة صحة عموم أمريكا (PAHO).

الكلية الأمريكية للهندسة الإكلينيكية American College of Clinical Engineering

قبلت الكلية الأمريكية للهندسة الإكلينيكية التحدي المتمثل في تنظيم ورشة العمل الأمريكية اللاتينية وطلبت مساعدة من الاتحاد الدولي للهندسة الطبية والحيوية (IFMBE) ومنظمة صحة عموم أمريكا (PAHO). قام كثير من أعضاء الـ ACCE بالسفر على نطاق واسع في مهام تطوعية لتقديم الدعم الهندسي الإكلينيكي للبلدان النامية. واعترافاً منه بالحاجة إلى تحسين مستوى إدارة تكنولوجيا الأجهزة الطبية والهندسة الإكلينيكية في الأمريكيتين وعلى مدى البلدان الصناعية والبلدان النامية، فقد وافق الـ ACCE على التصدر لتطوير ورش هندسة إكلينيكية متقدمة بالتعاون مع منظمات متحمسة أخرى.

أول ورشة هندسة إكلينيكية متقدمة First ACEW

تضمنت اللجنة المنظمة الأشخاص التاليين: Dr. Gloria Coe و Mr. Angel Viladegut من الـ PAHO، وDr.Robert Nerem من الـ IFMBE، و Mr. Frank Painter و Dr. Yadin David و Dr. Binseng Wang من الـ ACCE. عُقدت الورشة المتقدمة الأولى للهندسة الإكلينيكية في واشنطن العاصمة (Washington, DC) في حزيران (يونيو) عام ١٩٩١م في مبنى منظمة الصحة لعموم أمريكا (Advanced Clinical Engineering Workshop, 1991). قام ١٩ عضو هيئة تدريس بتدريس ٢٢ مشاركا، قدم معظمهم من ١٤ بلداً أمريكياً لاتينياً. أعقب أسبوعين من المحاضرات التعليمية أسبوعان من التدريب العملي الملموس في الإدارة التقنية على تكنولوجيات مختارة في مؤسسات مختلفة في

جميع أنحاء الولايات المتحدة. تلقى سبعة مشاركين تمويلا من من مشروع أمريكا الوسطى (غواتيمالا) التابع لمنظمة صحة عموم أمريكا، بينما استخدم آخرون تمويلاً شخصياً ودعماً مؤسسياً. تمت أخذ رصيد الإيرادات من تسع شركات هي: Hewlett-Packard و SpaceLabs و Electric General و ReMedPar و Physio-Control و Ohmeda و J&J/Critikon و Siemens و DIAL. سكن أعضاء هيئة التدريس والمشاركون في سكن طلاب جامعة جورجتاون.

التصميم والميكانيكيات والتنفيذ
Design, Mechanics, and Implementation

احتياجات المُضيف Host Needs

يتم تفصيل الـ ACEWs وفقا لاحتياجات البلد المضيف أو المنطقة واحتياجات المشاركين.

التخطيط Planning

الميزانية:

يتم إعداد ميزانية تتضمن نقل وسكن وإطعام أعضاء هيئة التدريس والمشاركين وأيضاً تكاليف المرافق ومواد التوثيق والمترجمين والدعاية. تُضاف أي رسوم تسجيل إضافة إلى أي منح ومساهمات من رعاة ورشة العمل إلى عمود الإيرادات.

الاتفاقات:

تضمن الاتفاقات المكتوبة الرسمية أن يتم تمويل ورشة العمل. يوصى بالتمويل المسبق لسفر أعضاء هيئة التدريس والبدلات اليومية للحد من احتمالات التأخير في السداد.

الراعون Sponsors

قدمت منظمة الصحة العالمية (WHO) ومنظمة صحة عموم أمريكا (PAHO) الجزء الأكبر من الدعم المالي لبرنامج الـ ACEW. بالإضافة إلى ذلك ساهمت شركات أجهزة طبية وناشرون مثل Aspen Press ومجلة Journal of Clinical Engineering ومنظمات بحثية مثل ECRI نقداً أو عينياً. مولت شركات الأجهزة الطبية تكاليف وجبات الغداء والعشاء وحفلات الاستقبال وقدمت موظفين متخصصين لإلقاء محاضرات في الـ ACEWs. قدمت منظمات غير حكومية ومؤسسات خاصة دعماً ماليا لورشات العمل.

الدعم المحلي Local Support

يشمل الدعم المحلي الترجمة والوسائل السمعية البصرية والنقل والمناسبات الاجتماعية والتصوير الفوتوغرافي والعلاقات العامة والعلاقات الإعلامية والإعلان والتسجيل وتصوير الوثائق (فوتوكوبي)، واستقبال أعضاء هيئة التدريس في المطار ونقلهم الى أماكن ورشة العمل والإسكان. بالإضافة إلى ذلك قام بعض المنظمين المحليين بتأمين مصور محترف لالتقاط صور خلال ورشة العمل يمكن شراؤها مقابل كلفة اسمية.

التصميم Design

يتم أخذ احتياجات ورغبات البلد المضيف أو المنطقة المضيفة بالاعتبار عندما يقوم منسق ورشة العمل وأعضاء هيئة التدريس بتجميع برنامج الـ ACEW. يتم إرسال مسودة البرنامج إلى المضيفين الذين يجرون عادة ما تعديلات طفيفة.

طول ورشة العمل Length of Workshop

يبدأ يوم نموذجي في الساعة ٨:٣٠ صباحا وينتهي عند الساعة ٥:٣٠ مساء. ليس من غير المألوف للجلسات أن تستمر إلى ما بعد الساعة ٦:٠٠ مساء وأن تستمر حتى الليل حول مواضيع ذات اهتمام خاص. امتحانات الترخيص تحدث في المساء مما يستتبع العمل الإضافي لأعضاء هيئة التدريس حيث يقومون بتوزيع ومراقبة وتقييم الامتحانات. يتم جدولة الاستراحات ووجبة الغداء. تراوحت الفترة الزمنية للجزء المتعلق بالمحاضرات التعليمية للـ ACEWs بين ثلاثة أيام (Brazil, 2001) وأسبوعين (Boston, 1993). تراوحت فترات التدريب العملي من أسبوع إلى أسبوعين. يفيد أعضاء هيئة التدريس عن مستوى عال من التفاعل والالتزام بالتعلم في جميع الـ ACEWs وأن المشاركين ينتبهون ويحترمون هيئة التدريس.

المشاركون Participants

يتم في بعض الحالات اختيار المشاركين في عملية رسمية ولكن بدرجات متفاوتة من النجاح. يضيف المشاركون الكثير إلى نجاح الـ ACEWs. وعلى الرغم من أن المشاركين قد يكونون غير راغبين في التحدث وطرح الأسئلة والتفاعل مع أعضاء هيئة التدريس في بداية ورشة العمل إلا أن هذا التحفظ غالباً ما يختفي بعد استقبال وترحيب اليوم الأول بالمشاركين الذي يسهّل التفاعل الاجتماعي والحميمية. يستمتع جميع المشاركين بتفاعل حيوي عند نهاية الـ ACEW. يُنشئ هذا التفاعل بيئة تعلم قوية، ويزيد من مستوى الاستقبالية لدى المشاركين، ويسمح لأعضاء هيئة التدريس بأن يتعلّموا الكثير عن المشاكل التي يواجهها المشاركون في عملهم اليومي. وغالباً ما يغادر أعضاء هيئة التدريس هذه المناقشات مبهورين بالحلول الفريدة والمبدعة للمشاكل في مواجهة موارد محدودة.

هيئة التدريس Faculty

التكوين:

تُستمد نواة الهيئة التدريسية من صفوف عضوية الـ ACCE. تتضمن الهيئة التدريسية المساعدة مجموعة مختارة من خبراء في الهندسة الإكلينيكية وإدارة تكنولوجيا الأجهزة الطبية ومن حقول منقلة أخرى مثل تنمية الموارد البشرية وتحسين الأداء والتحفيز والروح المعنوية عند التعامل مع التغيير وقياس وتحسين رضا العملاء. يساهم أعضاء هيئة تدريس من البلدان المضيفة المحلية والبلدان في المنطقة المجاورة مباشرة بشكل جوهري في ورشة العمل، حيث إن

هؤلاء الأفراد هم عادة من الناطقين بلغة أهل البلاد الأصليين ولهم صلة جيدة بالمشاركين. يقر أعضاء هيئة التدريس التابعين للـ ACCE بأن هناك الكثير ليتعلموه من خبرات أعضاء هيئة التدريس المحليين هؤلاء. تشجع الـ ACCE جميع أعضائها على المشاركة في برنامج الـ ACEW وتحتفظ بقائمة للمتحدثين المهتمين. التكوين النموذجي لأعضاء هيئة تدريس لـ ACEW هو ثلاثة إلى أربعة أعضاء من ذوي الخبرة وواحد أو اثنين من أعضاء هيئة التدريس للمرة الأولى.

التعويض والأمور المالية:

يتم تعويض أعضاء هيئة التدريس عن نفقات السفر والطعام والسكن ولكن لا يحصلون على مرتب أو مكافأة أو تعويض آخر عن وقتهم وجهدهم. قد يتم تسديد المصروفات المتكبدة خلال إعداد المواد، ولكن أعضاء هيئة التدريس عادة ما يعتمدون على حسن نية شركاتهم أو مؤسساتهم التجارية لتغطية نفقات الورق والطباعة والنسخ وخدمات الهاتف والفاكس. قلم الـ ACCE ACEW هو بند تكاليف محل تقدير كبير. يحصل جميع المشاركين في ورشة عمل على قلم منقوش عليه مكان وتاريخ الـ ACEW. بالإضافة إلى ذلك يوزع أعضاء هيئة التدريس في كثير من الأحيان بنوداً على المشاركين تتضمن أقلاماً وأدوات صغيرة وكتباً وكتالوجات وحاميات جيب وقبعات وقمصاناً.

منسق ورشة العمل:

يحافظ منسق الـ ACEW على الاتصال مع المضيفين المحليين والراعين وهيئة التدريس. يحدد المنسق مسؤوليات المحاضرات ويتأكد من استكمال أعضاء هيئة التدريس لمحاضراتهم وتسليمهم المواد في الوقت المناسب. يجمع المنسق جميع المحاضرات في وثيقة واحدة تسمى "وقائع الـ ACEW" ("ACEW Proceedings") لتوزيعها على جميع المشاركين. يبقي المنسق ورشة العمل على الجدول الزمني ويلائم تسويات الدقيقة الأخيرة. يعطي المنسق عبارات الترحيب ويقدّم الزملاء أعضاء هيئة التدريس.

هيئة التدريس:

هيئة التدريس هي المسؤولة عن إعداد محاضراتها والشرائح وأجهزة الإسقاط وأشرطة الفيديو والنشرات والملخصات ومواد ورشة العمل الأخرى. وفي حين أنها هي المسؤولة عن محاضراتها إلا أن أعضاء هيئة التدريس يعتمدون أيضاً على مواد قُدِّمت في ACEWs سابقة مشار إليها في منهج الـ ACEW وموصوفة لاحقا في هذا الفصل. اللباس لباس عمل في اليوم الأول وعادي لاحقاً في الأسبوع. سرعان ما يُلقى بالسترات (الجاكيت) في المناخات المدارية في حين يتم ارتداء الملابس الوافرة في أيلول (سبتمبر) البارد الرطب في موسكو.

الأمكنة: Venues

خدمت الفنادق والمستشفيات والبنوك والجامعات ومراكز المؤتمرات ومنازل الاستراحة والمكتبات والمباني الحكومية جميعها كأماكن للـ ACEWs مثلها مثل قاعات المحاضرات والصفوف والمختبرات وقاعات المؤتمر.

المرافق Facilities

ينبغي أن تتضمن مرافق ورشة عمل ما يلي: وصولاً سهلاً إلى الغداء ومناطق الاستراحة، وإضاءة مناسبة وآلات تصوير وثائق، ووسائل اتصالات (مثل البريد الإلكتروني والفاكس والهاتف)، ومقاعد ملائمة، وضبط لمستوى الصوت، ونظام مخاطبة الجمهور مع ميكروفونات منبرية ومتنقلة. وينبغي أن توضع طاولة في أو بالقرب من غرفة الصف من أجل منشورات اللحظة الأخيرة أو الأوراق الكبيرة جدا التي من غير الممكن إدراجها في وقائع الـ ACEW.

تنسيق العرض التقديمي Presentation Format

يتفاوت تنسيق العروض تفاوتا كبيراً، وغالبا ما يعكس أسلوباً تدريسياً مفضلاً لعضو هيئة التدريس. يمكن للعروض التقديمية أن تكون: ١- محاضرات فردية مع فترات أسئلة وأجوبة، ٢- حلقات نقاش، ٣- محاضرات مع مناقشة جماعية موجهة، ٤- محاضرات مع تمارين، ٥- مجموعات منفصلة لحل المسائل أو لعب الأدوار حيث يلعب المشاركون أدوار أعضاء لجنة المشتريات مثل مدير المستشفى أو المهندس الإكلينيكي أو الممرضة أو الطبيب أو مدير الشؤون المالية. أثبتت المناقشات الجماعية حيث لا يكون أعضاء هيئة التدريس موجودين فعاليتها في المراجعة النقدية لورشات العمل. لقد كانت مثل هذه المراجعات جزءا من كل ACEW وأسهمت جوهرياً في تحسين الجودة.

قد يقف المحاضر أمام المشاركين على منبر أو يستخدم ميكروفوناً متنقلاً ويتحرك داخل الغرفة مع المشاركين مجمعين في طاولات في ترتيبة على شكل حدوة حصان حتى يتمكنوا من رؤية وجوه بعضهم (Dyro, 2000).

المواد Materials

يمكن أن تشمل المواد اللازمة للمحاضرات سبورة سوداء أو بيضاء أو أوراق قلب على حامل أو جهاز إسقاط رأسي أو جهاز إسقاط شرائح ٣٥ ملم أو جهاز فيديو أو جهاز إسقاط فيديو أو جهاز كمبيوتر محمول (لاب توب). تتضمن مواد مساعدة أخرى الورق ورقائق الإسقاط الشفافة وأقلام توسيم ملونة لرقائق الإسقاط الشفافة ومؤشراً ليزرياً وساعة أو مؤقتاً.

التدريب العملي Practicum

يتم تمضيةالأيام أو الأسابيع التالية مباشرة لعرض تقديمي في غرفة صف من أسبوع أو أسبوعين بالعمل والتعلم في منشأة هندسة إكلينيكية أومستشفى أو مختبر بحوث أو موقع تصنيع.

زيارات الموقع Site Visits

يزور المشاركون وهيئة التدريس مستشفيات محلية ومنشآت تصنيع ومراكز أكاديمية في أثناء فعاليات الـ ACEW ذات الأسبوع أو الأسبوعين. يفضَّل أن يتم ترتيب وتحديد مواعيد هذه الزيارات قبل الـ ACEW، إلا أنه يمكن ترتيبها أثناء الـ ACEW حسبما تمليه الحاجة والمصلحة.

التقييم Evaluation

يتم إكمال نماذج التقييم في اليوم الأخير من الـ ACEW، وتُظهر مناقشة مفتوحة تعليقات وانتقادات من جانب المشاركين.

الأرشفة Archiving

يتم توثيق فعاليات ACEW بشكل روتيني من خلال تقارير منشورة. يحتفظ أعضاء هيئة التدريس بالمنشورات ومواد المحاضرات لاستخدامها في ACEWs مستقبلية. غالبا ما تكون المواد على شكل مقالة تقنية وعلمية معاد طبعها وصور فوتوغرافية وأقراص مدمجة وشرائح وأشرطة وشرائح إسقاط، إلا أن العروض التقديمية ببرنامج PowerPoint® اكتسبت تفضيلاً لدى الهيئة التدريسية، ويتم تشجيعهم على استخدام البرنامج لأن التخزين الإلكتروني للعروض التقديمية يسهل نشر محتوى الـ ACEW.

ورشة عمل متقدمة نموذجية في الهندسة الإكلينيكية
Typical ACEW

جلسات التخطيط Planning Sessions

الذي يقوم بتحديد الحاجة إلى ACEW هو إما منظمة الصحة العالمية (WHO) أو منظمة صحة عموم أمريكا (PAHO). غالبا ما تطلب بلدان فردية ACEWs عندما تكتشف تأثيرها على نظم الرعاية الصحية في بلدان مجاورة. تجري الـ WHO أو الـ PAHO الاتصالات مع منسق ورشات العمل في الـ ACCE من أجل الجدولة بمجرد أن يتم تحليل القيود المتعلقة بالميزانية وتحديد الجدوى. يحدد المنسق والبلد المضيف والوكالة الراعية موعداً ويبدأ التخطيط. يحدد المنسق هيئة التدريس ويبدأ في تخطيط الـ ACEW

إعداد المحاضرات Lecture Preparations

يكمل أعضاء هيئة التدريس محاضراتهم ومواد المنشورات قبل الـ ACEW، ويتم تشجيعهم على تقديمها باستخدام برنامج الـ PowerPoint®.

اجتماع الوصول والاجتماع التنظيمي Arrival and Organizational Meeting

يجتمع أعضاء هيئة التدريس عند وصولهم إلى موقع الـ ACEW لمناقشة ورشة العمل القادمة. تتضمن الشواغل الخاصة: تغييرات اللحظة الأخيرة في البرنامج؛ طلبات للحصول على وحدات إضافية؛ طلبات لمشاركة

محلية، زيارات الموقع؛ والجداول الزمنية لكبار الشخصيات ومسؤولي الصحة والصحافة. في هذا الوقت يتم عمل تعديلات اللحظة الأخيرة على التوجه ونقاط تركيز المحاضرات. يتم أخذ الطلبات الخاصة بالاعتبار وإدراجها إذا أمكن ذلك. لم يحدث مرة أن تم اتباع الجدول الزمني لـ ACEW حرفياً، لأن التغييرات تنشأ دائماً وتتطلب مرونة من قبل هيئة التدريس.

احتفالات اليوم الأول First-Day Ceremonies

يتألف يوم أول نموذجي مما يلي: يعطي منسق ورشة العمل وممثلو المنظمات المضيفة والرعاة المحليون وكبار الشخصيات والسياسيون ومسؤولو الصحة مقدمات. يقدم أعضاء الهيئة التدريسية أنفسهم بسير ذاتية مختصرة ووصف للموضوعات المراد تغطيتها. يعطي المنسق عرضا لأهداف ورشة العمل ويصف جداول الأيام المقبلة بالتفصيل. يتم توزيع الجدول الزمني للأسبوع سوية مع خلاصة المحاضرات ووثائقها الداعمة. يتم توزيع المنشورات الأخرى أيضاً في هذا الوقت. بعد الانتهاء من المحاضرات الرسمية في اليوم الأول يتمتع أعضاء هيئة التدريس والمشاركون بحفل استقبال ترحيبي. إن إقامة علاقة مع المشاركين في حفل الاستقبال يقوّي تبادلاً للمعلومات زائداً في الفترة المتبقية من ورشة العمل. ينتج عن مثل هذه الوظائف الاجتماعية مشاركات طويلة الأمد تعود بالنفع على أعضاء هيئة التدريس والمشاركين.

يوم ورشة عمل نموذجي Typical Workshop Day

تبدأ ورش العمل حوالي الساعة ٨:٠٠ صباحا وتنتهي في الساعة ٥:٠٠ بعد الظهر مع فترات استراحة صباحية ومسائية واستراحة غداء تؤخذ أثناء النهار. ينبغي ألا تستمر المحاضرات لأكثر من ساعة ونصف الساعة من دون إعطاء المشاركين فرصة ليستريحوا. يمكن للمحاضرات أن تتضمن أياً من عدد المواضيع الواردة في منهج الـ ACEW (Dyro and Wear, 2001) وقد تم نشر توصيفات تفصيلية لمحتويات الـ ACEWs الماضية (Wear, 1995) و(Advanced Clinical Engineering Workshop, 1991) و(Dyro, 1996) و(Dyro, 1999a) و(Dyro, 1999b) و(Judd and Dyro, 1999) و(Dyro, 2000c) و(Dyro, 2000a) و(Dyro, 2001) و(Clark, 2002).

البرامج الاجتماعية Social Programs

تشكل البرامج الاجتماعية جزءاً لا يتجزأ من معظم الـ ACEWs. قد تتضمن هذه البرامج استقبالاً بسيطاً مع قهوة وشاي ووجبات خفيفة أو مأدبة عشاء رسمية. يقوم المضيفون المحليون في كثير من الأحيان بتنظيم رحلات إلى مواقع علمية وطبية وتاريخية وثقافية ومعمارية وبيئية. وفي حين أن معظم أعضاء هيئة التدريس يكون حاضراً لمحاضرات بعضهم بعضاً إلا أنه يمكن اتخاذ ترتيبات لعضو هيئة تدريس معين لقضاء بعض الوقت الحر في زيارة المعالم المحلية.

احتفالات الختام والتقييم Closing Ceremonies and Evaluation

يتم منح شهادات المشاركة للمشاركين كما يمكن أن يحصل عليها أيضا أعضاء هيئة التدريس. إنه أمر ليس بغير عادي أن يقوم المشاركون عرفاناً منهم بمساهمات أعضاء هيئة التدريس بتقديم هدايا صغيرة مثل مشغولات يدوية أو كتب تصف المدينة أو البلد. تتضمن احتفالات الختام أيضاً صوراً جماعية.

الحوادث العرضية
Misadventures

التأشيرات Visas

لمطار شيرميتيفو (Sheremetyevo) بموسكو محطتان طرفيتان (terminals) (١ و ٢). طار عضو هيئة التدريس Bob Morris من الصين إلى موسكو حيث كان من المقرر أن يلتقي زميله Al Jakniunas الذي كانت لديه تأشيرة Bob. انتظر Al في المحطة الطرفية ٢ ووصل Bob إلى المحطة الطرفية ١. ولأنه من دون تأشيرة، ذهب Bob مباشرة إلى زنزانة احتجاز وتم حجز مكان له على متن الرحلة التالية عائداً إلى الصين. وجد فريق البحث التابع لـ ACEW بعد ساعات من البحث في المطار Bob ناظراً من خلال نافذة زنزانته. بتأشيرة في اليد استمرت ورشة العمل.

الطوارئ الطبية Medical Emergencies

مرض عضو هيئة التدريس Al Jakniunas بمشكلة معوية في طريقه إلى موسكو. أمر كبير الجراحين في المستشفى العسكري الأعلى في موسكو الذي كان أحد المشاركين ورشة العمل بنقله إلى المستشفى لإجراء عملية جراحية طارئة. وبعد أربع ساعات تحت المشرط تم إصلاح أمعاء Al وتعافى تماما أثناء أسبوعي الاستجمام في جناح كبار الشخصيات.(Dyro, 1999b)

الالتهابات المعوية الناتجة عن أطعمة منظفة بشكل غير كافٍ (مثل برتقالات مغسولة في رافد نتن لنهر النيل) ليست غير شائعة خلال الرحلات في أراض أجنبية.

إن حالة طارئة مسبقة مثل إصابة أحد أعضاء هيئة التدريس بمرض أياماً قبل الـ ACEW في المكسيك أو أثناء الـ ACEW تعني أن يقوم عضو هيئة تدريس بإلقاء المحاضرة مكان عضو هيئة تدريس المصاب. كان المؤلف على موعد مع القدر، ولكن المضيف المحلي سهّل لحسن الحظ الحصول على خدمات طبيب أسنان ماهر لعلاج خراج أسنان.

المشاركون ليسوا في مأمن من حالات الطوارئ، فبنوبة ريو وجد مشارك في ACEW في بَنَما نفسه في المستشفى.

يوصى بشكل قوي بالتأمين الصحي. وفي الواقع تتضمن عقود منظمة الصحة العالمية تغطية تأمينية لجميع أعضاء هيئة التدريس.

النقل الجوي والبري Air and Ground Travel

خلال مرحلة التدريب العملي للـ ACEW الأول ركب ١٢ مشاركا في عربة في محطة Frank Painter لزيارة موقع في مدينة نيويورك. وفي الطريق من Trumbull, CT إلى وجهتهم انهار نظام تعليق عربة المحطة المحمَّل بشكل زائد.

أخذ Tom Bauld حصته باعتباره عضو هيئة تدريس لأول مرة في ACEW في بَنَما (Bauld, 2001). لقد عنت تأخيرات صيانة طائرة تفويت رحلة وقضاء ليلة في فندق المطار. تم اعتقال عصابة كان مقرها في فندق لا يبعد كثيرا عن مكان انعقاد الـ ACEW ووجهت إليها تهمة التآمر لاغتيال فيدل كاسترو الذى كان يحضر قمة دول أمريكا اللاتينية. أثناء المشي عبر الحديقة الوطنية في ظل نخلة عملاقة سقط غصن بالكاد جانبنا.

فقدان أو تأخر حقائب ليس غير شائع. كان Bob Morris يلبس ملابساً اقترضها من أربعة آخرين في فريقه.

شاهد تلك الحفر والحمير وسائقي السباق! قد تختلف الطرق المحلية وظروف حركة المرور والسائقين في النوعية عن تلك التي اعتاد أعضاء هيئة التدريس عليها.

أحداث غير متوقعة وأحداث لا تنسى Unexpected and Memorable Events

قام إرهابيون بتفجير مجمعات سكنية في موسكو أثناء أسبوع الـ ACEW. أبقى الانفجار بالقرب من السفارة الأميركية في لِيما على أعضاء هيئة التدريس في الفندق مما حد بشدة من رؤية المناظر (Painter, 2002).

امتحنت نيران وميضية أثناء الـ ACEW في Quayaquil بالإكوادور مهارات المشاركين في التحقيق في الحوادث وفي تحليل الأسباب الأصلية (الجذرية) (Dyro, 2001). اندلع أثناء محاضرة عن مقاربة الأنظمة للتحقيق في الحوادث حريق في مخزن المواد الغذائية خارج غرفة الصف مباشرة. ملأ دخان أسود لاذع المنطقة مرسلاً أعضاء هيئة التدريس والمشاركين اللاهثين في بحث عن الهواء النقي. بعد أن تم إخماد الحريق وانقشع الدخان طلب المحاضر من فرق المشاركين أن يمارسوا ما تعلموه لتوّهم. وأسفرت التحقيقات التالية عن نتائج تم تقديمها إلى صف ورشة العمل. قام عضو هيئة التدريس بنقد المحاضرات وتوجيه الصف في المساهمة بأفكارهم في التحليل.

اختفى أعضاء هيئة التدريس تقريبا على سور الصين العظيم في الـ ACEW في بكين. لحسن الحظ كان أحد أعضاء هيئة التدريس، الدكتور Binseng Wang، كان نوعا ما على دراية بلغة أهل البلاد الأصليين وحصل على التوجيهات اللازمة للعودة إلى ورشة العمل.

غالباً ما كان انقطاع التيار الكهربائي الذي منع أجهزة الإسقاط من العمل يقرر توقيت فواصل الاستراحة أثناء الـ ACEW في نيبال (Wear, 2001).

يحسن الجميع صنعا باستخدام الفلسفة التي يمارسها الرحالة العالمي المخضرم والمربي Bob Morris. غالباً ما وجد نفسه أثناء حياته المهنية اللامعة في وضعيات صعبة لم يستطع أن يفعل شيئا حيالها. لقد حافظ على الهدوء والسكينة لأن فعل غير ذلك (مثل أن يصبح غاضباً او مكتئباً) لن يغير الوضع.

نظرة استرجاعية للـــ ACEW

ACEW Retrospective

لقد تم تقديم ما مجموعه تسع عشرة ACEWs منذ الـ ACEW الأولى في واشنطن العاصمة في عام ١٩٩١م. وفيما يلي قائمة بأسماء تلك الورشات.

قائمة بورشات الهندسة الإكلينيكية المتقدمة وتقاريرها المنشورة:

1. Washington, DC—June 1991 (Advanced Clinical Engineering Workshop, 1991).
2. Boston–May–June 1993 (Second International Advanced Clinical Engineering Workshop Executive Summary, 1993; Wear, 1995).
3. Beijing–November 1995 (Dyro, 1996).
4. Washington, DC–June 1997 (Advanced Workshop, 1997).
5. Mexico City–November 1998 (Dyro, 1999c).
6. Hartford, Connecticut–June 1999 (Dyro, 1999a).
7. Moscow–September 1999 (Dyro, 1999b).
8. Cape Town, South Africa–November 1999 (Judd and Dyro, 1999).
9. Santo Domingo, Dominican Republic–March 2000 (Dyro, 2000c).
10. Chicago, July 22-23, 2000 (Dyro, 2000b).
11. Vilnius, Lithuania–September 18-22, 2000 (Dyro, 2000a).
12. Panama City, Panama–November 13–17, 2000 (Hernández, 2001; Bauld, 2001).
13. Guayaquil, Ecuador–March 26-30, 2001 (Dyro, 2001).
14. Nepal–April 9-13, 2001 (Wear, 2001).
15. Havana, Cuba–May 2001 (David, 2002).
16. Brazil–June 4-6, 2001 (Wear, 2001).
17. Costa Rica–February 25-March 1, 2002 (Clark, 2002).
18. Lima, Peru–March 18-22, 2002 (Painter, 2002).
19. Guayaquil, Ecuador–September 9–13, 2002 (Gentles, 2002).

منهاج الـــ ACEW

ACEW Syllabus

بعد أن أدركت منظمة الصحة العالمية قيمة الـ ACEWs دعمت تطوير منهاج للـ ACEW.(Dyro et al, 2003) . ليس هناك ورشتان متشابهتان تماماً لأن الاحتياجات التعليمية وجهود تنمية الرعاية الصحية تختلف من بلد إلى آخر. التقدم في التكنولوجيا والممارسات تستمر بالتغير مع الزمن. يتضمن المنهج وصفا تفصيليا للنماذج الكثيرة التي تكوّن ورشة عمل متقدمة في الهندسة الإكلينيكية.

مواصفات منظمة الصحة العالمية WHO Specifications

من أجل ملاءمة أفضل للمحتوى التعليمي للـ ACEW لاحتياجات البلد المضيف أو المنطقة المضيفة قررت منظمة الصحة العالمية أن المنهاج ينبغي أن يتضمن "قائمة تسوق" بمختلف المواضيع التي تتوجه إلى جميع جوانب الهندسة الإكلينيكية وإدارة تكنولوجيا الرعاية الصحية. تتضمن المواضيع تلك التي تناسب الاحتياجات التعليمية لجميع مستويات المشاركين في البنية التحتية للرعاية الصحية ؛ أي مسؤولي وزارة الصحة ومديري المستشفيات

ومديري الهندسة الإكلينيكية والمهندسين الإكلينيكيين والمربين وأصحاب المهن الصحية المتحالفة. يمكن الرجوع إلى المنهاج بعد ذلك أثناء دورة التخطيط لـ ACEW بين المنطقة أو البلد المضيف وأعضاء الهيئة التدريسية لـ ACEW.

المساهمون Contributors

يحتوي المنهاج تحت توجيه ومواصفات منظمة الصحة العالمية على خطوط عريضة تمثيلية لـ ACEW لمدة أسبوعين. خدم أعضاء الهيئة التدريسية التالية في ACEWs وقدموا الجزء الأكبر من مادة المنهاج : Tobey Clark وYadin David وJoseph Dyro وJonathan Gaev وDavid Harrington وAlfred Jakniunas وGeorge Johnston وThomas Judd وRobert Morris وFrank Painter وMladen Poluta وHenry Stankiewicz وBinseng Wang و James Wear.

المحتويات Contents

يتألف المنهاج المكوّن من ٢٣٢ صفحة من نحو ٦٥ وحدة (موديول) كلها قُدِّمت مرة واحدة على الأقل في واحدة من ورشات العمل التي قُدِّمت حتى الآن. كل وحدة تتألف ما يلي : ١- أهداف التعلم، ٢- ملخص المحاضرة، ٣- الخطوط العريضة للمحاضرة، ٤- المراجع. الوحدات مجمعة في المجالات التالية : ١- مقدمة، ٢- إدارة الصيانة و الخدمات، ٣- سياسة إدارة معدات الرعاية الصحية الوطنية، ٤- تقييم احتياجات المرافق الصحية والتخطيط، ٥- تحليل الآثار، ٦- إستراتيجيات الاختيار والشراء، ٧- نظم المعلومات، ٨- تقييم التكنولوجيا، ٩- تخصيص الموارد، ١٠- تنمية الموارد البشرية، ١١- السلامة، ١٢- إدارة المخاطر، ١٣- تحسين الجودة، ١٤- أنظمة الخدمات، ١٥- تحديد الأعطال، ١٦- محاضرات تقنية عن الأجهزة الطبية، ١٧- ملخص لغايات الورشة وأهدافها. يتوجه المنهاج فعلياً إلى جميع جوانب الهندسة الإكلينيكية وإدارة تكنولوجيا الرعاية الصحية تقريباً، ويقدم بذلك دليلا قيما لأي برنامج تعليمي في هذه المجالات.

تحليل القيمة Value Analysis

نشأت، كنتيجة مباشرة لـ ACEWs التي قُدِّمت حتى الآن، برامج في تعليم الهندسة الإكلينيكية ؛ وحقق المشاركون تقدما في المناصب القيادية ؛ وتم تطوير سياسات إدارة التكنولوجيا الصحية الحكومية ؛ وأتم مهندسون إكلينيكيون بنجاح المتطلبات للحصول على ترخيص في الهندسة الإكلينيكية.

المؤشرات Indicators

عدد الـ ACEWs : ١٩

عدد المشاركين : أكثر من ١٠٠٠

امتحانات الـ CCE : أكثر من ٢٠

صعود السلم الوظيفي:

صعد العديد من المشاركين في هرميات مؤسساتهم أو أقدموا على مبادرة في البنية التحتية للرعاية الصحية مثل شركات إدارة أجهزة طبية جديدة. أحد المشاركين مستشار خاص لرئيس المكسيك حالياً، وآخر أسس برنامج خدمات مشتركة ناجحاً في البرازيل.

البرامج الأكاديمية:

تكثفت النية لإنشاء برامج أكاديمية في مجال الهندسة الإكلينيكية وتجري حالياً مناقشات بين أعضاء الهيئة التدريسية في الـ ACEW والمؤسسات الأكاديمية في البلدان المضيفة لتطوير برنامج.

التقييمات:

كانت تقييمات المشاركين في ACEW ممتازة دائماً.

الدفاع عن الهندسة الإكلينيكية:

بالرغم من أن من الصعب قياس حدوث تقدم في مهنة الهندسة الإكلينيكية إلا أن الاعتراف الاسمي آخذ في التزايد. تضمّن الهيئات الحكومية توصيات قُدِّمت خلال ACEWs في القوانين واللوائح التنظيمية.

المزايا والعيوب Advantages and Disadvantages

أعضاء هيئة التدريس:

يمكن لأعضاء هيئة التدريس أثناء السفر زيارة أقاربهم في أراضٍ أجنبية واكتساب التقدير للعادات والمطبخ والثقافة المحلية وتحسين مهارات الرقص واللغة وتعزيز العلاقات الودية مع المهنيين في مختلف أنحاء العالم والتعلم من المشاركين والهيئة التدريسية من البلدان المضيفة وبلدان أخرى. بالرغم من أن العمل الشاق والسفر طويل، وعلى الرغم من أن الوقت يضيع عندما يكون المرء بعيداً عن مشاريع شغالة في الوطن، إلا أن الرأي العام للهيئة التدريسية هو أن المشاركة في الـ ACEWs تمثل توسعاً في الخبرة وتغييراً رائعاً في وتيرة الحياة وفرصة لزيارة مناطق أخرى من العالم. تختلف هذه الزيارات بشكل واضح من حيث إن المضيفين يقدمون نظرة شخصية نادرا ما يتم الحصول عليها عند يسافر المرء كمجرد سائح فقط.

يتلقى المشاركون تعليماً من الطراز العالمي في الهندسة الإكلينيكية في بلدانهم. هذا يقلل من نفقاتهم. في كثير من الأحيان تكون تكاليف السفر الجوي والإقامة والعيش أمراً مثبطاً. الآن يصبح التعليم في متناول اليد.

البنية التحتية في البلدان النامية:

لمعظم البلدان النامية سياسات لإدارة تكنولوجيا الرعاية الصحية بدائية في أحسن الأحوال أو غير موجودة في أسوأ الأحوال.

التواصل:

يتم تشجيع المشاركين على البقاء على اتصال مع أعضاء هيئة التدريس. الوصول إلى الإنترنت يعزز التواصل. وقد استضافت هيئة التدريس مشاركين يزورون الولايات المتحدة بعد حضور الـ ACEW.

الموارد النفقات:

الـ ACEWs وسيلة فعالة من حيث التكلفة لتوفير تعليم من مستوى عالمي لأولئك الذين يرجح أن يستفيدوا منها.

الاستنتاج
Conclusion

أثبتت الـ ACEWs أن لها تأثيراً إيجابياً على تطوير تعليم الهندسة الإكلينيكية وممارستها حول العالم. لقد زادت الـ ACEWs من الوعي بأن إدارة تكنولوجيا الرعاية الصحية هي لبنة بناء أساسية في نظام الرعاية الصحية لأي أمة. وأثبتت الـ ACEW نفسها بأنها وسيلة فعالة لنقل المعلومات في فترة زمنية قصيرة نسبيا مع إنفاق متواضع للموارد المالية. سوف يستمر استخدام الـ ACEW بشكل جيد في المستقبل. من بين البلدان التي تم تحديد حاجة ورغبة فيها لورشات عمل متقدمة في الهندسة الإكلينيكية التعرف: جامايكا والمكسيك وفنزويلا وكازاخستان وقرغيزستان ومنغوليا وطاجيكستان وتركمانستان وأوزبكستان ومولدافيا والهند وأوكرانيا وأرمينيا.

المراجع
References

Advanced Clinical Engineering Workshop. ACCE News 2(1):8, 1991.

Advanced Workshop. ACCE News 7(4):1, 8, 1997.

American College of Clinical Engineering. Guidelines for Medical Equipment Donation. ACCE, Plymouth Meeting, PA, 1995.

Bauld T. Bauld Reflects on Panama ACEW: A First-Time Faculty Member Opens His Diary to the Reader. ACCE News 11(1):7-8, 2001.

Clark T. Costa Rica Welcomes ACCE Team at Workshop. ACCE News 12(3):13-14, 2002.

David Y. Advanced Clinical Engineering Workshop: Havana, Cuba. ACCE News 12(1):15, 2002.

Dyro JF, Wear JO, Grimes SL, Baretich MF. Advanced Clinical Engineering Workshop Syllabus, Plymouth Meeting, PA, ACCE, 2003.

Dyro JF. ACEW Baltics 2000. ACCE News 10(6):6-7, 2000.

Dyro JF. ACEW Chicago. ACCE News 10(5):6, 2000.

Dyro JF. Advanced Clinical Engineering Workshop–Hartford, Connecticut. ACCE News 9(4):13, 1999.

Dyro JF. Advanced Clinical Engineering Workshop in Ecuador. ACCE News 11 (3,4,5):4-5, 2001.

Dyro JF. Advanced Clinical Engineering Workshop in Russia. ACCE News 9(5-6):12-17, 1999.

Dyro JF. Dominican Republic Advanced Clinical Engineering Workshop. ACCE News 10(3):9-10, 2000.

Dyro JF. Mexico ACEW. ACCE News 9(1):4-5, 1999.

Dyro JF. Report on Advanced Clinical Engineering Workshop, Beijing, People's Republic of China. ACCE News 10–11, Spring 1996.

Gentles W. Advanced Clinical Engineering Workshop, Guayaquil, Ecuador. ACCE News 12(6):9, 2002.

Hernández A. ACEW Panama 2000. ACCE News 11(1):6-7, 2001.
Judd T, Dyro JF. Advanced Health Technology Management Workshop, Cape Town, South Africa. ACCE News 9(5-6):22-25, 1999.
Painter F. ACEW in Peru. ACCE News 12(3):14, 2002.
Second International Advanced Clinical Engineering Workshop Executive Summary. ACCE News, August 1993; 3(4):7-9.
Wear J. Advanced Clinical Engineering Workshop, Health Care Technology Management, Kathmandu, Nepal. ACCE News 11(6):14-15, 2001.
Wear J. Advanced Clinical Engineering Workshop, Saó Paulo, Brazil. ACCE News 11(6):15, 2001.
Wear JO. Second International Advanced Clinical Engineering Workshop, May/June 1993. J Clin Eng 20(2):92-96, 1995.
World Health Organization. Report of the Interregional Meeting on Maintenance and Repair of Health Care Equipment, Nicosia, Cyprus, November 1986. WHO/SHS/NHP/87.5. Geneva, WHO, 1987.

٧١

ورشة عمل متقدمة في إدارة التكنولوجيا الصحية

Advanced Health Technology Management Workshop

Thomas M. Judd
Director, Quality Assessment, Improvement and Reporting,
Kaiser Permanente Georgia Region, Atlanta, GA

Joseph F. Dyro
President, Biomedical Resource Group
Setauket, NY

James O. Wear
Veterans Administration
North Little Rock, AR

شارك قادة إدارة تكنولوجيا صحية من عشرين بلداً إفريقيا جنوب الصحراء في ورشة عمل متقدمة لإدارة التكنولوجيا الصحة في مدينة كيب تاون في جنوب إفريقيا في الفترة من ٨- ١٢ تشرين الثاني (نوفمبر) ١٩٩٩م (Judd and Dyro, 1999). كان هناك ثمانية أعضاء في الكلية الأميركية للهندسة الإكلينيكية (ACCE) بين أعضاء هيئة التدريس يحاضرون في ما يقرب من ٦٥ من الحاضرين. كانت ورشة العمل هذه واحدة في سلسلة من ورشات عمل متقدمة في الهندسة الإكلينيكية (ACEWs) نظمتها الكلية الأمريكية للهندسة الإكلينيكية. انضم Thomas Judd (منسق الـ ACEW) و James Wear و Frank Painter و Bob Morris و Binseng Wang و Joseph Dyro (من الولايات المتحدة) إلى زملائهم أعضاء الـ ACCE : Andrei Issakov (من جنيف، سويسرا) و Enrico Nunziata (من موزامبيق).

قام أعضاء هيئة التدريس والمشاركون والراعون في اليوم الأخير من ورشة العمل بمراجعة نقدية للحدث الذي استمر خمسة أيام. ركزت ورشة العمل على إدارة تكنولوجيا الرعاية الصحية المتقدمة : التخطيط والتمويل وإدارة تكنولوجيا الرعاية الصحية والبنية التحتية المطلوبة لتحقيق نتائج مثلى. راجع التقييم غايات الورشة وأهدافها وجمع قائمة دقيقة بأسماء المشاركين وأعضاء هيئة التدريس مع معلومات الاتصال بهم ولخص الرسائل الرئيسية

من كل محاضرة في الورشة. قدم اجتماع التقييم أيضاً توصيات من المشاركين لتحسين ورشات العمل في المستقبل وأوصى أيضاً بخطوات تالية للمتابعة من قبل المشاركين وبلدانهم ومنظمة الصحة العالمية وأعطى المشاركين فرصة لتقديم تغذية راجعة حول رسائل ورشة العمل ولوجستياتها. يعرض هذا الفصل وصفا تفصيلياً لورشة عمل كيب تاون في حد ذاتها إضافة إلى المنهجية للمراجعة النقدية لجميع الـ ACEWs وورش العمل المماثلة.

التنظيم والمشاركون
Organization and Participants

تم تنظيم ورشة العمل من قبل الكلية الأمريكية للهندسة الإكلينيكية (ACCE) ومنظمة الصحة العالمية (WHO) والاتحاد الإفريقي للتكنولوجيا في الرعاية الصحية (AFTH) ووزارة الصحة في جنوب إفريقيا والمجلس الجنوب إفريقي للبحوث الطبية (SAMRC) بالاشتراك مع الاتحاد الدولي للهندسة الطبية والحيوية (IFMBE) والاتحاد الدولي لهندسة المستشفيات (IFHE). شارك في رعاية هذا الحدث الاتحاد من أجل تكنولوجيات ملائمة (FAKT) والاتحاد الأوروبي (EU) والوكالة الفنلندية للتنمية الدولية (FINNIDA) والوكالة الألمانية للتعاون الفني (GTZ) وجامعة أوريغون للعلوم الصحية (OHSU).

قام بالترحيب والملاحظات الافتتاحية كل من الشخصيات التالية : Peter Heimann من (SAMRC) ومدير مركز التعاون للتكنولوجيات الأساسية في الصحة في منظمة الصحة العالمية والأمين العام للـ AFTH، فضلا عن Andrei Issakov من الـ WHO، و Robert Morris الرئيس السابق للـ ACCE، و Mladen Poluta مدير برنامج إدارة تكنولوجيا الرعاية الصحية في جامعة كيب تاون ورئيس فريق عمل الـ IFMBE للبلدان النامية، و Nonkonzo Molai مدير سياسة التكنولوجيا الصحية نيابة عن A. Ntsaluba المدير العام لوزارة الصحة في جمهورية جنوب إفريقيا؛ وNico Walters من الـ MRC نيابة عن M.W. Makgoba رئيس الـ MRC، و Bernard Shapiro الأمين العام للـ IFHE.

تضمن المشاركون ١٢ معلما، ثمانية منهم من أعضاء الـ ACCE، و ٦٥ من الحاضرين الذين كانوا قادة في إدارة التكنولوجيا الصحية من ٢٠ بلداً إفريقيا جنوب الصحراء.

الغايات والأهداف
Goals and Objectives

إن غرض المراجعة النقدية هو تمكين المشاركين من فهم غايات وأهداف ورسائل ورشة العمل الرئيسية بشكل واضح. كانت الغاية من ورشة العمل في هذه الحالة هي فهم كيفية الدخول في شراكة مع المشاركين الآخرين في

منطقة جنوب الصحراء الإفريقية والمنظمات الأخرى الداعمة لتنفيذ المبادئ والممارسات الأساسية لإدارة تكنولوجيا الرعاية الصحية (HTM) والرسائل المستفادة أثناء ورشة العمل.

قرر المدير الإقليمي لمنظمة الصحة العالمية أن سياسة التكنولوجيا الصحية في إفريقيا ينبغي أن تعالج إدارة التكنولوجيا وتنمية الموارد البشرية والأبحاث والاتصالات والوصول إلى المعلومات. كان الهدف العام لورشة العمل هو بناء القوة والقدرة على إدارة التكنولوجيا الصحية (HTM) في إفريقيا. كانت الأهداف الرئيسية هي رفع مستوى الوعي لإدارة التكنولوجيا الصحية لدى صانعي القرار الصحي على المستوى السياسي في المنطقة، وتوفير أحدث المعلومات، وتوسيع الإدراك للمفاهيم والأساليب الأساسية و المتقدمة لإدارة التكنولوجيا الصحية، والمشاركة في الخبرات الإيجابية في إدارة التكنولوجيا الصحية مع صناع القرار من بلدان أخرى في المنطقة. تناولت ورشة العمل: التخطيط، والتمويل، وإدارة تكنولوجيا الرعاية الصحية، والبنية التحتية المطلوبة لتحقيق نتائج مثلى.

قرر المدير الإقليمي لمنظمة الصحة العالمية في شباط (فبراير) من عام ١٩٩٩م أن المداخلات ذات الأولوية لتطوير التكنولوجيا الصحية في إفريقيا ينبغي أن تعالج المسائل التالية:

١- إدارة التكنولوجيا.
٢- تنمية الموارد البشرية.
٣- البحوث والاتصالات.
٤- الوصول إلى المعلومات.

أكدت كلمة افتتاح الـ ACEW من قبل وزارة الصحة في كيب تاون في جنوب إفريقيا يوم ٨ تشرين الثاني (نوفمبر) من عام ١٩٩٩م ، على ما يلي:

لم يتحسن مستوى تقديم الخدمات الصحية بشكل ملحوظ على الرغم من الاستثمارات الكبيرة في استيراد تكنولوجيات جديدة والتكاليف التشغيلية لدعم هذه التكنولوجيات. فمثلاً إن النقص في صيانة وإصلاح الأجهزة يشكل عائقا رئيسيا لتوفير رعاية فعالة وهو نابع من سوء في التخطيط والاقتناء والشراء. إن المداخلة الأكثر أهمية هي ضمان إمداد مستقر بمدراء تكنولوجيا أكفاء. إنها رغبة من وزارة الصحة أن تقوم هذه الورشة بتعليم صانعي القرار والمخططين التعامل مع القضايا المعقدة للتخطيط ودورة الحياة والنقل والإدارة والاستفادة من التكنولوجيا الصحية، بحيث يمكن تطوير خطط للتعليم والتدريب وتوظيف أخصائيين مهنيين في إدارة التكنولوجيا الصحية. إن القصد من ورشة العمل هذه هي نقل المهارات إلى مجتمع إدارة التكنولوجيا الصحية لضمان وتعزيز سلامة المرافق والتكنولوجيات الصحية. إن إدارة التكنولوجيا الصحية هي واحدة من النفقات الأساسية في نظامنا للرعاية الصحية في مجال تعبئة الموارد. لقد تم إنشاء إطار عريض لسياسات شاملة لتكنولوجيا الرعاية الصحية. إن نظام تكنولوجيا

رعاية صحية (HT) مكوَّن من الاقتناء والإدارة والتخطيط والتقييم كأنظمة فرعية هو أولوية قصوى. النشاط الاستراتيجي الرئيسي على المدى القصير هو تدقيق وطني شامل لتكنولوجيا الرعاية الصحية (HT). النشاط الآخر هو القيام باختبار ميداني لبرمجيات حزمة أساسية للتكنولوجيا الصحية (EHTP). إن نتائج هذين النشاطين سوف تحدد مستوى التدخل الحكومي المطلوب.

المواضيع الرئيسية المطروحة

Major Topics Presented

توجهات وآثار التكنولوجيا Technology Trends and Impacts

إن الرابط بين المخرجات الصحية (العمر المتوقع) والنظام الاقتصادي لبلد ما واضح. ومن أجل فهم وتحسين أداء نظام صحي فإن هناك حاجة للبيانات الصحية من أجل تحليلها. إن سنوات العمر المصححة باحتساب العجز Disability adjusted life years (DALYs) قياس فعال لعبء المرض (Murray and Lopez, 1996). هناك أدلة كمية للتأثير الإيجابي لإدارة التكنولوجيا الصحية (HTM) على أداء النظام الصحي. يمكن أن تؤثر توجهات تكنولوجيا مختلفة على أنظمة التقديم المستقبلية للأجهزة واللوازم واللوجستيات والإجراءات والتقنيات الطبية ومواقع الرعاية المناسبة.

السياسة الوطنية لإدارة التكنولوجيا الصحية وخطة الاتصالات

National Health Technology Management Policy and Communication Plan

يُتوقع تغييرات رئيسية في درجة تطور وتعقيد التكنولوجيا الطبية في العقد القادم. المقدرة الإدارية هي التي ستحدد قدرة بلد ما على استيعاب التكنولوجيا. لا غنى عن سياسة تكنولوجيا الرعاية الصحية وهي سوف توفر الإطار لإدارة التكنولوجيا الصحية ؛ إنها تقود النظام بأكمله وتحسينه المستمر.

توجيهات منظمة الصحة العالمية لصياغة سياسة وطنية لأجهزة الرعاية الصحية

WHO Guidelines for Formulation of National Health Care Equipment Policy

لقد تم صياغة توجيهات عامة ووثائق تنفيذ تغطي كلا من العملية والمحتوى لمساعدة البلدان في تطوير ومراقبة السياسات الوطنية لتكنولوجيا الرعاية الصحية (WHO, 1999). إن عملية إدارة تكنولوجيا الرعاية الصحية معقدة ؛ وسياستها يجب أن تعالج كافة قضايا دورة حياة تكنولوجيا الرعاية الصحية.

متطلبات الكفاءة الإدارية Managerial Competency Requirements

ناقش المشاركون في ورشة العمل الكفاءة الإدارية المطلوبة من أجل استخدام فعال للتكنولوجيا وتخطيط الرعاية الصحية للإدارة الصحية في المقاطعات في إفريقيا. التعلم النشط هو الطريقة الأفضل لتدريب مديري التكنولوجيا مع تغييرات تدريجية متوقعة مع مرور الوقت. تحتاج القيادة نظام إدارة معلومات فعالاً على مستوى

المقاطعات لتدير حسب الواقع. يخدم الكتاب المعنون بـ Yenza (Human, 1998) كطبعة زرقاء (كبرنامج عمل) لتحويل الإدارة.

التقييم الأكبر (الماكروي) للتكنولوجيا والتخطيط الإستراتيجي

Macro Technology Assessment and Strategic Planning

يتضمن التقييم الأكبر (الماكروي) للتكنولوجيا تقييم السلامة والفعالية وفعالية التكلفة لإجراءات وأجهزة جديدة. وهو مناسب في البلدان النامية ويتعين القيام به لضمان صنع قرار "يستند إلى دليل" "evidence-based". إنه يُنشئ جسرا بين العلم وصنع القرار وهو المساهمة الحقيقية الوحيدة باتجاه الاستدامة. الأسئلة التي ينبغي أخذها بالاعتبار هي: ١- متى ينبغي تبني تكنولوجيات جديدة واستبدال القديمة، و ٢- ماهي الخدمات الإكلينيكية ينبغي تقديمها لتلبية احتياجات العينة السكانية للمرضى، و ٣- ما هي التغييرات التي ينبغي إدخالها على الخدمات الإكلينيكية الموجودة. تتضمن المصادر الجيدة للمعلومات عن التكنولوجيا: منظمة ECRI (www.ecri.org) والجمعية الدولية لتقييم التكنولوجيا في الرعاية الصحية (ISTAHC).

التقييم الصغري (الميكروي) للتكنولوجيا Micro Technology Assessment

يتضمن التقييم الصغرى (الميكروي) للتكنولوجيا تقييم أجهزة يُراد شراؤها لمستشفى واحد. فمثلاً طوّر أحد المستشفيات لجنة متعددة التخصصات لتقييم المعدات الرأسمالية بما في ذلك تقييم المعلومات المتاحة من مهندسين إكلينيكيين. لقد تم وصف محتوى تدقيقات التكنولوجيا في كتاب لـ David and Judd. عنوانه Medical Technology Management (David and Judd, 1993). الأمثلة على التقنيات اللازمة لإجراء عمليات التدقيق جاءت من السنغال وجنوب إفريقيا وناميبيا.

إستراتيجيات التخطيط والانتقاء و الاقتناء Planning, Selection, and Procurement Strategies

تضمنت القضايا الرئيسية الأخرى التي نوقشت في حلقة العمل: ١- أهمية التخطيط، و ٢- تكاليف دورة الحياة أو تكلفة التملك، و ٣- إيجابيات وسلبيات عملية الشراء، و ٤- تقييم الحاجة إلى وتأثير وتكلفة وفوائد التكنولوجيا الجديدة، و ٥- تقييم المنتجات المتاحة في السوق، و ٦- الحصول على أفضل المنتجات لتلبية احتياجات المرفق (المنشأة). تم أيضا مناقشة بدائل مثل الشراء التأجيري والاستئجار والهبات.

الحزمة الأساسية لتكنولوجيا الرعاية الصحية (EHTP) من منظمة الصحة العالمية

(WHO Essential Health Care Technology Package (EHTP

تمثل الحزمة الأساسية لتكنولوجيا الرعاية الصحية (EHTP) أداة جديدة وفريدة لاتخاذ قرار من أجل إدارة تكنولوجيا صحية (HTM) فعالة. تربط الـ EHTP الموارد البشرية والأدوية والأجهزة والمرافق من أجل إجراءات تشخيصية وعلاجية. إنها قابلة للملاءمة ومناسبة للبلدان النامية، وهي متاحة لهم مجاناً من منظمة الصحة العالمية.

تركز الحزمة على المداخلات وتتناول جميع المتطلبات الضرورية ؛ إنها تسمح لسيناريوهات مختلفة ويمكن استخدامها لتحديد مدى أهمية تجهيزات في توفير الرعاية (انظر الفصل ٤٥).

التبرعات بأجهزة الرعاية الصحية Health Care Equipment Donations

لقد تم دمج إرشادات التبرع التي اقترحتها FAKT (1994) و ACCE (1995) وغيرهم في مسودة إرشادات منظمة الصحة العالمية (١٩٩٧)، والتي يمكن تكييفها مع ظروف كل بلد (أو منظمة). تنمذج إرشادات منظمة الصحة العالمية رابط الاتصال بين المانحين والمتلقين. يتم توفير نماذج تتطلب معلومات أساسية. تلعب التبرعات دورا هاما في توفير الخدمات اللازمة ؛ ففي بعض البلدان تصل نسبة الأجهزة التي يتم تأمينها من خلال التبرعات إلى ٨٠٪. يجب إدارة التبرعات من أجل الملاءمة والفعالية.

العلاقات بين المورّدين والبائعين Provider–Vendor Relationships

ينبغي لمنظمات الرعاية الصحية أن تسعى إلى مصنعين ومورّدين يهتمون بمصالحهم. كل شيء قابل للتفاوض ؛ فكلا الطرفين يستفيد من علاقة جيدة. يمكن لمنظمات الرعاية الصحية أن تحسّن نوعية الخدمة المقدمة من المورّدين من خلال التواصل بشكل واضح وتوثيق التوقعات ودعم البائعين الجيدين.

إدارة الصيانة والخدمات Maintenance and Service Management

إن الجرد الشامل هو الأساس لبرنامج إدارة جيدة. إن جمع البيانات المالية سوية مع فعاليات الخدمة يساعد المستشفيات في تقييم تكاليف الخدمة الفعلية. إن البيانات والقدرة على التصرف رداً على البيانات ضروري لإدارة فعالة للخدمة. تستطيع الأقسام التي تحقق وفورات في التكاليف أن تنشئ موارد في بيئة من الموارد الثابتة. لقد تم تقديم أمثلة لإنشاء الموارد وإدارة الخدمات من خلال دراستي حالة. إن إدارة التكنولوجيا عملية تطورية حيث يمكن للمرء أن يبدأ صغيراً ثم ينمو.

عمل الميزانيات والتقارير المالية Budgeting and Financial Reporting

القضايا الرئيسية التي تم تقديمها كانت عمل الميزانيات من أجل قسم هندسة إكلينيكية داخلي (in-house) وطرق استرداد التكاليف والتخطيط المالي لشركة خدمة ربحية (انظر الفصل ٤٨).

تنمية الموارد البشرية Human Resources Development

التخطيط والإدارة:

تضمنت القضايا الرئيسية التي نوقشت: أدوار ومسؤوليات فنيي الأجهزة الطبية الحيوية والمهندسين الإكلينيكيين، والطرق التي يستطيع بها المديرون أن يحسّنوا برنامج الهندسة الإكلينيكية، وسبل تحسين إنتاجية العاملين في مجال الصيانة، وطرقاً لتحديد متطلبات الموظفين لخدمة تقنية للرعاية الصحية (HCTS).

التدريب والتعليم المستمر والتدريب على الاستخدام:

تمت مناقشة التطوير المهني لموظفي الهندسة الإكلينيكية من خلال التعليم والمنظمات المهنية. يمكن للتدريب المناسب للمستخدم أن يعزز المخرجات الصحية.

الخدمات التقنية للرعاية الصحية (HCTS) Health Care Technical Services (HCTS)

توفر الخدمات التقنية للرعاية الصحية (HCTS) هيكلية لتدبير خدمات إدارة تكنولوجيا صحية (HTM) لامركزية وفي جميع انحاء البلاد. قدّم ممثلون من كينيا ومالاوي والكاميرون والسنغال ونيبال وموزمبيق وتنزانيا دراسات حالة لنماذج مختلفة. يتضمن المساهمون في تطوير هذه النماذج في المنطقة الهيئة الألمانية للتعاون الفني (GTZ) وشركة FAKT ذات المسؤولية المحدودة والاتحاد الأوروبي (EU) والوكالة الفنلندية للتنمية الدولية (FINNADA). لقد استلزمت اللامركزية إعادة التفكير في النماذج القديمة وسمحت بفرص أكبر لمزج طرق القطاعين العام والخاص لتوفير الخدمات.

السلامة وإدارة المخاطر والحد من العدوى Safety, Risk Management, and Infection Control

تضمنت القضايا الإضافية المقدمة: الحد من العدوى سوية مع صيانة الأجهزة الطبية، وحماية الكادر، وتحديد المخاطر والأخطار عن طريق مراجعة الحوادث، وتقليل المخاطر، والمشاركة. تم تضمين مايلي: استخدام مقاربة الأنظمة ويقظة الاموظفين لمشاكل الجهاز، والتعيين المتكرر لمديري التكنولوجيا كضباط سلامة إشعاع، وزيادة التدريب المتصلة بأخطاء المستخدم، ومراجعة للمواصفات القياسية والقواعد الناظمة الدولية والأمريكية للسلامة، ومناقشة تأمين المسؤولية القانونية.

ضمان وتحسين الجودة Quality Assurance and Improvement

تم عرض قضايا مفاهيم ضمان وتحسين جودة الأجهزة الطبية بما في ذلك تدريب المستخدم و تحديث الخدمة والمطابقة مع القواعد الناظمة (مثل الاستدعاء والتتبع والإفادة بالتقارير والتحقيقات في حوادث المريض). تتحسن جودة الرعاية من خلال تطوير بنية تحتية مناسبة، واستخدام الطب المبني على الأدلة للقيام بالرعاية، وتوفير تغذية راجعة بالبيانات للممارسين عن فعالية الرعاية التي يقدمونها ، والاستخدام المبدع للحزمة الأساسية لتكنولوجيا الرعاية الصحية (EHTP).

نظم الإدارة المحوسبة Computerized Management Systems

إن نظام إدارة أجهزة محوسب أمر ضروري للتعامل مع مخزون كبير. لقد وصف المحاضرون في ورشة عمل مبادئ التصميم والفلسفة والعناصر الأساسية لنظام على مدى البلد من أجل البلدان النامية. تتطلب مبادرات تكاليف الخدمات والإنتاجية وتحسين الجودة نظام تحليل بيانات محوسب، وثمن شراء المعدات والبرمجيات ليس إلا جزءاً من الالتزام باستخدام هذا النظام.

أنظمة الخدمات المساندة Utility Systems

ينبغي أن تتضمن إجراءات إدارة التكنولوجيا الصحية (HTM) متطلبات أنظمة الخدمات المساندة. ينبغي للهندسة الإكلينيكية أن تشارك في تصميم كل من المرافق بحد ذاتها وأنظمة الخدمات المساندة التابعة لها من أجل زيادة الوعي بتحديات الخدمات المساندة والحلول الممكنة. الحد من العدوى أمر مهم بالنسبة إلى جميع الخدمات المساندة التالية ولا سيما المياه ومعدات التكييف.

- التوزيع الكهربائي.
- التدفئة والتهوية وأنظمة تكييف الهواء.
- الغازات الطبية وأنظمة الفراغ.
- أنظمة المياه.
- التعقيم.
- إجراءات الصيانة.

التسجيل المهني والترخيص المهني Professional Registration and Certification

إن الترخيص هو المعيار المهني الوحيد المتاح لتقييم المهندسين الإكلينيكيين الممارسين وفنيي الأجهزة الطبية الحيوية. وهو عملية طوعية تخضع لمراجعة النظراء وليس تسجيلاً إلزامياً في جميع أنحاء البلاد. لقد استخدمت البلدان النامية الترخيص لزيادة الاعتراف بالمهندسين الإكلينيكيين ولترفع بشكل ملموس مستوى الرعاية الصحية المقدمة.

الاستعانة بمصادر خارجية لإدارة الخدمات Outsourcing of Service Management

ناقش المتحدثون في ورشة العمل أيضا مدى الاستعانة بمصادر خارجية بما في ذلك الاستعانة الكاملة والجزئية وفي إدارة الخدمات فقط. تتضمن عناصر نجاح الاستعانة بمصادر خارجية: المعرفة الشاملة والمعلومات والبيانات الأولية الجيدة والرصد المستمر للعلاقة.

تحديد أعطال الأجهزة الطبية Medical Equipment Troubleshooting

تم تقديم مقاربة مركزية مع تقنيات عملية مفهومة بسهولة، وتلقى المشاركون دليلاً لتحديد أعطال الأجهزة الطبية.

التوصيات
Recommendations

نقاط ينبغي لمنظمي ورشة العمل أن يأخذوها بالاعتبار Points Workshop Organizers Should Consider

- الأهداف حسبما أفاد بها المشاركون في ورشة العمل:
  - التدريب على المبادئ الأساسية لإدارة التكنولوجيا الصحية المستخدمة في الولايات المتحدة.
  - تبادل المعلومات والخبرات مع زملاء من بلدان أخرى.
  - تعزيز نمو المهنة.
- موضوع المحتوى : توفير مقدمة في إعداد خطط العمل (خطط قصيرة الأجل من سنتين إلى ثلاثة)، وخطط تشغيلية (٦ أشهر إلى سنة ١)، وخطط أنشطة تفصيلية لمراقبة العمل، وشروط مرجعية لدراسة القطاع.
- اجتماعات أعضاء الهيئة التدريسية: القيام بها أثناء ورشة العمل لضمان أن العروض التقديمية نسير على الطريق الصحيح.
- دفاتر الملاحظات: استخدام جداول لتصبح مواد العرض التقديمي واضحة.
- دفاتر الملاحظات: التأكد من أن مواد العرض التقديمي قد تم التحقق منها إملائياً.
- دفاتر الملاحظات: توفير مواد العرض التقديمي قبل المحاضرة متى ما كان ذلك ممكنا.
- إعداد أعضاء الهيئة التدريسية: معرفة أين سوف تغطي عروض تقديمية مختلفة نفس المواد لشرح مزايا وعيوب التراكب (التداخل).
- إعداد أعضاء الهيئة التدريسية: النظر في وسائل لجعل أعضاء الهيئة التدريسية أفضل إعداداً لفهم الوضع المحلي قبل ورشة العمل.
- أسلوب التقديم: النظر في استخدام دراسات حالة وتمارين جماعية لتعزيز مواد العرض التقديمي.
- أسلوب التقديم: التوضيحات مفيدة للغاية.
- تقييم المشارك: تخصيص أوقات محددة للتغذية الراجعة للمشارك لتقييم مدى جودة تعلم المشاركين وكيفية تحسينها؛ وإجراء التقييم في ختام ورشة العمل.
- متابعة المشارك: التأكد من أن معلومات الاتصال يتم توفيرها لجميع المشاركين.
- متابعة المشارك: التأكد من أن الصور التي التقطت في ورشة العمل يتم توفيرها لجميع المشاركين.
- متابعة أعضاء الهيئة التدريسية: إعداد كتيب مرجعي لمواد عرض تقديمي معيارية في ورشة عمل لاستخدامه من قبل المشاركين وآخرين.

- توضيح ترتيب العرض التقديمي في ورشة العمل في وقت سابق من أجل راحة أعضاء هيئة التدريس.
- معرفة كيف يمكن للتعلم أن يضعف مع أيام ورشة عمل طويلة.
- ضمان أن المشاركين لديهم الوقت للتواصل مع المتكلمين وبعضهم مع بعض.
- ضمان أن جدولة العرض التقديمي تترك وقتا للمشاركين لطرح أسئلة وتبادل خبراتهم.
- ينبغي أن تأخذ الـ ACCE ومنظمة الصحة العالمية بالاعتبار تطوير خدمة اتصالات/ منشورات/ استرجاع وثائق من أجل مديري التكنولوجيا الصحية الإفريقيين فيما يتعلق بالهندسة الإكلينيكية مع معلومات من ١٩٨٠ وحتى الوقت الحاضر.
- معرفة أن المشاركين قد قدروا واستفادوا من العروض التقديمية ومن ثروة خبرة أعضاء هيئة التدريس. قال أحد المشاركين: "لقد أُعطينا رؤية لكيفية إمكان إيجاد طريق لحلولنا".
- تضمين مناقشات لخبرات المشاركين أكثر وليس فقط خبرات أعضاء هيئة التدريس من أجل توازن أكثر.
- ينبغي لوزارات صحة البلدان المشاركة أن تحصل على الأهداف قبل ورشة العمل لتساعد في اختيار المشاركين الأكثر ملاءمة.
- ينبغي توسيع نطاق مراجعة الحزمةالأساسية للتكنولوجيا الصحية (EHTP) لمنظمة الصحة العالمية.
- أن يؤخذ بالاعتبار استخدام وسيط تسهيل (facilitator) مهني في ورشة العمل لتوسيع نطاق مناقشةالمشاركين والاستمرار في جلب خبراء إدارة خارجيين/ أعضاء هيئة التدريس.
- تقديم لائحة بالمشاركين مع المسؤوليات الوظيفية والأهداف المحلية ذات الصلة بورشة العمل.

المشاركون والبلدان في إفريقيا Participants and Countries in Africa

ينبغي للمشاركين في ورشات العمل الإفريقية أن يأخذوا بالاعتبار ما يلي:

- إشراك الاتحاد الإفريقي للتكنولوجيا في الرعاية الصحية (AFTH).
- الأهداف قصيرة الأجل:
  - صياغة سياسة وطنية من خلال فرقة عمل.
  - تقييم الحزمةالأساسية للتكنولوجيا الصحية (EHTP) لمنظمة الصحة العالمية.
  - تنظيم ورشات عمل محلية (AFTH/MRC/UCT).
- وضع خطة للتعاون مع منظمة الصحة العالمية من خلال الـ AFTH.
- التسجيل في خدمة INFRATECH@LISTSERV.PAHO.ORG لتوزيع البريد الإلكتروني في جميع أنحاء العالم.
- توزيع الأخبار والرسائل الإخبارية لـ ACCE عن طريق البريد الالكتروني أوبطريقة أخرى.

- توزيع التعليقات والتغذية الراجعة ومتابعة المشاركين من خلال البريد الإلكتروني لـ Infratech والبريد العادي والموقع الإلكتروني لـ AFTH.
- مشاركة معلومات ورشة العمل مع البلدان المشاركة ومع أولئك الذين لم يتمكنوا من الحضور.
- ملاحظة أن المشاركين في ورشات العمل الإفريقية يعبرون عن هموم تتضمن: "هل ستتخذ الدول إجراء بشأن ما تعلمناه والتوصيات في ورشة العمل هذه؟" "ما هي الضغوط الخارجية التي ستكون هناك على المراقبة والإنفاذ من قبل منظمة الصحة العالمية أو إفريقيا؟"
- وضع إستراتيجيات للتدريب لمديري تكنولوجيا الصحة على مستوى "القاعدة الشعبية" "grass roots"، والبناء على المفاهيم التي نوقشت في Yenza (Human, 1998).
  - المتطلبات الفعلية
  - كيفية تشكيل شراكات كما فعل برنامج Technicon في بريتوريا/ جنوب إفريقيا.
- إنشاء مواقع إقليمية للتدريب في السنغال وموقع على شبكة الإنترنت فضلا عن مركز للتعاون مع منظمة الصحة العالمية.

منظمة الصحة العالمية (WHO) World Health Organization (WHO)

بعد ورشة العمل إفريقيا أخذت منظمة الصحة العالمية بالاعتبار ما يلي:

- EHTP : تشجيع عمليات التدقيق وتكنولوجيا التدقيق المتكامل.
- النظر في استراتيجيات لكيفية مراقبة البلدان ضد القرارات:
  - بواسطة الأفراد.
  - بواسطة ممثلي منظمة الصحة العالمية في اجتماعات التخطيط الإقليمي لمنظمة الصحة العالمية.
- تسهيل توزيع التغذية الراجعة من المشاركين في ورشة العمل وتحليل الحالة القطرية من ستة إلى تسعة أشهر بعد ورشة العمل.

التقييم
Evaluation

أسئلة المسح (الاستبيان) Survey Questions

تم توزيع أسئلة مسح (استبيان) في نهاية اليوم الرابع من ورشة العمل الإفريقية وتم جمعها في نهاية ورشة العمل في اليوم التالي، مع افتراض أن جميع المشاركين يعرفون ما يكفي من اللغة الإنجليزية لفهم الأسئلة والإجابة عليها.

تم طرح الأسئلة الإحدى عشرة التالية:

١- ما هي أفضل ثلاثة أجزاء من برنامج ورشة العمل؟

٢- ما هي الأجزاء الثلاثة من برنامج ورشة العمل التي كانت الأقل فائدة لك؟

٣- قيّم العروض التقديمية (المحاضرات) عموماً عن طريق اختيار واحد مما يلي: ١ = ضعيفة إلى ٥ = ممتازة.

٤- اختر كيف ستكون فائدة العروض التقديمية (المحاضرات) في ورشة العمل لعملك:

غير مفيدة/ مفيدة/ مفيدة جدا.

٥- كيف ستستخدم هذه المعلومات عندما تعود إلى عملك؟

٦- قيّم فائدة مواد المنشورت handout materials: ضعيفة/ متوسطة/ جيدة/ جيدة جداً / ممتازة.

٧- كيف يمكنك تحسين المنشورات handouts؟

٨- عدد بعض المواضيع التي كنت تود أن تُناقَش في ورشة العمل.

٩- اختر فئات الناس الذين توصي بحضورهم ورشة العمل هذه.

١٠- هل تنصح آخرين بورشة العمل هذه ؟

١١- ما هو دورك في نظام تقديم الرعاية الصحية في بلدك؟

نتائج المسح (الاستبيان) Survey Results

كانت النتائج العامة للتقييم جيدة جدا. لم يكن هناك شك في أن المشاركين تمتعوا بورشة العمل، وهذا هو المعيار لتقييم المستوى واحد (level-one evaluation). لم يتم تقييم المشاركين بناء على المعرفة المكتسبة، إلا أن المسح يشير إلى أنهم حصلوا على معلومات مفيدة. أعاد أسئلة المسح واحد وثلاثون من المشاركين، والملخص التالي يتضمن النسب المئوية للإجابات حيثما كان ذلك ممكنا.

١- ما هي أفضل ثلاثة أجزاء من برنامج ورشة العمل؟

فيما يلي ملخص للمواضيع مرتبة حسب نسبتها المئوية. أي مواضيع غير مدرجة لم تحصل على أي تقييم. إذا لم يتم تقييم هذا الموضوع فهذا لا يعني أنه لم يكن جيداً، وإنما فقط أن أحدا لم يقيّمه على أنه الأفضل.

١٠ ٪ توجهات التكنولوجيا وتأثيراتها.

٢٣ ٪ السياسة الوطنية لإدارة التكنولوجيا الصحية وخطة الاتصالات.

٦ ٪ توجيهات منظمة الصحة العالمية لصياغة سياسة وطنية لأجهزة الرعاية الصحية.

٢٣ ٪ الكفاءات الإدارية المطلوبة من أجل الاستخدام الفعال للتكنولوجيا.

٦ ٪ جلسة مواضيع مشكلة العام ٢٠٠٠ (Y2K) .

٢٩ ٪ التقييم الأكبر (الماكروي) للتكنولوجيا والتخطيط الإستراتيجي.

٣ ٪ التقييم الصغري (الميكروي) للتكنولوجيا.

٢٣ ٪ استراتيجيات التخطيط والانتقاء و الاقتناء.

١٣ ٪ الحزمة الأساسية لتكنولوجيا الرعاية الصحية (EHTP) من منظمة الصحة العالمية .

١٦ ٪ التبرعات بأجهزة الرعاية الصحية .

١٠ ٪ العلاقات بين المورّدين والبائعين.

٣٥ ٪ إدارة الصيانة والخدمات.

١٣ ٪ عمل الميزانيات والتقارير المالية .

١٦ ٪ تنمية الموارد البشرية (التخطيط والإدارة).

٦ ٪ السلامة وإدارة المخاطر والحد من العدوى.

٦ ٪ ضمان وتحسين الجودة .

٣ ٪ جلسة أنظمة الخدمات المساندة .

الموضوع الأكثر أهمية كان إدارة الصيانة و الخدمات. كان Bob Morris هو الوحيد من بين أعضاء هيئة التدريس المذكور لعرضه التقديمي (محاضرته) والذي يتعلق بهذا الموضوع. تم تقييم مواضيع السياسة والتخطيط في المرتبة الثانية الأكثر أهمية بالنسبة للمشاركين.

٢- ما هي الأجزاء الثلاثة من برنامج ورشة العمل التي كانت الأقل فائدة لك؟

وفيما يلي ملخص للمواضيع الأقل فائدة مقدمة حسب الترتيب. أية مواضيع غير مدرجة لم تتلق أية تعليقات. إن حقيقة أن موضوعاً لم يُدرج لا يعني أنه كان موضوعا سيئاً أو مقدماً بشكل ضعيف، وإنما أنه كان الأقل فائدة لواحد أو أكثر من المشاركين. في بعض الحالات، تظهر هنا نفس الموضوعات التي كانت مذكورة آنفاً على أنها الجزء الأفضل من ورشة العمل.

٣ ٪ السياسة الوطنية لإدارة التكنولوجياالصحية والاتصالات.

٦ ٪ الكفاءات الإدارية المطلوبة من أجل الاستخدام الفعال للتكنولوجيا.

٦ ٪ تخطيط الرعاية الصحية لإدارة صحية مناطقية في إفريقيا.

١٠ ٪ جلسة مواضيع مشكلة العام ٢٠٠٠ (Y2K).

٣ ٪ الحزمة الأساسية لتكنولوجيا الرعاية الصحية (EHTP) من منظمة الصحة العالمية.

٦ ٪ العلاقات بين المورّدين والبائعين.

٢٦ ٪ عمل الميزانيات والتقارير المالية.

٣ ٪ تنمية الموارد البشرية (التخطيط والإدارة).

٦ ٪ السلامة وإدارة المخاطر والحد من العدوى.

٦ ٪ ضمان وتحسين الجودة.

١٠ ٪ نظم الإدارة المحوسبة.

٣٢ ٪ جلسة أنظمة الخدمات المساندة.

١٣ ٪ التسجيل المهني والترخيص المهني.

كانت جلسة أنظمة الخدمات المساندة إلى حد بعيد الأقل فائدة، وربما كانت هذا الموضوع الأضعف في البرنامج. موضوع الميزانيات والتمويل ذُكِر في المرتبة الثانية بكونه الأقل فائدة. ولأن معظم المشاركين كانوا ممثلين حكوميين فقد كان لديهم صعوبة تتعلق ببعض لمفاهيم.

٣- قيّم العروض التقديمية (المحاضرات) عموماً عن طريق اختيار واحد مما يلي:

ضعيفة ٠ ٪ متوسطة ٠ ٪ جيدة ٤٢ ٪ جيدة جدا ٤٨ ٪ ممتازة ١٠ ٪

اعتقد جميع المشاركين أن العروض كانت جيدة إلى ممتازة، مع ٥٨ ٪ إما جيدة جدا أو ممتازة. غير أن المسح لم يميز بين المقدمين (المحاضرين)، ولم يحصل أي عرض تقديمي (محاضرة) على تقييم "غير جيد".

٤- اختر كيف ستكون فائدة العروض التقديمية (المحاضرات) في ورشة العمل لعملك:

غير مفيدة ٣ ٪ مفيدة ٥٥ ٪ مفيدة جداً ٤٢ ٪

الأغلبية الساحقة من المشاركين (٩٧ ٪) شعروا أن العروض التقديمية (المحاضرات) في ورشة العمل مفيدة في وظائفهم.

٥- كيف ستستخدم هذه المعلومات عندما تعود إلى عملك؟

٣٥ ٪ زيادة إدراك صناع القرار لأهمية الـ HCTS.

١٩ ٪ صياغة وتنفيذ سياسة برنامج HCTS .

١٦ ٪ تبادل المعلومات مع نظراء لمعرفة ما إذا كانت تنطبق على بلدي.

١٠ ٪ إلقاء محاضرات على الطلاب وعمل ورشة عمل خاصة بي.

٦ ٪ تطبيق الإرشادات في التخطيط والشراء والبحث عن مصادر خارجية وسياسة الأجهزة.

٦ ٪ مشاركة المعلومات مع تكنولوجيي (فنيي) الأجهزة الطبية والرعاية الصحية.

٦ ٪ تحسين مواطن ضعفي في ا المجال.

٣ ٪ دمج جميع وحدات الصيانة المناطقية في نظام متماسك.

٣ ٪ إنشاء وحدة مركزية لإستراتيجيات الشراء.

٣ ٪ التواصل مع قسم البنية التحتية الصحة حول السبل الملائمة للسياسة الصحية الوطنية.
والخطة في إطار SWAP.

٣ ٪ تطوير ورشة للتدريب وأنشطة الأجهزة.

٣ ٪ الدفاع عن التدريب والتعليم المستمر في الـ HCT.

٣ ٪ تشجيع شراء إدارة أجهزة أفضل في مجالي.

٣ ٪ تغيير بعض إجراءات العمل لتحسين سلامة العمل.

يصل مجموع النسب المئوية إلى أكثر من ١٠٠ ٪ لأن بعض المشاركين أشاروا إلى أكثر من استخدام مخطط له لمعلومات ورشة العمل لدى عودتهم إلى وظائفهم. تم تجميع الإجابات المتشابهة لتقييم الأثر الكلي لورشة العمل. أكثر من ثلث المشاركين خططوا لاستخدام المعلومات لتشجيع صانعي القرار لتنفيذ سياسة تكنولوجيا رعاية صحية.

٦- قيّم فائدة مواد المنشورت handout materials :

ضعيفة ٠ ٪ متوسطة ١٣ ٪ جيدة ٤٥ ٪ جيدة جداً ٤٢ ٪ ممتازة ٠ ٪

لم يقيّم أحد من المشاركين فائدة مواد المنشورت كضعيفة أو ممتازة، و ١٣ ٪ منهم فقط قيّمها كمتوسطة. معظم التقييمات بمتوسطة علق أيضا على الحاجة إلى تنظيم أفضل و توافرها في الوقت المناسب أكثر. وبما أن ٨٧ ٪ منهم قيّم فائدة مواد المنشورت بأنها جيدة أو جيدة جداً، فقد كان ينبغي أن يكون المشاركون قادرين على استخدام هذه المواد لإنجاز البنود المدرجة في السؤال ٥ عند العودة إلى وظائفهم.

٧- كيف يمكنك تحسين المنشورات handouts؟

٣٥ ٪ جعل المنشورات متاحة في بداية ورشة العمل.

١٩ ٪ تنظيم المنشورات بواسطة فواصل.

١٩ ٪ جعل المنشورات أكثر تركيزا وتضمين مراجع.

٣ ٪ طباعة ترويسات في الصور والتعليقات .

٣ ٪ جعل المنشورات متاحة إلكترونيا .

٣ ٪ إضافة مواد أكثر تفصيلا .

٣ ٪ توفير المزيد من الأدوات.

٣ ٪ توفير قائمة بخدمات المعلومات والمواقع على شبكة الإنترنت.

٣ ٪ الطباعة على الوجهين لتقليل حجم الورق.

من الواضح أن المشاركين كانوا يريدون مواد المنشورات في بداية ورشة العمل ومنظمة حتى يتمكنوا من المتابعة مع المحاضرات. أراد ١٩٪ مواد أقل ومراجع أكثر حتى يتمكنوا من البحث عن معلومات إضافية بأنفسهم. لاحظ بعض المشاركين على وجه التحديد أن المواد التي لم تكن مغطاة في المحاضرات ينبغي ألا يكون في المنشورات. مجموع هذه النسب المئوية لا يصل إلى ١٠٠ ٪ لأن بعض المشاركين أدلى بأكثر من تعليق واحد وبعضهم لم يدل بأي تعليقات.

٨- عدّد بعض المواضيع التي كنت تود أن تُناقَش في ورشة العمل..

١٩ ٪ تحليل وضع إدارة التكنولوجيا الصحية في كل بلد.

٦ ٪ خطط عمل وقرارات ورشة عمل.

٦ ٪ الإستراتيجيات لإقناع الحكومة أننا جزء كبير من الرعاية الصحية في جنوب إفريقيا .

٣ ٪ سياسة منظمة الصحة العالمية لتكنولوجيا الصحة في منطقة إفريقيا.

٣ ٪ تنمية الموارد البشرية لبلدان محددة.

٣ ٪ مسائل أكثر عملية حول مواضيع مثل ضمان الجودة أو إدارة المخاطر.

٣ ٪ أكثر من دور السياسة والتخطيط ، وأقل حول الإدارة والتنفيذ.

٣ ٪ مواصفات عامة للمساعدة في شراء الأجهزة الطبية.

٣ ٪ إعداد عملي لورش العمل في الصيانة/ الهندسة.

٣ ٪ الصيانة الداخلية مقابل الاستعانة بمصادر خارجية .

٣ ٪ دراسات حالة عن الإنتاجية والفعالية لمقاطعات الرعاية الصحية.

٣ ٪ تدريب مجتمع التنمية الجنوب الافريقى باستخدام الموارد المجمعة .

٣ ٪ تدريب الفنيين (التقنيين) والمستخدمين .

٣ ٪ كيفية التعامل مع المرافق الصحية اللامركزية والمخصخصة.

٣ ٪ إدارة التكنولوجيا الطبية كجزء من نظام الصحي المناطقي ككل .

٣ ٪ عروض تقديمية (محاضرات) من الشركات المصنِّعة للأجهزة الصحية .

٣ ٪ معلومات حول ترخيص المهندسين الإكلينيكيين والـ BMETs في الولايات المتحدة.

٣ ٪ الحزمة الأساسية للرعاية الصحية من منظمة الصحة العالمية.

معظم الموضوعات الإضافية التي أرادها المشاركون تركز على خبرات بلدان فردية. وهذا من شأنه أن يسمح لمزيد من المشاركة وربما منحهم أفكاراً أفضل لحلول محددة لمشاكلهم المحلية. مجموع النسب المئوية لا يصل إلى ١٠٠ ٪ لأن بعضهم لم يذكر أي مواضيع وبعضهم ذكر أكثر من موضوع.

٩- اختر فئات الناس الذين توصي بحضورهم ورشة العمل هذه.

مدير ٧١ ٪ مهندس ٧٧ ٪ مخطط ٥٨ ٪ مدير رعاية صحية ٥٨ ٪ فني ٣٥ ٪

آخرون: سياسي، مستشار، ممرضة، صانع قرار، صانع سياسة، مصنِّع.

ربما تعكس هذه التوصيات وظائف المشاركين. بعضهم اعتقد أن هذا الحضور ينبغي أن يكون في أزواج من شخص تقني وشخص إداري. وقال آخرون إنهم كانوا يودون لو أنه تم تسليمهم جدول أعمال ورشة العمل من قبل للمساعدة في اختيار الحضور.

١٠- هل تنصح آخرين بورشة العمل هذه؟

نعم ٩٧ ٪ لا ٠ ٪ ربما ٣ ٪

وربما كان هذا هو أهم نتائج التقييم. إذا كان ٩٧ ٪ من المشاركين سوف ينصح آخرون بورشة العمل، فلا بد أنهم وجدوا أن المعلومات مفيدة.

١١- ما هو دورك في نظام تقديم الرعاية الصحية في بلدك؟

تم تجميع وظائف المشاركين تحت أدوار "تقنية أو هندسية" و "إدارية أو تخطيط". بيد أن هذا التقسيم قد لا يكون دقيقا، لأن المهندسين قد يعملون في مناصب إدارية وتخطيطية. وعلى العكس فإن المشاركين الذين ليسوا مهندسين قد يكون لهم أيضا أدوار إدارة تكنولوجيا رعاية صحية (HTM).

وظائف تقنية أو هندسية Technical or Engineering

منسق هندسة إكلينيكية (مستشفى خاص).

مهندس إلكترونيات في صيانة الأجهزة الطبية.

مهندس، قسم صيانة مناطقي.

رئيس خدمات الهندسة الطبية الحيوية في وزارة الصحة.

إدارة التكنولوجيا الصحية.

مدير تكنولوجيا الرعاية الصحية لمستشفيات ثانوية.

مهندس مستشفى.

إدارة وإصلاح أجهزة طبية لمستشفى.

مستشار إدارة تكنولوجيا صحية.

أدير أجهزة في مقاطعتي.

مدير الدعم الطبي (مستشفى عام في مقاطعة).

أخصائي في الإعاقة والخدمات المساعدة .

مستشار تقني على مستوى وزاري.

وظائف إدارية أو تخطيط Administrative or Planning

مستشار في برامج تقديم الرعاية الصحية.

مستشار لإدارة المستشفيات.

مستشار لمديرية الصحة بمقاطعة .

استشاري .

صانع القرار .

مشروع (مسودة) سياسات وخطط ذات صلة بالصحة .

رئيس قسم التخطيط.

اقتصادي صحة يخطط خدمات صحية.

استشاري نظام صحي .

إدارة خدمات مختبر صحي في وزارة الصحة .

إدارة تكنولوجيا رعاية صحية للريف .

إدارة التكنولوجيا الصحية في وزارة الصحة .

مدير في التصوير الشعاعي .

مخطِّط .

مدير رعاية صحية في مقاطعة .

مدير صحة عامة مناطقي.

الاستنتاجات

Conclusions

اعتبر أعضاء هيئة التدريس والمشاركون والمنظمون ورشة العمل المتقدمة في إدارة التكنولوجياالصحة نجاحاً. أشارت تقييمات ورشة العمل إلى رضى عام عن المحتوى وطريقة التقديم. تم تحديد مجالات التحسين التي سيتم

إدراجها في ورشات عمل متقدمة مستقبلية في الهندسة الإكلينيكية. إن تقييمات التأثير بالمشاركين في مرحلة ما بعد ورشة العمل مفيدة لتحديد ما إذا كانت المعلومات من ورشة العمل هذه تشكل فرقا في إدارة التكنولوجيا الصحية في بلدان المشاركين ذات الصلة. إن ورشة عمل كيب تاون المتقدمة لإدارة التكتولوجيا الصحية (AHTM) تخدم كنموذج لورشات عمل مستقبلية لإدارة التكنولوجيا الصحية يتم تقديمها للأمم النامية.

المراجع

References

American College of Clinical Engineering. Guidelines for Medical Equipment Donation. Plymouth Meeting, PA, American College of Clinical Engineering, 1995.

David Y, Judd TM. Medical Technology Management. Redmond, WA, SpaceLabs, 1993.

Dyro JF, Wear JO. ACEW Syllabus. Plymouth Meeting, PA, American College of Clinical Engineering, 2001.

FAKT (Association for Appropriate Technologies). Guidelines: Medical Equipment Donations. Geneva, CMC, 1994.

Human P. Yenza. Oxford, 1998.

Judd T, Dyro JF. Advanced Health Technology Management Workshop, Cape Town, South Africa. ACCE News 9:22-25, 1999.

Murray JL, Lopez AD. WHO: The Global Burden of Disease. Cambridge, MA, Harvard University Press, 1996.

World Health Organization. WHO Guidelines for Formulation of National Health care Equipment Policy. Geneva, World Health Organization, 1999.

World Health Organization. Guidelines for Health Care Equipment Donation, 4th Draft. Geneva, World Health Organization, 1997.

٧٢

التعليم عن بعد
Distance Education

James O. Wear
Veterans Administration
North Little Rock, AR

Alan Levenson
MediqPRN
Pennsauken, NJ

ليس التعليم عن بعد جديداً. لقد كان موجوداً لعقود، لكنه تلقى في الآونة الأخيرة مزيداً من الدعاية مع ظهور الإنترنت. دروس التعليم عن بعد الأولى كانت الدروس بالمراسلة قبل زمن لا بأس به من نهاية القرن العشرين.

ومع التخفيض في ميزانيات المستشفيات، أصبح الحصول على التعليم المستمر أكثر صعوبة بالنسبة للمهندسين الإكلينيكيين (CEs) وفنيي الهندسة الطبية الحيوية (BMETs). لقد تم تخفيض تكاليف التعليم لجميع الموظفين لأنها من غير السهل تحميلها على رعاية المريض. إلا أنه مطلوب في نفس الوقت من المهندسين الإكلينيكيين (CEs) وفنيي الهندسة الطبية الحيوية (BMETs) أن يكون لديهم ساعات تعليم مستمر معتمدة (CECs) للحفاظ على تراخيصهم أو إجازاتهم كمهندسين مهنيين. إن التعليم عن بعد ويوفر طريقة اقتصادية للحصول على هذا التعليم المستمر.

لقد تم تدريب كثير من فنيي الإلكترونيات من خلال دورات واسعة بالمراسلة في مجال الالكترونيات العامة أو إصلاح أجهزة الراديو والتلفزيون. وعندما تم إدخال المؤتمرات السمعية عن بعد منذ ٤٠ عاما أصبحت مساعدا مفيدا للتعليم عن بعد. يتم في المؤتمرات السمعية عن بعد تقديم المحاضرات من خلال هاتف، ويستطيع الطلبة طرح أسئلة. يمكن لحوار بين المعلم والطالب أن يحدث. إن استخدام أشرطة الفيديو والأشرطة الصوتية شكل آخر من أشكال التعليم عن بعد، حيث يتم وضع المحاضرات على شريط صوتي أو شريط فيديو. إن برنامج التعليم عن بعد هذا مع

إضافة المادة المكتوبة والامتحان، وبالرغم من أنها غير تفاعلية، تُعتبر تحسيناً على دورات تدريس الكتب المدرسية بالمراسلة. إن إدخال مؤتمرات الفيديو عن بعد تحسين آخر في التعليم عن بعد؛ فالمحاضرات يمكن رؤيتها وليس فقط مجرد سماعها. إن مؤتمرات الفيديو عن بعد تحسين على شريط الفيديو من حيث كون العرض التقديمي (المحاضرة) حية (مباشرة)، وفي بعض الحالات فإن تكنولوجيا الفيديو ذات الاتجاهين يمكن أن تجعل المؤتمر عن بعد تفاعلياً. لقد تغيرت الدورات الدراسية بالمراسلة مع ظهور تكنولوجيا الحاسوب. إن هذه الدورات المستندة إلى الحاسوب ببساطة دورات بالمراسلة تستخدام أجهزة الحاسوب (الكمبيوتر). وبالرغم من أنها في الواقع مشابهة لبعض برنامج دورات التعليم بالمراسلة، إلا أن الدورات المستندة إلى الحاسوب هذه أكثر تفاعلية.

إن الإنترنت والدورات على الشبكة العنكبوتية العالمية يمكن أن تكون تفاعلية. يتم الآن في كثير من الأحيان وضع بعض هذه الدورات التي كانت في الأصل مستندة إلى الحاسوب أو مسجلة على شريط فيديو على شبكة الإنترنت بحيث تكون متاحة في أي وقت. يمكن إضافة التفاعلية إلى هذه الدورات. ومع قدوم كل هذه التكنولوجيا الجديدة والاهتمام في التعليم عن بعد، فإنه يمكن منح درجات علمية إما جزئيا أو كليا عن طريق التعليم عن بعد.

دورات دراسية بالمراسلة
Correspondence Courses

لقد كان للدورات الدراسية بالمراسلة شعبية منذ أجيال. يستطيع المسجل (enrollee) القيام بالدراسة والتمارين وإجراء الاختبارات في مكان بعيد من اختياره. يتم إرسال المواد التعليمية (في العادة كتب دراسية أو مَلازم محاضرات) إلى الطالب عن طريق البريد أو ناقل مشترك (common carrier). يتم بعد بعد إتمامها إرسال الواجبات والتمارين من أجل إعطاء الدرجات. يتم عموما إعطاء امتحان واحد في نهاية الدورة. يتم في بعض البرامج مراقبة الامتحان أو عمله في مدرسة أو مكتبة أو مكان آخر بعيد. إذا كان البرنامج يعتبر برنامج دراسة ذاتية، فإن الفحص قد يكون ذاتيا يتم إعادته بعدها إلى البرنامج للتقييم (إعطاء الدرجات).

يعطي كثير من الكليات والجامعات ساعات معتمدة للدورات بالمراسلة التي تقدمها. يمكن للمرء استكمال متطلبات التعليم العام للحصول على درجة مشارك أو بكالوريا (baccalaureate) بواسطة هذه الطريقة. تبلغ نسبة الإكمال لهذه البرامج ٤٠ ٪ إلى ٥٠ ٪.

تقدم بعض المدارس برامج دراسة بالمراسلة فقط. عادة ما تمنح هذه المدارس شهادات إكمال دورة دراسية بنجاح، وتقدم في بعض الحالات دورات يمكن للطالب الحصول على ساعات معتمدة من الكلية عليها. لقد تم على مر السنين وضع برامج إلكترونيات مختلفة بهذه الطريقة. لهذه البرامج دروس بالمراسلة واسعة النطاق بما في ذلك

التجارب الفيزيائية. لقد اعتُمدت هذه البرامج، و يمكن تغطية تكاليفها عن طريق قانون الـ GI Bill. لقد تم إنشاء العديد من البرامج بعد الحرب العالمية الثانية ودربت أشخاصاً لإصلاح أجهزة الراديو والتلفزيون. تتضمن بعض هذه الدورات البناء الفعلي لراديو أو لتلفزيون أو لحاسوب مؤخرا. معظم هذه الدورات يعود إنشاؤها إلى ما بعد الحرب العالمية الثانية نتيجة للـ GI Bill الذي أقره الكونغرس ووقعه الرئيس فرانكلين د. روزفلت لتوفير إعانات للجنود العائدين من الحرب. لقد وضع قانون الـ GI Bill في الولايات المتحدة المؤرخ في ٢٢ حزيران (يونيو) عام ١٩٤٤ ((NWCTB-11-LAWS-PI159E6-PL78 (346)) التعليم العالي في متناول الملايين من قدامى محاربي الحرب العالمية الثانية والصراعات العسكرية اللاحقة. يمكن استخدام إعانات قدامى المحاربين لهذه الدورات إذا كانت مستوفية لمعايير معينة. لقد تغيرت مدارس المراسلة مع تغير التكنولوجيا. وهي توفر الآن مواد مثل إصلاح أجهزة الحاسوب وشبكات الاتصالات.

إن مدارس المراسلة الدولية في العمل لسنوات عديدة، وعرضت تشكيلة متنوعة من المواضيع والمواد عن طريق المراسلة. وهي معروفة كـ Thomson Education Direct (انظر www.educationdirect.com). إن لأنظمة تدريب TPC (www.tpctraining.com) مجموعة متنوعة من الدورات التي يمكن استخدامها من قبل مؤسسة ما كدورات بالمراسلة مع كون الـ TPC هو الذي يقيّم الامتحانات. لدى شركة Scientific Enterprises, Inc. (www.scientificenterprises.com) عدد كبير من دورات الدراسة الذاتية في الهندسة الطبية الحيوية وهندسة المستشفيات وسلامة المستشفيات.

هناك بالإضافة إلى الشركات وكالات حكومية عدة طورت برامج المراسلة الخاصة بها. لقد كان لإدارة شؤون المحاربين القدامى برنامج واسع النطاق للدراسة بالمراسلة على مدى ٣٠ عاما لهندسة المستشفيات والهندسة الطبية الحيوية. لقد كان للجيش كذلك برامج دراسة بالمراسلة واسعة النطاق على مدى السنين.

مرت بعض برامج الدراسة بالمراسلة عبرانتقالات من مواد نصية بدقة إلى مواد ذات إيقاع ذاتي المادي كانت جزئيا تفاعلية وسمحت للناس أن يعبروا فعالية دراسية بوقعهم الخاص. إن التعليمات المستندة إلى الحاسوب متوفرة الآن ويتم فيها وضع المواد النصية ومقاطع الفيديو على أقراص مدمجة (CD-ROMs). يمكن أن تُعطى الامتحانات في أماكن معينة على مدى الدورة. إن المادة بهذه الوسائل تفاعلية. يمكن للبرنامج إذا ما غاب سؤال إحالة الطالب إلى المقطع لإعادة دراسته. كانت بعض هذه البرامج قبل الأقراص المدمجة متوفرة على أقراص مرنة (floppy disks)، إلا أنها لم يكن لديها القدرة على أو نفس القدر من التفاعل كالذي لمقاطع الفيديو بسبب القدرة التخزينية غير الكافية للوسط.

المؤتمرات الصوتية عن بعد
Audio Teleconferences

لا تزال المؤتمرات الصوتية عن بعد والتي كانت قائمة منذ عقود طريقة تدريس قابلة للتطبيق. إن البرنامجين الرئيسيتين في الهندسة الإكلينيكية اللذين كانا موجودين لعدة سنوات ترعاهما إدارة شؤون المحاربين القدامى (DVA) والكلية الأمريكية للهندسة الإكلينيكية (ACCE). (انظر الفصل ١٣٠).

إن المؤتمرات الصوتية عن بعد شكل غير مكلف نسبيا من أشكال التعليم عن بعد يمكن أن يزوّد العديد من المشاركين بنفس المعلومات. فهو لا يتطلب أي معدات معقدة باستثناء الجسر الذي يربط خطوط الهاتف. يمكن أن تؤمّن مواقع تجارية في الولايات المتحدة الجسور وخطوط الهاتف لأقل من ٢٥ دولارا في الساعة لكل موقع. كل ما هو مطلوب من المتحدثين والمشاركين لا يتعدى هاتفاً مع زر لكتم الصوت. يمكن توفير الدعم السمعي البصري إما عن طريق منشورات أو شرائح أو رقائق شفافة أوملفات كمبيوتر مثل عروض PowerPoint® التقديمية أو حتى أشرطة الفيديو يمكن رؤيتها في الموقع المحلي.

من المرغوب فيه في كل موقع بستة مشاركين أو أكثر أن يكون هناك محفّز (facilitator) من أجل تشجيع الحد الأقصى من التفاعل. هذا يسمح بمناقشة محلية وإمكانية تمارين ورشة عمل. من الممكن العمل مفصولاً عن الشبكة (offline) أثناء عرض تقديمي لورشة عمل أو مناقشات أو لمشاهدة شريط فيديو، ومن ثم العودة إلى الشبكة (online) لإجراء مناقشات مع المتحدث.

إن مما يُنصح به من أجل تحقيق أقصى قدر من التفاعل أن لا يكون هناك في الوقت نفسه أكثر من ٥٠ موقعاً على الشبكة. يمكن أن يكون عدد المشاركين في موقع واحد أو عشرين، مع كون العدد المرغوب فيه ما بين ٤ و ١٠. يجب أن يكون هناك في موقع ما عدد كاف من المشاركين ليكون هناك شيء من النقاش، إلا أن مشاركين كثيرين جداً يجعلون السمع أو المشاركة في المناقشة المحلية أمراً صعباً إن لم يكن مستحيلاً.

إن الميزة الرئيسية للمؤتمرات الصوتية عن بعد هو أن المتحدث يمكن أن يكون في أي مكان يكون لديه فيه وصول إلى هاتف، وبالمثل يمكن للمشاركين أن يكونوا في أي مكان ما دام أن لديهم هاتفاً مع زر لكتم الصوت. إن زر كتم الصوت مهم لمنع الضجيج والتغذية الراجعة على الخطوط. الميزة الأخرى للمؤتمرات الصوتية عن بعد أنه يمكن أن تكون سلسلة من المؤتمرات بدلا من واحد فقط. ولأن ساعتين من الوقت هو الحد الأقصى الذي يمكن للمرء أن يبقي فيه على انتباه مجموعة ما، فإن موضوعاً كبيراً مثل القوانين والمعايير يتم تقديمه على أفضل وجه في جلسات تمتد على مدى عدة أيام.

خبرة إدارة شؤون المحاربين القدامى
Department of Veterans Affairs Experience

لقد استخدمت إدارة شؤون المحاربين القدامى (DVA) المؤتمرات عن بعد لكل تعليم عن بعد منذ عام ١٩٧٤م. ولأن لدى الـ DVA (١٧٢) مستشفى فهي تقوم بكل مؤتمر صوتي عن بعد أربع مرات، بواقع واحد لكل من المناطق الزمنية الأربعة للولايات الـ ٤٨ المتجاورة. تستطيع الـ DVA بهذه الطريقة تدريب ألف أو أكثر من كادر الهندسة الطبية الحيوية والسلامة على تحديثات القوانين والمعايير (المواصفات القياسية).

طوّرت لجنة من ثلاثة مهندسين إكلينيكيين مواد التدريب وتقوم بدور هيئة التدريس. يتم تطوير منشورات ما قبل الاختبار ودراسات حالة وتقييم وما بعد الاختبار. ويتم اختيار محفّز (facilitator) موقع لكل موقع. يجب أن يكون لدى هذا المحفز بعض المعارف المقنعة وعادة ما يكون مهندساً إكلينيكياً أوفني أجهزة طبية حيوية (BMET) مخضرماً. قبل تدريب المؤتمر عن بعد قد تكون هناك بعض الفائدة في دعوة إلى اجتماع مع جميع المحفزين لمناقشة الإجراءات.

يتم تطوير دراسات الحالة من أسئلة تُطرح على المهندسين الإكلينيكيين التابعين للـ DVA في المقر. الرئيسي للـ DVA. يناقش المشاركون في موقع ما دراسات الحالة هذه ويصلون إلى حل توافقي. ثم يتم مناقشة دراسات الحالة مباشرة على الشبكة مع أعضاء هيئة التدريس. وفي نهاية المؤتمر عن بعد يحصل كل مشارك على نسخة من الحلول الصحيحة مع شرح الأسباب (rationale).

لقد استخدمت الـ DVA هذه الطريقة لتعليم الناس كيف يعلّمون. يشاهد طلاب شرائط الفيديو ومن ثم يجتمعون معا لمناقشة ما شاهدوه. كما أنهم يقدمون أيضاً عروضاً بين المؤتمرات السمعية عن بعد ويناقشون خبرتهم بنجاحاتها وإخفاقاتها على حد سواء.

قامت الـ DVA بسلسلة من المؤتمرات السمعية عن بعد لإعداد الناس لامتحان ترخيص الهندسة الإكلينيكية (انظر الفصل ١٣٣). تم أولاً استبيان (إجراء مسح) لمهندسي الـ DVA الإكلينيكيين لتحديد المواضيع التي يحتاجون إلى مراجعتها. وقد توصلوا إلى المواضيع التالية: المختبرات الإكلينيكية والعلاج التنفسي والأشعة والمختبر والمنشأة والخدمات المساندة. بعد ذلك حدد قسم التعليم التابع للـ DVA متحدثين في هذه المواضيع ونظم مؤتمراً سمعياً واحداً أو أكثر عن بعد لكل موضوع. قدَّم كادر إكلينيكي ومهندس إكلينيكي كل جلسة. لم تكن غالبية المتحدثين من الكادر الإكلينيكي مرتبطة مع الـ DVA ولكن كان لديها خبرة في التدريس في المؤتمرات السمعية عن بعد. حضَّر أعضاء الهيئة التدريسية مواد منشوراتية (أي توزع على المشتركين) بما في ذلك السمعية البصرية ووفروا مقالات مرجعية مناسبة. كان المتحدث في الجلسة الختامية هو رئيس هيئة ترخيص الهندسة الإكلينيكية الذي راجع نموذج طلب الامتحان مع المشاركين.

تجري الـ DVA تقييم متابعة كل ستة أشهر لتأثير المؤتمرات السمعية عن بعد. تحصل هذه عادة على تقديرات ممتازة وتُظهر وفورات في التكاليف. قد تكون الوفورات في التكاليف على شكل تخفيض وقت الصيانة أوتقييم أفضل للأجهزة أو إلغاء أو تخفيض عقود الخدمة. ووفقا للبرنامج فقد تكون استجابة عملاء إكلينيكية محسَّنة نتيجة أيضا. بطبيعة الحال فإن أحد النتائج هي تحسين فهم القوانين والمعايير (المواصفات القياسية) وأيضاً عملية المسح التي تقوم بها اللجنة المشتركة لاعتماد منظمات الرعاية الصحية (JCAHO).

خبرة الكلية الأمريكية للهندسة الإكلينيكية

American College of Clinical Engineering Experience

بادرت الكلية الأمريكية للهندسة الإكلينيكية في مجهود لتوفير فرص التعليم لأعضائها بتكلفة معقولة بإقامة سلاسل سنوية من المؤتمرات السمعية عن بعد حول مواضيع الهندسة الإكلينيكية في عام ١٩٩٥م. التنسيق لهذه المؤتمرات عن بعد هو ٤٥ دقيقة عرض تقديمي (محاضرة) تليها ١٥ دقيقة للأسئلة والأجوبة. وزّع منسق المؤتمر عن بعد قبل أسبوع واحد على الأقل من المؤتمر مواد منشوراتية بما في ذلك نسخ من عروض بيانية حاسوبية في مواقع المشاركين. يملأ المشاركون استمارات تقييم لكل جلسة، وتعطي جامعة University of Arkansas for Medical Sciences وحدات تعليم مستمر للمشاركين.

تباين عدد المواقع المشاركة من ١٠ إلى ٢٠ مع شخص واحد إلى ١٠ أشخاص في كل موقع. كان هناك ٥٠ إلى ١٠٠ مشاركاً في كل من البرامج، والتقييمات كانت جيدة جدا. يتلقى المتحدثون مكافآت متواضعة. تم مطالبة المواقع بـ ١٢٥ دولاراً لكل مؤتمر عن بعد إلى حتى أربعة أشخاص مع فرض رسم إضافي قدره ١٠ دولارات للشخص الواحد. كانت سلاسل المؤتمرات السمعية عن بعد مربحة للكلية الأمريكية للهندسة الإكلينيكية (السريرية) ووفرت أموالاً تم استخدامها لمزيد من الأنشطة التعليمية وإعانات لأعضاء للـ ACCE.

يبين الجدول رقم (٧٢,١) قائمة لبعض مواضيع مؤتمرات الـ ACCE السمعية عن بعد.

كانت المواد المنشوراتية أول ما بدأ البرنامج تُرسل بالبريد، أما الآن فيتم عادة إرسال هذه المواد إلى المواقع المشاركة إلكترونيا. يتم في بعض المواقع إظهارالعروض التقديمية ببرنامج PowerPoint® بمجرد ما يتكلم المتحدث. وفي جميع الحالات يحصل كل مشارك على نسخة. يتم أيضا تسجيل الجلسات وهي متاحة للبيع مع نسخة من المنشورات. يتم الحصول على حقوق الطبع والنشر من المحاضرين للمواد المراد جعلها متاحة في هذا الشكل.

لقد تم أيضاً استخدام المؤتمرات السمعية عن بعد لتدريس مقررات لساعات جامعية معتمدة في تكنولوجيا التجهيزات الطبية الحيوية. هناك برنامج في جامعة University of Arkansas for Medical Sciences قام بتدريس مقرر مقدمة في التجهيزات الطبية الحيوية من خلال مؤتمر سمعي عن بعد. تم تقديم المحاضرات لمدة ساعتين كل أسبوع.

يقوم الطالب بزيارة أقسام معينة في المستشفيات ليرى ويتحدث إلى المشغّلين حول الأجهزة. يمكن للطلاب في الأسبوع التالي طرح أسئلة ومناقشة ما رأوه. كما تم أيضاً تدريس مقررات القوانين (الكودات) والمعايير (المواصفات القياسية) بما في ذلك الـ NFPA 99 و الـ NFPA 101 ومعايير JCAHO لبيئة الرعاية عن طريق المؤتمرات السمعية عن بعد.

الجدول رقم (٧٢,١). مواضيع مؤتمرات الـ ACCE السمعية عن بعد.

- القياس المعياري المقارن Benchmarking
- بناء العمل الجماعي بين كادر الهندسة الإكلينيكية وكادر الصيانة Building Teamwork Between CE Staff & Maintenance Staff
- خطط الأعمال Business Plans
- هل يمكن لأقسام الهندسة الإكلينيكية حقاً فعل شيء حيال الخطأ البشري؟ Can Clinical Engineering Departments REALLY Do Anything about Human Error?
- إدارة العقود Contract Management
- معايير إدراج إدارة الأجهزة: - طريقة محسنة لإدراج الأجهزة في البرنامج وتحديد تكرار الفحص Equipment Management Inclusion Criteria:- An Improved Method of Including Equipment into the Program and Determining Inspection Frequency
- مواضيع إدارة الغذاء والدواء FDA Issues
- التحليل المالي للعمليات Financial Analysis of Operations
- تأثير الـ HIPAA على الهندسة الإكلينيكية HIPAA's Impact on Clinical Engineering
- كيف تعلل (لإدارتك) يد عاملة إضافية وزيادة الرواتب وجذب والإبقاء على مساعدة جيدة How to Justify (to Your Administration) Additional Manpower, Increased Salaries, and Attracting and Retaining Good Help
- التحقيق في الحوادث Incident Investigation
- تغير منظور JCAHO وتأثيره على الهندسة الإكلينيكية JCAHO's Changing Perspective and Its Impact on Clinical Engineering
- إدارة التوافقية الكهرومغناطيسية في المستشفى Managing Electromagnetic Compatibility in the Hospital
- فرص جديدة للمهندسين الإكلينيكيين New Opportunities for Clinical Engineers
- من عدم الربحية إلى الربحية Non-Profit to Profit
- التشخيص عن بعد ، أين نحن اليوم؟ Remote Diagnostics–Where Are We Today?
- تقييم التكنولوجيا Technology Assessment
- أدوات لمدراء التكنولوجيا : التخطيط الإستراتيجي للتكنولوجيا Tools for Technology Managers: Strategic Technology Planning
- فهم سوق الرعاية الصحية Understanding the Health care Marketplace
- ماذا يلزم لأداء صيانة الأشعة داخلياً ؟ What Does It Take to Perform In-House Radiology Maintenance?
- ما هو الفرق بين المهندسين الإكلينيكيين ومديري الـ BMET؟ What Is the Difference between CEs and BMET Managers?

المؤتمرات الفيديوية عن بعد Video Teleconferencing

المستوى التالي الأعلى للتعليم عن بعد هو المؤتمرات الفيديوية أو البث عبر الأقمار الصناعية. لقد استخدمتها الوكالات الحكومية والمؤسسات التجارية في كثير من الأحيان. إن خطوط الهاتف عالية السرعة من نقطة إلى نقطة أو الجسور هي من بين التكنولوجيات العديدة للاتصالات السمعية والفيديوية التي يمكن استخدامها لربط عدة نقاط.

هذه الطريقة تفاعلية وتسمح للمدرس برؤية المشاركين وتسمح للمشاركين برؤية بعضهم لبعض. من بين الأنظمة الكثيرة المتاحة هناك الـ V-Tel™ والـ PicTel.™. ومرة أخرى، يمكن استئجار وقت الجسر من قبل طرف ثالث (انظر الفصل ٧٣).

يمكن عمل العروض التقديمية بالأقمار الصناعية من خلال رابط تحميل (uplink) ومن ثم استقبالها في المواقع بواسطة رابط تنزيل (downlink) وهي ليست مكلفة جداً. إلا أنها لا تسمح بأي تفاعل إلا من خلال مكالمة هاتفية. يتطلب التفاعل الحقيقي ذو الاتجاهين رابط تحميل كامل عند طرفي برنامج وهو مكلف جدا. يمكن مع ظهور النظم الرقمية تقديم بث عن طريق الأقمار الصناعية ذي نوعية جيدة والتقاطه في مواقع روابط التنزيل. وهذا يعطي عرضاً تقديمياً أعلى جودة بكثير مما كان ممكنا في الماضي، لكنه يبقى تفاعلياً فقط من خلال المكالمات الهاتفية.

لقد استخدامت إدارة شؤون المحاربين القدامى (DVA) البث عبر الأقمار الصناعية لبرامجها في الهندسة الطبية الحيوية و سلامة المستشفيات. لديهم أربعة استوديوهات في جميع أنحاء الولايات المتحدة مع القدرة على البث، وجميع المراكز الطبية الـ ١٧٢ لديها روابط تنزيل للإشارة الرقمية. في الوقت نفسه للـ DVA أربع قنوات بوقت كامل على قمر صناعي. تكون برامج البث عادة من ساعة الى ساعتين وهي عبارة عن عروض تقديمية (محاضرات) من قبل أفراد أو مجموعات. يمكّن الرقم المجاني المشاركين من الاتصال لطرح أسئلة. إلا أنه بالمقارنة مع مؤتمر سمعي عن بعد حيث يضغط الناس ببساطة على زر كتم الصوت للحصول على خط مفتوح، فإنه هذا الجهد الصغير في إجراء مكالمة هاتفية هو ما يخفض التفاعلية. إن البث الفضائي وسيلة جيدة لتقديم المعلومات، خصوصا عندما يكون المشاركون بحاجة إلى تصور المادة أكثر من مجرد سماع محاضرة.

ينطوي المستوى التالي الأعلى من التكنولوجيا على جلب البث بالأقمار الصناعية إلى سطح المكتب حيث يمكن استقباله من خلال الشبكة على أجهزة كمبيوتر شخصية. تقوم الـ DVA حاليا بتركيب هذه التكنولوجيا.

الإنترنت The Internet

مجال آخر من مجالات التعليم عن بعد هو استخدام الإنترنت ومواقع الشبكة العنكبوتية. تستخدم الجامعات هذا الأسلوب في تقديم المادة للطلاب في الحرم الجامعي، ولكن يمكن استخدامها لتقديم مواد إلى أي مكان لدى الناس فيه وصول إلى التكنولوجيا اللازمة (انظر الفصل ٧٣).

يمكن استخدام الإنترنت مع بريد إلكتروني لتدريس مقررات قد تكون دُرّست بالمراسلة حصراً. هذا يسمح للطالب بالوصول إلى المدرس في إطار زمني أقصر بكثير من ذلك الذي ينقضي في المراسلات عن طريق الرسائل. ميزة إضافية أخرى هي أنه أقل كلفة بكثير من مكالمة هاتفية. يمكن حتى تقديم الامتحانات عن طريق البريد الإلكتروني. يمكن للدورات المستندة إلى شبكة الإنترنت فعلا أن تكون تفاعلية ويمكن أن تشتمل على مقاطع فيديو.

وهذه يمكن أن تكون مفيدة، لكنها يمكن أن تكون مكلفة لتطويرها بشكل مناسب. يجب على الطالب أن يكون لديه حاسوب (كمبيوتر) مع مودم عالي السرعة أو وصول سريع إلى الإنترنت من أجل جعل استخدامه لوقته فعالاً مع دورة مستندة إلى شبكة الإنترنت. مرة أخرى، بعض الدورات المستندة إلى شبكة الإنترنت تُستخدم في الجامعات أو في المستشفيات على شبكاتهم المحلية. هذه الشبكات عادة ما يكون لها سرعات بث زائدة بشكل واضح. ولأنها يمكن أن تؤخذ في أي وقت تقريبا، فإن التكنولوجيا المستندة إلى الإنترنت مفيدة بشكل خاص للدورات القصيرة (مثل المطابقة للقوانين (الكودات)) المطلوبة للموظفين.

إن كون مواقع الإنترنت متاحة ٢٤ ساعة يوميا لسبعة أيام في الأسبوع يُعتبر ميزة كبيرة تمكّن المشاركين من العمل على الدورات في أي وقت. ويمكن أن تؤخذ الدورات حسب الطلب بناء على وقت الطالب وليس على وقت المدرس. ولأن الطلاب يمكن أن يكونوا من أي بلد في العالم، فإن الحواجز اللغوية يمكن أن تزيد التحدي للمدرس.

هناك عيب واحد للدورات المستندة إلى شبكة الإنترنت وهو أنها عموما لا تستوفي متطلبات إدارة السلامة والصحة المهنية (OSHA) في الولايات المتحدة كبرامج قائمة بذاتها. تتطلب الـ OSHA أن يكون التدريب متمركزاً في مكان، مما يعني أنه يجب أن يكون له أسماء مكان وأرقام هاتف في البرنامج. تتطلب الـ OSHA أيضا أن يكون شخص ما حاضرا أثناء الدورة في جميع الأوقات للإجابة على الأسئلة. ولا يمكن لسؤال أن يُطرح عن طريق البريد الالكتروني ليتم الإجابة عليه في وقت لاحق. وهذا يعني أنه إذا كان شخص ما يأخذ دورة على شبكة الإنترنت في الساعة ٢:٠٠ صباحا فيجب أن يكون هناك شخص آخر يمكن الوصول إليه هاتفياً للإجابة على سؤال. تتطلب الـ OSHA قدرا كبيرا من التدريب العملي. ولذلك فإن الدورات المستندة إلى شبكة الإنترنت مشابهة لتلك التي تستخدم أشرطة الفيديو والتي يمكن استخدامها لدعم التدريب، لكنها عموما لا يمكن استخدامها حصرياً. وفي حين أنه يمكن ترتيب وجود شخص ما يستطيع الإجابة على الأسئلة، إلا أن الحاجة إلى تدريب عملي تبقى تقييداً للدورات المستندة إلى شبكة الإنترنت.

يسمح "الاجتماع الشبكي" (Netmeeting)، وهو نظام متخصص يمكن استخدامه عبر شبكة، لجميع المشاركين برؤية شاشة المدرس على أجهزة الكمبيوتر الخاصة بهم. وهذا مفيد لتعليم استخدام برامج الكمبيوتر.

إن من الممكن الحصول على شهادة جامعية من جامعات معتمدة بمزيج من الإقامة والتعليم عن بعد. يمكن في بعض البرامج الحصول على درجة دون الحاجة إلى تلبية متطلبات الإقامة. يمكن أن تكون هذه البرامج مكوّنة كليا من تعليم عن بعد شاملة على بعض الدورات على الإنترنت وساعات خبرة معتمدة وتدريب في شركة. ومع ذلك

يجب على المرء أن يقارب هذا الموضوع بحذر لأن بعض المدارس معتمد من قبل وكالات الاعتماد الإقليمية وبعضها غير معتمد.

لقد أصبح التعليم عن بعد أسلوب حياة لكثير من المهنيين مع تغير التكنولوجيا والأجهزة الطبية ووسائل تقديم الرعاية الصحية. يجب على المهندسين الإكلينيكيين وفنيي الأجهزة الطبية الحيوية من أجل مواكبة التطورات الرئيسية الحيوية أن يواصلوا تعليمهم. إن الطريقة الاقتصادية الوحيدة لتحقيق ذلك هي عن طريق التعليم عن بعد الذي يسمح للأفراد للتعلم في وقتهم الخاص بهم وبوتيرتهم الخاصة بهم وبتكلفة معقولة. ولحسن الحظ فإن التغير في التكنولوجيا وفر أيضاً أساليب أحدث يمكن بواسطتها تقديم التعليم عن بعد. يجد كثيرون أنهم كمتعلمين بالغين يستطيعون أن يتعلموا من خلال التعليم عن بعد بنفس القدر أو أكثر مما يستطيعون تعلمه في الفصول الدراسية التقليدية في حرم الكلية.

٧٣

التكنولوجيات المحدثة: الإنترنت ومؤتمرات الفيديو التفاعلية

Emerging Technologies: - Internet and Interactive Video Conferencing

Albert Lozano-Nieto
Assistant Professor of Engineering,
The Pennsylvania State University,
Wilkes-Barre Campus, Wilkes-Barre, PA

إن الهدف الرئيسي لبرامج الهندسة الإكلينيكية (السريرية) الأكاديمية هو تدريب المهنيين المستقبليين على صيانة وإصلاح التجهيزات الإكلينيكية والطبية والإدارة الشاملة لها. ناقشت الفصول السابقة في هذا القسم عدة مقاربات (مناهج) لتعليم الهندسة الإكلينيكية، إما على مستوى درجة أو من أجل التعليم المستمر.

تشهد مهنة الهندسة الإكلينيكية اليوم تغيرات كبرى. هناك انزياح في الدور الرئيسي للمهندسين الإكلينيكيين من النهج التقليدي المتمثل في إجراء صيانة وقائية وإصلاحات للأجهزة نحو إدارة التكنولوجيا في مجمل نظام الرعاية الصحية (Zambuto, 1997). يلعب المهندسون الإكلينيكيون اليوم دورا متعدد الأوجه في البيئة الإكلينيكية نتيجة لمشاركتهم المستمرة والمتزايدة مع إدارة الأجهزة الإكلينيكية. فهم يتفاعلون بانتظام مع: الكادر الإكلينيكي، ومديري المستشفيات، والبائعين والمصنّعين، والمهندسين الإكلينيكيين في المرافق الأخرى، والوكالات الناظمة.

إنه هذا السيناريو المتغير باستمرار الذي يجب على المرء تقييمه وتعديل المقاربات (المناهج) لتعليم وتدريب هؤلاء المهنيين المستقبليين. يجب على المعلمين تضمين تقنيات تعليم جديدة وأكثر كفاءة لإبقاء الطلاب على انسجام مع التغيرات الحاصلة في هذه الصناعة. يجب عليهم في الفصول الدراسية أن يتوقعوا الاحتياجات المستقبلية للصناعة مع المحافظة على المستويات العالية من الجودة التي ميزت تعليم الهندسة الإكلينيكية تقليديا. أخيرا، يجب أن يتذكر المعلمون أن أرباب العمل لا يتطلبون فقط مستوى عالياً من المهارة التقنية من الموظفين المحتملين، وإنما أيضا بعض الخبرة في الأوضاع الإكلينيكية والعمل الجماعي وبشكل خاص مهارات الاتصال البارزة ذات الأهمية البالغة في بيئة العمل (Xu et al, 1997).

كانت المكونات التقليدية في تعليم الهندسة الإكلينيكية تتألف من المحاضرات التي يلقيها المعلمون والعمل المختبري الذي يركز على تحديد أعطال وإصلاح أجهزة طبية متنوعة على مستوى المكونات والأنظمة الفرعية فضلا عن تنفيذ مهام الصيانة الوقائية على الأجهزة. تتناول المحاضرات في قاعات الدراسة: المبادئ الأساسية للكهرباء والإلكترونيات، والمجسات (المبدلات، المحولات) الفيزيولوجية، ومصدر الكمونات الحيوية والإشارات الحيوية، والتفاعل بين الأنسجة الحية والكهرباء. عادة ما يتم استخدام الجزء التجريبي في المختبر لتوضيح المفاهيم التي سبق تطويرها في الفصول الدراسية وكذلك لتحفيز الفضول الفكري للطالب في المواضيع التي لم يتم تغطيتها في المحاضرات. تتطلب بعض البرامج الأكاديمية من الطلاب أيضا أن يتموا بنجاح تدريباً داخلياً في مؤسسة للرعاية الصحية، ومن ثم إعطاء خريجيها الفرصة لاكتساب الخبرة في مجال العمل قبل التخرج التي تشكل رصيدا واضحاً بالنسبة لأصحاب عملهم المستقبليين (Lozano, 1998). هذه المقاربة (النهج) صحيحة تماما اليوم حيث لا يزال الطلاب في حاجة الى معرفة مبادئ العمل الأساسية للأجهزة الطبية وأن يكونوا قادرين على تحديد الأسباب المحتملة لأعطالها أو قصورها، حيث إن سبب غالبية طلبات الخدمة الداخلية (in-house service calls) إما خطأ مشغِّل أو ترتيبة (configuration) جهاز خاطئة (Westover, 1998). ومع ذلك، فإن هذه المقاربة (النهج) لا تكفي في حد ذاتها. فنظراً للحجم والبنية التحتية للبرامج الأكاديمية الحالية في الهندسة الإكلينيكية، لا يستطيع المعلمون وحدهم أن يوفروا اتساع المنظور والتغطية المتعمقة لجميع المواضيع التي تؤثر في الهندسة الطبية من وجهة النظر التقنية والمهنية على حد سواء. علاوة على ذلك، فإن من المعروف على نطاق واسع بأن المعلمين سوف يكونون قادرين على زيادة قدراتهم التفكيرية الناقدة وبذلك يصبحون أكثر فعالية حالما يكونون في مكان العمل من خلال تعريض المهنيين المستقبليين إلى مجموعة متنوعة من الآراء ووجهات النظر المختلفة (Newport, 1997).

تعليم الهندسة الإكلينيكية من خلال مصادر الإنترنت

Clinical Engineering Education through Internet Resources

لا شك في أن خدمات الإنترنت المختلفة في السنوات القليلة الماضية قد لعبت دورا رئيسياً في تغيير الطرق التي يتم بها الوصول إلى المعلومات ونقلها وتبادلها. يمكن وينبغي استخدام هذه الموارد الجديدة لتحسين الطريقة التي يقارب بها المرء تعليم المهندسين الإكلينيكيين المستقبليين، حيث إن الإنترنت وخدماتها ذات الصلة تشكل وسائط ديناميكية (حركية) بإمكانيات قوية للتكيف المستمر مع ضرورات المستخدم. علاوة على ذلك، تدعم نفس المنصة مجالاً واسعاً من المصادر المعلوماتية التي كانت من قبل مفرقة بين عدد كبير من المواقع والوسائط. يتيح الإنترنت أيضا معلومات للطلاب كان من الصعب عليهم تقليديا الحصول عليها مثل البيانات التقنية على الأجهزة الطبية. إن العدد المتزايد من مصنِّعي الأجهزة الطبية الإلكترونية التجارية الذين يوزعون معلوماتهم من خلال الإنترنت يسمح

للطلاب بالوصول بسرعة إلى كل هذه المعلومات من الفصول الدراسية. يجب أن يُنظر إلى الإنترنت كما تم إدراكها: أداة قوية وذات قيمة لتبادل الأفكار والمعلومات بين أفراد موجودين في نقاط متباعدة جغرافيا.

تنمية المهارات الأساسية باستخدام البريد الإلكتروني Developing Basic Skills Using Electronic Mail

على الرغم من أن جميع الطلاب المسجلين في البرامج الأكاديمية في الكليات والجامعات اليوم لديهم افتراضياً حسابات كمبيوتر مع إمكانية الوصول إلى الإنترنت، إلا أنه لن يستخدمها جميع الطلبة من تلقاء أنفسهم ولن يستكشفوا الإمكانيات المختلفة والأكثر تعقيدا التي تتيحها هذه المصادر. ومن خبرة المؤلف الخاصة فقد تم استخدام البريد الإلكتروني بكثرة من قبل المعلم لإرسال ومراجعة المهام والواجبات المنزلية وكذلك لأغراض الاتصال الأخرى. كانت هذه التجربة مبنية على أساس المقاربة التدريجية للاستخدام المتزايد لوظائف أكثر تعقيدا مثل: الإنشاء والتحرير، والرد على المرسل و جميع المتلقين الآخرين، وإعادة توجيه الرسائل، وإرسال المرفقات، والعمل مع مختلف الخطوط والتصاميم. إن الهدف من استخدام البريد الإلكتروني هذا كان تمكين الطلاب من استخدام البريد الإلكتروني بجميع إمكانياته على أساس منتظم.

المشاركة في قوائم توزيع البريد الإلكتروني للهندسة الإكلينيكية Participating in Clinical Engineering Listservs

يُطلب من الطلاب، بعد أن يصبحوا على معرفة مع استخدام البريد الإلكتروني، الاشتراك في قائمة توزيع (listserv) للهندسية الإكلينيكية. الأهداف الأساسية لقوائم التوزيع هذه هي المناقشة وتبادل المعلومات بين المهنيين العاملين في مجالات مختلفة ذات صلة بالهندسة الإكلينيكية. وبالرغم من أن الطلاب لا يشعرون بالارتياح بما فيه الكفاية للمشاركة بنشاط في المناقشات، إلا أنهم يكتسبون خبرة مهمة من خلال قراءة الرسائل المتبادَلة في قائمة التوزيع. إنهم يشعرون كما لو أنهم جزء من هذه المجموعة المهنية ويتعلمون ليس فقط حول التفاصيل الفنية للأجهزة وإنما أيضا حول أهدافهم كمهنيين والمشاكل والهموم الحالية التي يواجهها المهندسون الإكلينيكيون اليوم. إن هذا الشعور بالانتماء إلى مجموعة مهنية متميزة فريد من نوعه ولا يمكن الحصول عليه في غرفة الصف، مما يجعل هذه التجربة لا تقدر بثمن. بالإضافة إلى ذلك، عندما يراقب المعلمون أيضا قائمة التوزيع فإنهم يستطيعون أن يجلبوا بعض مواضيع نقاشهم الراهنة إلى داخل قاعات الدرس. تبين التجربة الشخصية للمؤلف أن بعض المناقشات الأكثر إثارة للاهتمام أثناء المحاضرات تم إثارتها من قبل الطلاب بناء على المواضيع التي جرت مناقشتها في قائمة التوزيع. يعدد الجدول رقم (٧٣,١) بعضاً من قوائم التوزيع التي تجري مناقشات مثيرة للاهتمام بالنسبة لمجتمع الهندسة الإكلينيكية. وبسبب الحياة الزائلة لبعض قوائم التوزيع هذه والتغييرات المحتملة لعنوانها الإلكتروني، فإنه ينبغي اعتبارها كأمثلة فقط، وينصح القراء بالبحث عن قائمة نشطة تتفق واهتماماتهم.

الجدول رقم (١,٧٣). قوائم توزيع الهندسة الإكلينيكية.

اسم القائمة	العنوان الإلكتروني	ملاحظات
BIOMEDTALK	listserv@listserv.aol.com	مناقشات عامة وغالباً من قبل مهنيين أمريكيين. وسطياً حوالي ٢٠ رسالة يومياً
BmList	lisproc@nor.com.au	دولي: الهندسة الإكلينيكية الأسترالية
Cmbes	majordomo@clineng.sbr.umanitoba.edu	دولي: مهنيون كنديون
Electromedicina	electromedicina@valme.sas.junta-andalucia.es	دولي: للمهندسين الإكلينيكيين الإسبانيين والأمريكيين اللاتينيين،بالإسباني
SDbiomeds	SDbiomeds@yahoogroups.com	محلي: منطقة سان دييغو
biomedchat_Missouri	biomedchat_missouri@yahoogroups.com	محلي: منطقة ميسوري
BMETs-Houston	BMETs-Houston@yahoogroups.com	محلي: منطقة هيوستون

الشبكة العنكبوتية العالمية كأداة لتعليم الهندسة الإكلينيكية

The World Wide Web as a Tool for Clinical Engineering Education

لقد أصبحت الشبكة العنكبوتية العالمية (WWW) مصدراً لا يُستغنى عنه لطلاب الهندسة الإكلينيكية لتوثيق الاتصال مع الصناعة وكذلك كأداة للبحث عن فرص عمل. يستخدم جميع مصنعي وموردي وموزعي الأجهزة الطبية تقريبا في الوقت الحاضر الشبكة العنكبوتية العالمية كوسيلة لنشر معلومات عن منتجاتهم. يستطيع المدرسون في برامج الهندسة الإكلينيكية استخدامها في إسناد واجبات للطلاب يحتاجون فيها إلى الوصول إلى ومعالجة هذه المعلومات مثل الطلب إلى الطلاب القيام ببحث عن جهاز طبي معين أو بتحليل خصائص وتوجهات السوق فيما يتعلق بجهاز معين. إن لاستخدام الشبكة العنكبوتية العالمية مزايا هائلة على الوسائط التقليدية لتوزيع معلومات تقنية مثل الكتب والكتيبات التقنية من الشركات المصنِّعة. فهذه عناصر مكلفة في إنتاجها وتوزيعها ويجب تحديثها باستمرار عند إدخال موديلات جديدة إلى السوق. ومن ثم قد يحد المصنعون من توزيع هذه الكتيبات بالمشترين المحتملين بينما قد يتم التغاضي عن العالم الأكاديمي. وحتى في تلك الحالات من التعاون الجيد مع البرامج الأكاديمية فإن التأخير بين طلب الكتب التقنية وتسليمها للطلاب يمكن أن يكون من الطول بحيث لا يمكن إدراجها على نحو فعال في البرنامج الأكاديمي. يستطيع المصنِّعون، بنشرهم كل هذه المعلومات على الشبكة العنكبوتية العالمية، تحديث كاتالوجات منتجاتهم بسرعة وبكلفة زهيدة مما يجعلها في متناول جمهور أوسع نطاقا. يستطيع الطلاب الوصول إلى كافة المعلومات (من مصنِّعين مختلفين) التي يحتاجونها لمشاريعهم انطلاقاً من فصولهم الدراسية، مما يسمح لمدرسي الهندسة الإكلينيكية بإدراج هذه الأمثلة من الاستخدامات الصناعية في مناهجهم الدراسية الأكاديمية.

يمكن مع تطور تكنولوجيا الشبكة العنكبوتية العالمية توقع مشاكل استخدام أقل. وعلى الرغم من أن العنوان على الإنترنت (URL) ليست دائماً إلا أن الاستخدام الواسع النطاق لأسماء النطاقات الشخصية (custom domain names) قد حل مشكلة الحاجة إلى تذكر عناوين الـ URL المعقدة. وعلاوة على ذلك فإن أسماء النطاقات الشخصية

هذه توفر ضماناً إضافياً بأن المستخدم لا يحتاج معرفة عنوان المضيف حيث المعلومات مخزّنة وإنما فقط عنوان الإنترنت (URL) لمصنّع أو موزّع معين لجهاز ما. يسمح استخدام توصيلات ذات نطاق ترددي أعلى، ومن المنازل حتى، بإمكانية تضمين محتويات متعددة الوسائط أقوى من دون زيادة مقدار الوقت اللازم لتحميل صفحة على شبكة الإنترنت بشكل مفرط. وهذا يسمح للطلاب بمشاهدة صور واقعية للأجهزة الطبية على سبيل المثال ويسمح بمشاهدتهم وهم يعملون، وبذلك يسمح بزيادة في الطرق التي يمكنهم بها استيعاب هذه المعلومات. إلا أن بعض المشاكل القديمة في استخدام شبكة الاتصالات العالمية لا تزال قائمة. لا يعترف مصنّعو الأجهزة الطبية بوجود منتجات مماثلة من منافسيهم تاركين الطلاب دون فهم كامل وواقعي للحصة الحقيقية من السوق لمصنّع معين أو مدى تقاسم إدعاءات الفرادة لتكنولوجيا معينة من قبل مصنّعين مع منتجات من منافسيهم. يجب أيضا أن يأخذ المرء بالحسبان أن ضخامة الشبكة العنكبوتية العالمية (واحد من أصولها الكبيرة) يمكن أن تعمل ضد استخدامها التعليمي الأفضل. إن معظم الطلاب، لا سيما في سنواتهم الأكاديمية الأولى، متعود على العمل مع عدد محدود من المصادر فقط، وربما يشعر بنفسه مغموراً بكل هذه الإمكانيات من المعلومات التي تقدمها الشبكة العنكبوتية العالمية. قد يعاني الطلاب أيضا من مشاكل في العثور على وتصفية المعلومات التي تهم لمشاريعهم إذا كانوا غير متآلفين تماما مع محركات البحث المختلفة وإستراتيجيات البحث والبنية غير الخطية للشبكة العنكبوتية العالمية (WWW).

إضافة إلى المعلومات التقنية المقدمة من مصنعي وموزعي الأجهزة الطبية على الشبكة العنكبوتية العالمية فإن صفحات الشبكة من أقسام الهندسة الإكلينيكية لمستشفيات مختلفة تقدم للطلاب نظرة واقعية للمهنة. يستطيع الطلاب والمدرسون مناقشة أدوار ومهام هذه الأقسام وهيكليتها والسياسات في استخدام منشآت معينة، ويستطيعون أن يقوموا بجولات افتراضية في هذه الأقسام لمعرفة المزيد حول الأجهزة التي تقوم هذه الأقسام بصيانتها والكادر الإكلينيكي الذي يجب أن تتعامل معه. ولأن الشبكة العنكبوتية العالمية غير مقيدة (في الغالب) بحدود جغرافية، فإن الطلاب يستطيعون أيضاً مقارنة الطرق التي تنتهج (تقارب) بها بلدان مختلفة الهندسة الإكلينيكية، وبالتالي يستطيعون الحصول على رؤية واسعة للهندسة الإكلينيكية تتجاوز ما قد يناقشه المدرس في الفصول الدراسية.

إن الشبكة العنكبوتية العالمية مفيدة أيضا لتعريف الطلاب بمنظمات مهنية مختلفة ذات صلة بالهندسة الإكلينيكية. يستطيع مدرسو الهندسة الإكلينيكية استخدام هذه المنظمات الموضح عناوين الـ URL التابعة لها في الجدول رقم (٧٣,٢) كأداة أخرى لمساعدة الطلاب ليصبحوا أكثر قرباً إلى واقع المهنة وليفهموا القضايا الراهنة وهموم هذا المجال. أما بالنسبة للطلاب الذين هم على وشك التخرج فإن الشبكة العنكبوتية العالمية قد أصبحت مصدراً مهما للغاية للبحث عن عمل. يمكن للطلاب أن يجدوا فرص عمل في مجالات مختلفة للهندسة الإكلينيكية

باستخدام صفحات الإنترنت من منظمات مهنية ومصنِّعين ومنظمات خدمة مستقلة فضلا عن الجمعيات المهنية لتكنولوجيا الهندسة الطبية الحيوية والهندسة الإكلينيكية. يستطيع الطلاب بسهولة اختيار نوع الوظيفة التي يعتقدون أنها تناسب تفضيلاتهم الشخصية في نفس الوقت الذي يستهدفون فيه مناطق جغرافية محددة يفضلون الانتقال إليها. يستطيع أعضاء هيئة التدريس أيضا أن يلعبوا دورا رئيسيا في هذه المرحلة من تجربة تعلم الطلاب بمناقشة أستراتيجيات كتابة السيرة الذاتية معهم والمقابلات والتفاوض بشأن التعويضات. بالإضافة إلى هذه الصفحات على الشبكة فإن قوائم توزيع البريد الإلكتروني التي سبق مناقشتها تحتوي أيضا على إعلانات عن فرص عمل على مستويات مختلفة مما يسهم في تجربة تعلم غامرة.

الجدول رقم (٧٣,٢). منظمات هندسة إكلينيكية على الشبكة العنكبوتية العالمية (WWW).

المنظمة	عنوان الـ URL	ملاحظات
AAMI	http://www.aami.org	الاتحاد من أجل تقدم التجهيزات الطبية
ACCE	http://accenet.org	الكلية الأمريكية للهندسة الإكلينيكية
ASHE	http://www.ashe.org/	الجمعية الأمريكية لهندسة الرعاية الصحية
ECRI	http://www.ecri.org/	تقييم تكنولوجيا الرعاية الصحية
JCAHO	http://www.jcaho.org/	اللجنة المشتركة لاعتماد منظمات الرعاية الصحية

ردم الفجوة بين الصناعة والمؤسسات الأكاديمية : مؤتمرات الفيديو التفاعلية

Bridging the Gap Between Industry and Academia: Interactive Videoconferencing

إن مؤتمرات الفيديو التفاعلية وسيلة مفيدة واقتصادية (فعالة التكاليف) لتقريب الطلاب أكثر إلى مهنيي الهندسة الإكلينيكية والصناعة. تم استخدام مؤتمرات الفيديو التفاعلية في المؤسسة التي يعمل فيها المؤلف في برنامج محاضرات الضيوف، وهو عبارة عن سلسلة من المحاضرات التي تعطى للطلاب من قبل مهنيين متخصصين من مجال الهندسة الإكلينيكية لمدة ساعتين في الأسبوع خلال فصل دراسي واحد. تتيح هذه السلسلة من المحاضرات الفرصة للطلاب للتعرف على الأنواع المختلفة من الصناعات وعلى فرص العمل التي يمكن أخذها بالاعتبار، وكذلك تتيح فرصة للتعرف على المواضيع المهمة الحالية في هذا المجال. إن هذه المحاضرات التي تم تلخيصها في الجدول رقم (٧٣,٣) ، متوازنة، بين تلك ذات المحتوى التقني العالي التي تعطي الطلاب نظرة في العمق على قطعة معينة من التجهيزات الطبية، وتلك التي تهدف إلى أن توفر لهم منظوراً واسعاً للمهنة. تصف المحاضرات التقنية بتفصيل كبير الجوانب التقنية والوظيفية لأجهزة طبية مختلفة ومبادئ العمل الأساسية التي تم تناولها في الفصول الدراسية. إن الغرض منها هو تحليل الأجهزة بالتفصيل مع أخذ جوانبها الوظيفية وأنماطها التشغيلية المختلفة بالحسبان. تركز

المحاضرات ذات المنظور الواسع على جوانب مختلفة من الهندسة الإكلينيكية تم حذفها تقليديا من خطط المنهاج الدراسي الرسمية في الأوساط الأكاديمية ولكن سيكون لها تأثير قوي على حياتهم المهنية (Elder and Corrin, 1996).

الجدول رقم (٧٣,٣). محاضرات ضيوف في العمق والاتساع يتم توفيرها بمؤتمرات الفيديو التفاعلي.

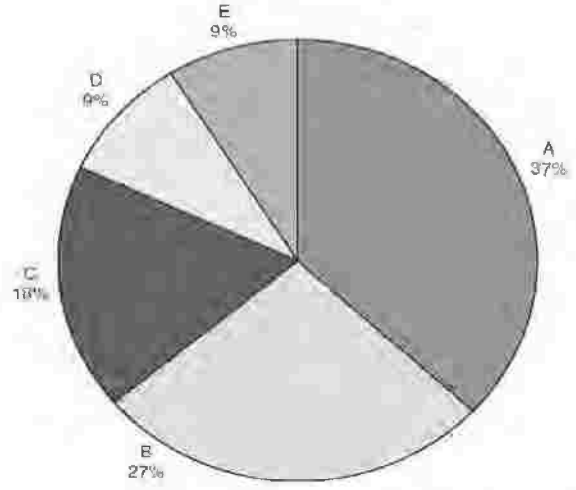
محاضرات تقنية في العمق	محاضرات المنظور الواسع
الفرص الوظيفية في الهندسة الطبية	عواقب الكتابة الفنية غير الفعالة
تكنولوجيا إزالة الرجفان	إعداد سيرة ذاتية فعالة
الممارسة الإكلينيكية لوحدة الجراحة الكهربائية	المقابلة وفرص العمل
مراقبة الإشارات الحيوية	فرص منظمات الخدمة المتنقلة (ISOs)
مشكلة العام ألفين في الرعاية الصحية	كتابة خطاب عمل
الممرضات المنقولة عن طريق الدم – احتياطات عامة	تطوير مهارات العلاقات مع الزبائن
أسلاك الاشتقاق من المريض	القواعد الناظمة من OSHA : إجراءات الإيقاف /الفصل (lockout / tagout)
مقدمة في الأشعة	علاقات المهندس الإكلينيكي وفني الأجهزة الطبية مع مهنيي الرعاية الصحية الآخرين
مقدمة في أجهزة التخدير	التحقيق في الأجهزة الطبية

بسبب أن الحرمين الجامعيين في جامعة ولاية بنسلفانيا التي تقدم هذه الدرجة بعيدين عن بعضهما بأكثر من ٣٠٠ ميلاً، فإن المتحدثين الضيوف يأتون الى أحد الحرمين (عادة الأقرب إليهم) ويتم بث محاضراتهم وتحال الى الحرم الجامعي الآخر عن طريق مؤتمر فيديو تفاعلي. تسمح هذه التكنولوجيا بالوصول إلى عدد أكبر من الطلاب بينما تخفض تكاليف السفر وعدم الارتياح المقترن بالسفر. الفصول الدراسية عند كلا الطرفين حيث يتم إصدار أو إرسال المحاضرات مزودة بالمعدات اللازمة لإرسال واستقبال مؤتمرات الفيديو التفاعلية باستخدام نظام PicTel™. تعرض شاشة تلفزيون عند طرف الاستقبال محاضرة الضيف التي يتم بثها في حين أن هناك شاشة ثانية تظهر صورة الفصل الدراسي التي يتم إرسالها إلى الطرف البعيد. هذا يسمح بالتفاعل بين طلاب الطرف القريب والمتحدث. لدى المتحدث نظرة على الطلاب القريبين وطلاب الطرف البعيد من خلال جهاز مراقبة تلفزيوني، كما لديه نظرة على الإشارة المرسلة إلى الطرف البعيد.

أشار تقييم برنامج المحاضر الضيف هذا إلى أن غالبية الطلاب كانوا راضين عن البرنامج وأنهم رحبوا بالفرصة للتفاعل مع مهنيي الصناعة. أظهر هذا التحليل أيضا أن غالبية عيوبه المُدرَكة نجمت عن التكنولوجيا المستخدمة. تستخدم الـ PicTel™ الفيديو المضغوط للحد من كمية المعلومات المرسلة عبر خطوط الهاتف. تؤدي خوارزمية الضغط على سبيل المثال إلى أن تظهر الحركات السريعة في الطرف القريب غير مستمرة في الطرف البعيد وإلى إدخال تأخير بين كلا الطرفين. هذا التأخير الصغير نسبيا (حوالي ثانيتين) يمكن أن يبدو طويلاً بشكل ملحوظ

للطلاب في الطرف البعيد. على سبيل المثال، عندما يطرح أحد هؤلاء الطلاب سؤالا على المتحدثين الضيوف فإن عليه أن ينتظر ثانيتين حتى يتعرف المحاضر على هذا السؤال. ولأن الطلاب معتادون على التفاعل مع المدرسين بشكل مباشر فإن هذا التأخير يتم النظر إليه خطأً على أن المحاضر الضيف لا يولي اهتماماً للطلاب في الطرف البعيد. وحالما يصبح الطلاب في الطرف البعيد متعودين على خصوصيات هذه التكنولوجيا فإنهم يستريحون إليها أكثر ويتفاعلون على مستوى أعلى مع المتحدثين بعد بضعة محاضرات فقط.

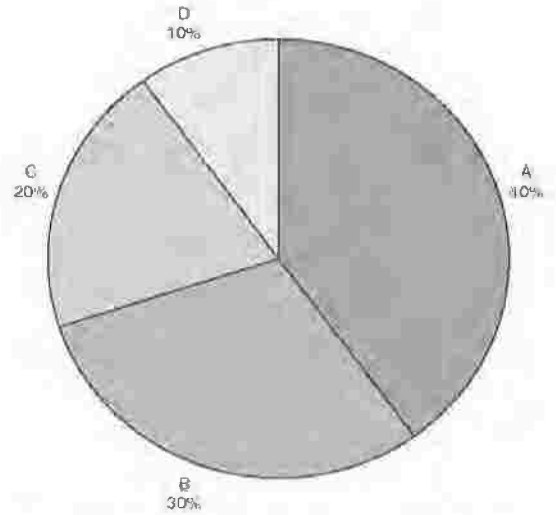
يلخص الشكل رقم (٧٣,١) الفوائد الرئيسية كما اختارها الطلاب في الطرف البعيد والناتجة عن دمج سلسلة محاضرات الضيوف في برنامج الهندسة الإكلينيكية. قيَّم الطلاب بشكل إيجابي إمكانية الحصول على المزيد من المعلومات التقنية في العمق حول أجهزة طبية معينة وأيضاً التفاعل مع المهنيين الذين يعملون حاليا في الميدان. وعلى الرغم من أن جميع الطلاب أشار إلى أن البرنامج كان متوازنا بين المحاضرات التقنية والمحاضرات الأكثرعمومية، إلا أن جميعهم تقريباً أظهروا تفضيلهم للمحاضرات التقنية على المحاضرات ذات المنظور الواسع. إن هذه النتيجة الأخيرة ليست مستغربة حيث إن هؤلاء الطلاب قد اختاروا استكمال سيرهم المهنية في حقل متخصص وعالي التقنية. كانت المشكلة الرئيسية التي تم تحديدها لدى طلاب الطرف البعيد هي عدم وجود تفاعل إنساني بين المتحدث الضيف وبينهم. لا يزال يُنظر إلى التواصل الإنساني والتفاعل الشخصي باعتباره الجانب الأكثر أهمية في التعليم. وفي هذا السياق نجد أن شخصية المتحدث والتفاعل مع مجموعتي الطلاب على حد سواء والاستخدام الحذر للأدوات السمعية البصرية، وبالأخص إدراك أن هناك مجموعتين من الطلاب لهما احتياجات مختلفة يصبح حرجاً من أجل ضمان أنه تم الوصل إلى الحضور في الطرف البعيد بنجاح.



A : الفهم في العمق للتجهيزات الطبية.
B : التفاعل مع مهنيي الصناعة.
C : إدراج أجهزة جديدة للطلاب.
D : الحوار مع مهنيي الهندسة الإكلينيكية.
E : إدراج مواضيع جديدة.

الشكل رقم (٧٣,١). تلخيص الفوائد من برنامج المحاضر الضيف كما يتم إدراكها من الطلاب في الطرف البعيد.

يلخص الشكل رقم (٧٣,٢) الخصائص التي صنعت المحاضرات الأكثر أهمية كما تم إدراكها من قبل الطلاب في الطرف البعيد. يوضح الشكل رقم (٧٣,٢) أن شخصية المتحدث (وعلى وجه الخصوص حماسه واهتمامه في إشراك جمهوره في الموضوع قيد المناقشة وخلق جو من الاسترخاء) يتم تقييمها بوصفها واحدة من المعاملات (البارامترات) الأكثر أهمية لمحاضرة ناجحة. لقد قيّم الطلاب أيضا بشكل إيجابي التحدث بصوت عالٍ وواضح وأيضاً الاستخدام الفعال للمساعدات السمعية البصرية. إن هذه الخصائص ليست جديدة حيث إنها معروفة لأولئك الذين يتحدثون بشكل معتاد إلى جمهور حاضرين. إلا أنها تصبح حرجة أثناء مؤتمرات الفيديو لأن جميع قنوات التواصل الأخرى التي لدى الجمهور القريب غائبة، وتصبح هي الاتصال الإنساني الوحيد بين المتحدث والحضور في الطرف البعيد.



A : المحاضرة كانت متوازنة بين المعلومات والمحتوى التقني.

B : لدى المتحدث حس دعابة جيد.

C : لدى المتحدث مهارات تواصل جيدة واستعمل مساعدات سمعية بصرية جيدة.

D : كان الجهاز قيد النقاش مهماً جداً.

الشكل رقم (٧٣,٢). تلخيص الخصائص الجيدة لمحاضرات مؤتمر الفيديو التفاعلي كما يتم إدراكها من الطلاب في الطرف البعيد.

الاستنتاجات

Conclusions

إن الأهداف والمقاربات (النهج) الجديدة في تعليم الهندسة الإكلينيكية اللازمة لمواكبة السيناريو المهني المتغير باستمرار تتطلب استخدام أدوات تكنولوجية جديدة تستطيع، بالمشاركة مع الأدوات والمقاربات (النهج) التقليدية، أن تضيف بعداً جديداً لتعليم الهندسة الإكلينيكية، منشئة نهجاً مركزه المتعلم. يحوّل هذا النهج الذي مركزه المتعلم النموذج التقليدي لإيصال المعلومات من المعلم إلى الطالب إلى نموذج يجعل من الطلاب مركزاً لخبرة المعلم التعليمية. إن أدوات الإنترنت، مثلها مثل مؤتمرات الفيديو، تقنيتان مختلفتان يمكن استخدامهما جنبا إلى جنب مع مقاربات (نهج) أكثر تقليدية لزيادة الخبرات التعلمية ولتعليم أفضل للمهندسين الإكلينيكيين المستقبليين.

تشكل خدمات الإنترنت المختلفة مساعدة مهمة وواعدة في البرنامج التعليمي للهندسة الإكلينيكية لتعزيز الخبرة التعلمية للطلاب. توفر هذه الأدوات مجموعة واسعة من الموارد لاستكمال ما تعلمه الطلاب خلال المحاضرات التقليدية والخبرات في المختبرات. تلعب قوائم التوزيع المهنية أيضاً دوراً فريداً فى تعزيز تعليم الطلاب. هذه القوائم تفتح للطلاب نافذة على الميدان المهني للهندسة الطبية بينما هم لا يزالون في مرحلة الدراسة مما يعطيهم فرصة ليكون لديهم شعور بالانتماء الى مجموعة مهنية متميزة فيما هم يتعلمون عن مشاكلها وجوائزها وغيرها من القضايا التي تواجه المهندسين الإكلينيكيين يومياً. إن التضمين الحكيم لبعض خدمات الإنترنت في المناهج الدراسية للهندسة الإكلينيكية سوف يعزز خبرة الطلاب التعلمية ويعدّهم ليصبحوا مهنيين أفضل.

هناك تكنولوجيا محدثة (ناشئة) أخرى بمستقبل مشرق لتعليم الهندسة الإكلينيكية وهي استخدام مؤتمرات الفيديو التفاعلية. هذه المقاربة (النهج) تجلب الصناعة في الفصول الدراسية مما يسمح للطلاب بأن يصبحوا أقرب إلى الجوانب المختلفة للهندسة الإكلينيكية. يعترف الطلاب الذين شاركوا في برنامج محاضرات الضيوف في جامعة ولاية بنسلفانيا بهذه الحقيقة باعتبارها من أهم نتائج هذا البرنامج. وقد اعترف الطلاب أيضاً بأنه بالرغم من تفضيلهم لنوع معين من المحاضرات إلا أن هناك حاجة إلى أن تكون موزعة جيداً على جميع المجالات التي يمكن أن تتصل بالهندسة الإكلينيكية. يمكن لمدرسي الهندسة الإكلينيكية أن يساعدوا الطلاب على فهم هذه الحاجة من خلال التأكيد من بداية البرنامج على حاجة المهنيين المستقبليين إلى الحصول على احتكاك واسع مع جميع هذه المجالات التي سوف تلعب دورا رئيسيا في تطوير حياتهم المهنية المستقبلية وإمكانيات التقدم كمهندسين إكلينيكيين (Kearney, 1996).

لا يخلو استخدام هذه الأدوات التكنولوجية من مخاطر محتملة. يمكن للوسائط الديناميكية (الحركية) وللقدرة الهائلة لتخزين المعلومات واسترجاعها التي تقود مصادر الإنترنت أن تصبح عقبة كبرى إذا لم يصمم عضو هيئة التدريس بعناية استخدامها كأداة تعليمية. يمكن لفوائد استخدام أنظمة مؤتمرات الفيديو أن تنخفض بغياب التواصل الإنساني بين المتحدث والطلاب لأن التكنولوجيا لا تسمح بجميع أنماط الاتصال التي لمحاضرات وجهٍ لوجه. وفي ضوء هذه القيود في أنماط الاتصال فإن شخصية ومهارات المتحدث في الوصول إلى جمهور الحضور البعيد تصبح حاسمة لضمان حصول الطلاب في الطرف البعيد على معظم الفوائد من مؤتمر الفيديو. يحتاج المتحدثون عن بعد المحتملون إلى تقييم تقنياتهم الاتصالية وأن يدركوا أن الطلاب في الطرف البعيد سوف يرونهم فقط من خلال شاشة تلفزيون. يجب أن يولي هؤلاء المتحدثون اهتماماً مستمراً للطلاب في الطرف البعيد الذين يحاولون إشراكهم في مناقشات تفاعلية أثناء كامل الجلسة من أجل الحصول على جو إنتاجي.

إن استخدام موارد الإنترنت ومؤتمرات الفيديو مع مهنيي الصناعة يمكن أن يصبح أداة ممتازة لمدرسي الهندسة الإكلينيكية لأنها تقرب الطلاب أكثر إلى واقع المهنة. وكأي إدخال لأي أدوات أخرى في الفصول الدراسية فإنها

تتطلب فترة للتكيف يحتاج فيها المدرسون والطلبة إلى العمل معا لاستكشاف السبل التي يمكن بها استخدام هذه الأدوات من أجل الحصول على أقصى قدر من الفوائد (Lozano, 1998b). إن مما لا شك فيه أن كل هذه المقاربات (النهج) الجديدة تفرض أعباء إضافية على أعضاء هيئة التدريس لأنهم يجب أن يبتدعوا طرقاً جديدة للتعليم وتوصيل المعلومة والتجريب مع هذه الأدوات. ومع ذلك فإن الآثار الإيجابية لهذه الأساليب على الأداء المهني للخريجين يعادل بوضوح أي إزعاج. سوف يستطيع عضو هيئة تدريس الهندسة الإكلينيكية بمعونة هذه التكنولوجيات تطوير مقاربات (نهج) أكاديمية أحدث متحركين باتجاه نموذج يركز على المتعلم. وهذا سوف يسمح للطلاب بأن ينغمسوا في واقع مهنة في مرحلة مبكرة، وبذلك يصبحون أكثر اهتماماً ومشاركة في البرنامج الأكاديمي للهندسة الإكلينيكية، وبهذا يعملون بتآزر لإنتاج مهنيين أفضل.

الملخص

Summary

إن التكنولوجيات الجديدة، وبالأخص استخدام مصادر الإنترنت ومؤتمرات الفيديو التفاعلية، يمكن أن تصبح أدوات تعليمية في غاية الأهمية للبرامج الأكاديمية في الهندسة الإكلينيكية. إن أدوار ومسؤوليات المهندسين الإكلينيكيين تخضع لتغيرات كبرى يجب أن تنعكس في الطريقة التي يتم فيها تدريب مهنيي المستقبل. يمكن استخدام الإنترنت بمجموعة مصادرها الضخمة بشكل فعال من قبل أعضاء هيئة التدريس في هذه البرامج لتقريب الصناعة أكثر إلى الطلاب. يمكن للطلاب استخدام مصادر الإنترنت لتفحّص وتحليل المنتجات من مصنّعي وموزعي الأجهزة الطبية والإكلينيكية. إن مشاركة الطلاب في قوائم التوزيع المهنية التي تركز على مواضيع الهندسة الإكلينيكية ستتيح لهم نظرة متبصرة في المواضيع الراهنة والمشاكل في هذه المهنة. إن استخدام مؤتمرات الفيديو التفاعلية في الفصول الدراسية يُعتبر أداة أخرى يمكن أن تزيد من الروابط بين الطلاب ومهنيي الصناعة الحاليين. سوف تساهم كل هذه المصادر في أن توفر لطلاب الهندسة الإكلينيكية الحاليين نظرة وفهم أوسع لمهنة الهندسة الإكلينيكية.

المـــراجع

References

Elder S, Corrin N. Biomedical Engineering's Role in Hospital Health Technology Assessment. Proceedings of the 17th IEEE Eng in Med & Biol Conf, paper 477, 1995.

Lozano-Nieto A. Internship Experiences in Biomedical Engineering Technology: An Overview of Students and Prospective Employers. Proceedings of the 1998 ASEE Conference. Session #1148, 1998.

Lozano-Nieto A. How Technology Teaches the Way We Teach: Benefits and Risks. Proceedings of the IEEE International Professional Communication Conference 75-83, 1998b.

Newport C, Elms D. Effective Engineers. International Journal of Engineering Education 13:325-332, 1997.

Kearny BJ. Developing High-Quality Biomedical Equipment Technicians: A Tech Prep Baccalaureate Degree. J Clin Eng 21(5): 402-406, 1996.

Westover AR, Moog T, Hyman WA. Human Factors Analysis of an ICU. J Clin Eng 23:110-116, 1998.
Xu Y, Wald A, Cappiello JC. Effective Communication and Supervision in the Biomedical Engineering Department. J Clin Eng 22(5): 328-334, 1977.
Zambuto RP. Health Care Trends and Clinical Engineering. Biomedical Instrumentation and Technology 31(3): 228-236, 1997.

٧٤

التعليم على رأس العمل (أثناء الخدمة)

In-Service Education

James O. Wear
Veterans Administration
North Little Rock, AR

إن أحد أهم الأدوار في قسم للهندسة الإكلينيكية في مستشفى يتمثل في توفير خدمة التعليم على رأس العمل للكادر الإكلينيكي (Dyro, 1988). تتطلب اللجنة المشتركة لاعتماد منظمات الرعاية الصحية (JCAHO) تعليماً مستمراً لجميع العاملين في المستشفى لا سيما في المجالات الإكلينيكية (السريرية) (انظر الفصل ٥٨). يضمن هذا التعليم المستمر أن يحافظ الكادر على كفاءته ويساعد على تقليل الأخطاء وتحسين سلامة المريض.

مواضيع التعليم على رأس العمل

In-Service Topics

إن كادرالهندسة الإكلينيكية في الوضع الأفضل لتقديم خدمة التعليم على رأس العمل عن المواضيع ذات الصلة بالأجهزة الطبية وبمجالات معينة من السلامة. ينبغي لكادر الهندسة الإكلينيكية بالإضافة إلى صيانة الأجهزة الطبية أن يكون على دراية بطريقة عمل الأجهزة، ولهذا فإن هذا الكادر في كثير من الأحيان في الوضع الأفضل لتعليم الناس الاستخدام الصحيح للأجهزة بالإضافة إلى أي صيانة مشغل مطلوبة. يجب أن يكون جميع الموظفين بشكل خاص على دراية بمعايير بيئة الرعاية الصحية من JCAHO وبخطة إدارة الأجهزة الطبية على وجه الخصوص. ينبغي لقسم الهندسة الإكلينيكية أن يكون مسؤولاً عن توفير التدريب على رأس العمل (أثناء الخدمة) للكادر الإكلينيكي في إطار تنفيذ خطة إدارة الأجهزة الطبية. وبالرغم من حقيقة أن هموم السلامة الكهربائية (وهي أحد الأركان الأساسية التي بنيت عليها الهندسة الإكلينيكية) قد تم المبالغة فيها وهي ليست سوى جزء صغير من هموم المهندس الإكلينيكي (انظر الفصل ٦٥)، إلا أن مما يُنصح به أن يتلقى الكادر الإكلينيكي تدريباً على رأس العمل في السلامة الكهربائية. تبقى السلامة الكهربائية جزءاً من برنامج سلامة المريض وتبقى هماً لكل موظف.

فيما يلي خطوط عريضة لبرنامج نموذجي للسلامة الكهربائية للعاملين في التمريض. ينبغي أن تكون عناصره في أي مخطط عام لدورة تدريبية. يجب أن تكون أهداف أي نشاط تدريبي معرَّفة جيداً وواضحة الصياغة، حيث إنها تفيد في الإبقاء على لعرض التقديمي (المحاضرة) مركّزة. توفر الخطوط العريضة التي تتضمن الأهداف توجهاً للعرض التقديمي وتتيح للمشاركين معرفة ما سيتم تغطيته.

متى يتم القيام بتدريب على رأس العمل
When to Conduct In-Service Training

قد يقول المرء أن أي وقت هو الوقت المناسب لإجراء التدريب على رأس العمل، إلا أن هناك أوقاتاً يجب فيها توفيره على وجه التأكيد. يجب أن يكون هناك تدريب على رأس العمل للمشغلين عند وصول الأجهزة الجديدة. وإذا كان البائع هو الذي يوفر هذا التدريب فينبغي لكادر الهندسة الإكلينيكية عندها أيضاً أن يتلقى هذا التدريب لأنهم بحاجة الى معرفة كيفية تشغيل الأجهزة التي سوف يقومون بصيانتها. سيوفر كادر الهندسة الإكلينيكية مستقبلا تدريباً على رأس العمل على الأجهزة. إن التدريب الافتتاحي على رأس العمل أمر حيوي لضمان أن الكادر الإكلينيكي يفهم كيفية استخدام الأجهزة بشكل صحيح ؛ فهذا الفهم يمكن أن يقلل، إن لم يلغ، خطأ المشغل الذي يُعتبر عاملا رئيسيا في الحوادث والأحداث ذات الصلة بالجهاز الطبي (انظر الفصل ٥٥). وبذلك فإن التدريب على رأس العمل عنصر مكوّن أساسي لبرنامج لسلامة لأي مستشفى (انظر الفصل ٥٨).

يجب القيام بالتدريب على رأس العمل للمستخدمين الجدد غير المعتادين على خصائص تشغيل جهاز ما. إذا كان معدل تبديل الكادر الإكلينيك المستخدم للجهاز عالياً فإن عبء التدريب على رأس العمل يزداد خصوصا في مؤسسة تعليمية حيث يأتي ويذهب بانتظام الطلاب والمتدربون الذين قد يستخدمون الأجهزة. في كثير من الأحيان سوف يكون لدى القسم الذي يتم استخدام الجهاز فيه مستخدمون على دراية وقادرين على توفير التدريب على رأس العمل. إلا أن هذه الأقسام قد تعتمد على كادر الهندسة الإكلينيكية لتوفير بعض الأجزاء من التدريب. ينبغي أن يرحب كادر الهندسة الإكلينيكية بفرصة أن يكون جزءاً من فريق التدريب على رأس العمل، لأن المستخدمين ذوي الدراية يؤدون إلى زيادة سلامة المريض وتدني مستوى الصيانة المرتبط بخطأ المستخدم.

عندما يتم تحديد نمط لأخطاء المستخدم، فإن التدريب على رأس العمل يمكن أن يكون طريقة للحد من حدوث الأخطاء. إن كادر الهندسة الإكلينيكية، وبمساعدة أدوات مثل نظام إدارة الصيانة المحوسب (انظر الفصل ٣٦)، هو غالبا في الوضع الأفضل لتحديد أنماط خطأ المستخدم. إن أحد المؤشرات على الحاجة إلى التدريب هو نمط الاستدعاءات المتكررة لصيانة جهاز طبي لا يتم العثور فيه على أي مشكلة. هذا يعني عادة أن المستخدمين لا يعرفون كيفية استخدام الجهاز بشكل صحيح. إن تكرار حدوث مشكلة صيانة خاصة هو من الأعراض (المظاهر)

الأخرى لخطأ المستخدم التي لا يبدو أن هناك أي تفسير لها. يشير سوء الاستخدام أو سوء الاستخدام المؤذي (التعسفي) الواضح إلى الحاجة إلى التدريب على رأس العمل. يمكن أن يشير سجل الصيانة العامة لجهاز طبي إلى خطأ مستخدم. ينبغي أن يؤخذ خطأ المستخدم بالاعتبار متى ما كان لجهاز تكرار صيانة أعلى من المتوقع.

ينبغي القيام بالتدريب على رأس العمل حيث يكون هناك خطأ مستخدم متورط بطريقة حساسة بحيث لاتؤدي إلى استقطاب بين التمريض والهندسة الإكلينيكة (Dyro, 1983). لا يرغب المستخدم عموما بالاعتراف بأنه لا يعرف كيفية استخدام جهاز طبي بشكل صحيح. يمكن أن يكون هذا التدريب على رأس العمل ليس أكثر من مجرد تعزيز طرق للطبيب أوالممرضة أو الفني لاستخدام الأجهزة وما الذي قد يكون تسبب في تعطل جهاز ما. وإذا ما تم القيام بالتدريب بشكل صحيح فإنه يتم إنجازه من دون فقدان المشغل لماء الوجه. وفي حالة أكثر خطورة، مثل التحقيق في حادث (انظر الفصل ٦٤)، قد يحتاج قسم الهندسة الإكلينيكية إلى مناقشة المشرف على القسم المستخدم للجهاز حول الحاجة إلى التدريب على رأس العمل. وعلى كل حال، يجب القيام بالتدريب بطريقة إيجابية ويجب عدم إلقاء اللوم على المستخدم من أجل استخدام غير صحيح للجهاز.

يعدد الجدول رقم (٧٤,٢) الاعتبارات التي ينبغي لكادر الهندسة الإكلينيكية أن يستخدمها في إنشاء برنامج تدريب على رأس العمل. يمكن استخدام هذه الاعتبارات لتطوير عرض تقديمي (محاضرة) واحد أو سلسلة من العروض أو منهاج تدريب كامل.

كيفية التدريب
How to Train

يمكن إنجاز التدريب بطرق مختلفة كثيرة، وتعتمد الطريقة التي يتم استخدامها على المدرب كما على المشاركين. سوف تعتمد الطريقة المستخدمة أيضا على ما إذا كان أحد ما يسعى لتدريس المواد المعرفية أو المهارات. يتضمن الجدول رقم (٧٤,٣) بعض الأمور الهامة التي ينبغي للمدرب أخذها بالاعتبار لخلق بيئة تعليمية جيدة للمتدربين. هذه بعض من أساسيات تعلم الكبار :

إن المناقشة هي أحد أساليب التدريب، وهو طريقة غير رسمية يمكن أن تكون مناقشة بين شخصين أو مع مجموعة صغيرة. يسمح هذا الأسلوب بأكبر قدر من التفاعل بين المعلم والمتعلم. وفي كثير من الحالات هذه هي الأداة الأقل تهديداً وهي مفيدة لتدريب شخص ما عندما يكون هناك حاجة للتدريب. فمثلاً عندما يرى مهندس إكلينيكي أو فني أجهزة طبية (BMET) مستخدماً يستخدم جهازاً طبياً بشكل غير صحيح، فإنه يمكن مناقشة التشغيل الصحيح والقيام بالتوضيحات. يكون المستخدم عند هذه النقطة في مزاج متقبل بشكل عالٍ، وبالتالي فإن فرصة التعلم والاستيعاب تكون قوية. يمكن للمرء أن يسمي هذا الأسلوب "التعلم في الوقت المناسب".

الجدول رقم (٧٤,١). خطوط عريضة للتعليم على رأس العمل للسلامة الكهربائية للتمريض.

الأهداف:	ثانياً: الكهرباء في المستشفى.
– سوف يفهم طاقم التمريض المفاهيم الكهربائية الأساسية.	ثالثاً: المريض كناقل كهربائي.
– سوف يكون طاقم التمريض قادراً على التمييز بين الصدمة الصغرى والصدمة الكبرى.	رابعاً: الصدمة الكبرى مقابل الصدمة الصغرى.
– سوف يكون طاقم التمريض قادراً على مناقشة تيار التسريب.	خامساً: تيار التسريب.
أولاً: أساسيات الكهرباء:	سادساً: سياسة السلامة الكهربائية.
أ) كهرباء التيار المستمر. ب) كهرباء التيار المتناوب. ج) قانون أوم	سابعاً: اختبارات السلامة الكهربائية.

الجدول رقم (٧٤,٢). اعتبارات لبرنامج تدريبي.

أولاً: لماذا لدينا برنامج للتدريب؟	رابعاً: الأسئلة التي يتعين الإجابة عليها قبل بدء التدريب:
أ) الموظفون غير قادرين على فعل شيء ما.	أ) ماذا سيكون حجم مجموعة التدريب؟
ب) الموظفون غير قادرين على فعل شيء جيد بما فيه الكفاية.	ب) كم مرة سوف تعقد الجلسات؟
ت) الموظفون يفعلون شيئا ما خطأ.	ت) ماهو طول مدة كل جلسة؟
	ث) أين سيكون مكان جلسات التدريب؟
	ج) أي وقت من اليوم يتم جدولة جلسات الدراسة؟
	ح) ما هي أهداف البرنامج؟
ثانياً: الشروط الأساسية لبرنامج تدريب:	خامساً: وضع توجيهات إدارية:
أ) تحديد متطلبات المعرفة.	أ) طريقة اختيار المتدربين
ب) مهارات تحديد الاحتياجات.	ب) جدول زمني محدد للتدريب
ت) تقييم القدرات الفردية.	ت) جدولة الخبرة في مجال العمل
ث) البت في أساليب التدريب المراد استخدامها.	ث) مراجعة أو اختبار تقدم المتدربين
ج) التحقيق من توفر مواد تدريب مناسبة.	ج) شهادات إتمام الدورة ، أو الاعتراف الرسمي عند الانتهاء من التدريب
ح) إنشاء ظروف بيئية مناسبة للتدريب.	
ثالثاً: أهداف البرنامج التدريبي:	سادسا: استعراض نقاط تقييم برنامج التدريب
أ) توفير المعارف والمهارات اللازمة.	أ) اجعل التقييم جزءا لا يتجزأ من البرنامج التدريبي.
ب) تقديم المعرفة ذات الأهمية لخبرة العمل.	ب) اسمح للمدربين والمتدربين معرفة أساليب ومعايير التقييم.
ت) توفير فرص التعليم المستمر.	ت) هل تم بلوغ الأهداف؟
ث) تشجيع الجهود الفردية.	ث) هل كان التدريب ذا صلاحية؟
ج) البقاء مرناً للتلاؤم مع أحوال عمل متغيرة في مستشفاك	ج) هل كانت طريقة التعليم وإدارة البرنامج مرضية؟
	ح) حدد التغير السلوك للمتدرب، الرضا الوظيفي.
	خ) أسّس التقييم على الأداء الذي تم إظهاره.

الجدول رقم (٧٤,٣). بعض الأمور الهامة التي يحتاج المدرب إلى القيام بها لمساعدة المتدربين على التعلم.

١- المتعلمون يسيطرون على التعلم و المعلمون يسيطرون على التدريس.	٨- التعلم هو التغير المدرَك في السلوك.
٢- التعلم قد لا ينتج عن التدريس.	٩- السلوك والتعلم هي نتاج الإدراك.
٣- تحفيز المتعلمين هو المهمة الأولى للمعلمين (المدربين).	١٠- الممارسة لوحدها ليست مناسبة لحدوث التعلم.
٤- المعلومات المراد تعليمها يجب أن تكون منظمة بشكل منطقي.	١١- يزداد الاستيعاب عندما يستطيع المتعلمون تصحيح أعمالهم بأنفسهم.
٥- التدريس يجب أن يوفر للمتعلم استحابة وخبرة مشاركة.	١٢- تغيير طرق التدريس يحسّن التعلم.
٦- نظم التفاصيل في نمط مهيكل لزيادة استيعاب الذاكرة.	١٣- المعلومات المراد تعلمها يجب تقديمها للمتعلم حسب مستوى تطوره.
٧- الطريقة التي يشعر بها المتعلم تؤثر بقدرته على التعلم.	١٤- يزداد التعلم عندما يتم تقديم معلومات جديدة بطريقة تحاكي بشكل وثيق العالم الحقيقي.

إن المحاضرة هي الطريقة الكلاسيكية للتدريب. وهي مفيدة بشكل خاص لتعليم المادة المعرفية لمجموعات من الناس. إنها طريقة أكثر رسمية للتدريس وتتطلب وقتا لإعداد المنشورات والمواد السمعية البصرية وغيرها من مواد الدعم. يتطلب الأمر عادة ساعتين أو ثلاث ساعات خارج المحاضرة لإعداد محاضرة من ساعة واحدة. لا بد لتقديم محاضرة بشكل مناسب من أن يجد المدرس سبلاً للفت انتباه المتعلمين. يجب على المدرس أن يحصل على مشاركة المتعلمين بشيء من التفاعل إذا كان ذلك ممكناً. إلا أن هذه المشاركة تصبح أكثر صعوبة مع فصول دراسية أكبر.

إن أحد أشكال التعليم المهمة على رأس العمل (أثناء الخدمة) يكمن في التوضيح بالأمثلة. وحيث إن جزءاً كبيرا من التعليم على رأس العمل الذي يقدمه قسم الهندسة الإكلينيكية هو الاستخدام الصحيح للأجهزة الطبية فإن توضيح الاستخدام بالأمثلة (على الجهاز) هو أفضل طريقة لتعليم ذلك. يتم أداء هذا التدريب بالفعل حيث يُستخدم الجهاز، ويمكن القيام به من أجل متعلم واحد أو عدة متعلمين. يتم استخدام هذه التقنية عند اكتشاف أن شخصاً ما يسيء استخدام جهاز طبي. ولكي يتسنى للمدرب شرح استخدام الجهاز فإنه بحاجة لمعرفة كيفية استخدامه. يحتاج المهندس الإكلينيكي وفني الأجهزة الطبية (BMET) إلى معرفة كيفية استخدام الأجهزة التي يديرونها. كما أنها فكرة جيدة عند القيام بالتوضيح أن يكون هناك مساعد وظيفة نظامي (systematic job aid) لتركه مع المتعلم.

كثيراً ما يتم استخدام أشرطة فيديو كجزء من برنامج تدريب. لا ينبغي أبداً أن تُستخدم هذه الأشرطة كمكوّن وحيد لبرنامج تدريب. إن مفاتيح أي نشاط تدريبي هي الفرصة للمتعلم لطرح الأسئلة، وللمدرس أن يكون على يقين من أن المفاهيم التي يجري تدريسها يتم تعلمها. قد يقوم شريط الفيديو بعمل ممتاز كعرض تقديمي، ولكنه لا يسمح بأي تفاعل أو تغذية راجعة. يمكن عرضه ومن ثم مناقشته مع المشاركين. أحد التقنيات الجيدة يكمن في استخدام سلسلة من الأسئلة القصيرة التي تغطي النقاط الرئيسية لشريط الفيديو كامتحان تقييم ذاتي. ثم يمكن مناقشة الأجوبة على الأسئلة. وهذا في الواقع يوفر كمية كبيرة من التعزيز للمفاهيم التي يتم تدريسها.

يمكن استخدام شريحة وشريط صوتي أو شرائح محوسبة باستخدام برنامج مثل PowerPoint® كجزء من عرض تقديمي لمحاضرة. يمكن للطلاب أن يشاهدوا العرض التقديمي بأنفسهم. إلا أنه، وكما في توخي الحذر المذكور بشأن التعلم من خلال مشاهدة أشرطة فيديو، فإن العروض التقديمية ليست كافية بمفردها. يمكن استخدام عرض تقديمي بشرائح مصمم بشكل جيد بفعالية كوسيلة دعم للتدريب. يمكن للمشاركين مشاهدته وعمل اختبار ومن ثم مناقشة المادة. يمكن للمناقشة الناتجة عن شرائح محوسبة أو عن شريط فيديو أن تجري في وقت لاحق.

يمكن استخدام طرائق مثل التدريب بواسطة الأقراص المدمجة القابلة للقراءة فقط CD-ROMs أو المبني على أساس الإنترنت، ولكن هذه عادة ما تكون خليطا من شرائح PowerPoint® أو مقاطع فيديو (انظر الفصل ٧٣). وإذا تم عملها بشكل جيد، فإنها يمكن أن توفر بعض التفاعل بين المشاركين. إلا أنه، ومن أجل التدريب الأكثر فعالية، فإنه يجب أن يكون لدى المتعلم الفرصة لطرح أسئلة ومناقشة المادة مع المدرس. مع بعض التدريب، مثل ذاك الذي تتطلبه الـ OSHA، هناك شرط بأن يكون هناك فرصة للمشاركين في وقت التدريب لطرح أسئلة. يمكن استيفاء ذلك عن طريق وجود شخص ما على الهاتف.

إن الامتحان أداة تدريب مهمة. لسوء الحظ، ينظر معظم الناس (لا سيما البالغين الذين كانوا خارج المدرسة لسنوات عديدة) إلى الامتحان على أنه حالة تهديد. ومع ذلك، يمكن استخدام الامتحان بطريقة غير تهديدية، وهو يوفر ضمانا بأن شخصا ما قد اكتسب بعض المعرفة أو قد تعلم مهارة ما. يمكن أن يستلزم امتحان ما كتابة إجابات ردا على أسئلة محددة أو شرحاً للاستخدام الصحيح لجهاز طبي أو كليهما. هذه الأساليب توفر تقوية للمتعلم الذي يجب أن يتذكر المعلومات التي تم تقديمها. وتصبح بذلك مناقشة الامتحان والإجابات الصحيحة وسيلة أخرى للتقوية. لا يحتاج الامتحان عموماً لأن يكون بعلامات. ومع ذلك، فمن المهم أن يكون لدى المدرس شيء من التغذية الراجعة من أجل معرفة ما إذا كان المتعلمون قادرين على تذكر المادة التي تم تقديمها.

إن العلامة الممكنة بالنسبة للامتحان الذي يجب فيه على شخص أن يشرح كيفية استخدام الجهاز هي إما ناجح أو راسب. فمن غير المقبول وغير الآمن لموظف طبي معرفة كيفية استخدام الجهاز ٧٠ ٪ من الوقت فقط أو معرفة كيفية استخدام ٧٠ ٪ من الميزات فقط. فإما أن يعرف كيفية استخدام الجهاز أو ألا يستخدمه. هذا سيكون مثل أن يكون لديك قائد طائرة يعرف كيف يقلع ولكن لا يعرف كيف يهبط بالطائرة على الأرض.

إن كل هذه التقنيات التدريبية موجودة في صندوق أدوات المدرب، وفي مرات عديدة يتم استعمالها في تآلف بعضها مع بعض. يجب على المدرس تحديد الطريقة الأفضل للتدريب حسب المادة التي يتم تقديمها ونوع المتعلمين الذين يجري تعليمهم.

تحسين المحاضرة
Lecture Improvement

ربما كانت المحاضرة هي الطريقة التي يتم استخدامها في أغلب الأوقات من أجل التعليم والتدريب على رأس العمل (أثناء الخدمة). يمكن لأشرطة الفيديو والحواسيب أن تدعم المحاضرة. إن المناقشة في الواقع شكل من أشكال المحاضرة. وعلى الرغم من أنها غير رسمية، إلا أنها يجب أن يكون لديها بعض عناصر المحاضرة. يتم إعداد المحاضرة بخطوط عريضة مثل التي في المثال في الجدول رقم (٧٤.١) ومع الاعتبارات الواردة في الجدول رقم (٧٤.٣). يعدد الجدول رقم (٧٤.٤) الطرق الفعالة لتقديم المحاضرات. يجب أن يكون المرء مرنا في تقديم العرض ويجب أن يستخدم التغذية الراجعة. يصاب الطلاب بالملل بسرعة إذا كانوا أصلاً يفهمون المادة التي يتم تقديمها. توفر مراقبة الطلبة تغذية راجعة. إن تعبيرات الملل وجولان العيون والتململ والعبث والتثاؤب كلها إشارات على أنه قد يكون بمقدور المرء الانتقال إلى مادة جديدة قد تشد انتباههم بشكل أفضل. وهذا سيسمح للمدرس بتحقيق أهداف تعلم مهارات ومفاهيم جديدة. ينبغي ألا يندهش المرء إذا انتهت محاضرة من ساعة واحدة في ثلاثين دقيقة. من ناحية أخرى، قد يجد المرء أن مادة المحاضرة كانت فوق مستوى قاعدة معارف ومهارات الطلاب. في هذه الحالة، يجب تغطية مادة علاجية إضافية. إلا أنه لا يُنصح بتمديد محاضرة على رأس العمل لأن المشاركين يجب أن يعودوا إلى وظائفهم. وإذا ما كان ينبغي إضافة مادة علاجية، فمن الأفضل اختصار المادة المعَدَّة، وذلك لضمان الانتهاء في الوقت المناسب وبأقصى قدر من الفهم.

خذ وقتك لعمل مواد بصرية جيدة مثل الشرائح أو رقائق الإسقاط أو الرسومات الحاسوبية. قد يضيع عرض تقديمي جيد بمواد بصرية سيئة. ينبغي أن تعزز المواد البصرية العرض التقديمي لا أن تحط من قيمته. وفيما يلي توجيهات لإبداع شرائح فعالة:

١- استخدام التنسيق (الفورمات) الأفقي.
٢- أبقِ على النص والرسومات ضمن منطقة مركزية آمنة.
٣- استخدام حجم حروف كبير (٢٤ أو أكبر).
٤- استخدم ستة أسطر في كل شريحة فقط.
٥- استخدم ست كلمات في كل سطر فقط.
٦- تحقق من قابلية القراءة (المقروئية)،
(إذا كان الإظهار على شاشة ١٧ بوصة فيمكن قراءته من على بعد ١٧ قدماً؟).
٧- لا تستخدم خطوط كتابة رأسية.
٨- قدم فكرة واحدة رئيسية في كل شريحة.

٩- أبقِ التركيز على نقاط رئيسية.

١٠- حافظ على بساطة النص.

١١- اشرح المفاهيم الصعبة.

١٢- استخدم المواد البصرية لتعزيز النص.

١٣- لا تستخدم الخلفيات المزركشة.

١٤- استخدام الألوان ذات التباين.

الجدول رقم (٧٤,٤). توجيهات لمحاضرة فعالة.

١- لا تحاول تعليم مواد كثيرة.	٧- جزِّئ المادة إلى مقاطع قصيرة :
٢- ركز على أداء الطلاب بدلا من أدائك.	أ) اطرح أسئلة. ب) اسأل عن آراء. ج) أعلمهم بنجاحهم إن كانوا ناجحين.
٣- أخبر الطلاب أهدافك.	٨- غيّر وتيرة التوقف في كثير من الأحيان واحصل على تغذية راجعة ، و اعطِ تغذية راجعة.
٤- أخبر الطلاب لماذا الهدف مهم بالنسبة لهم.	٩- استخدام صوراً بصرية ومساعدات ملموسة كلما استطعت.
٥- اجعل حديثك شخصياً.	١٠- اكتشف كم كنت فعالاً في النهاية باختبار قصير بعدي.
٦- ابدأ بمهام بسيطة أو أساسية أو مألوفة ، وانتقل إلى معلومات معقدة ومتطورة ، أو معلومات غير مألوفة.	١١- اطلب من طلابك تقييم محاضرتك بشكل مجهول عن طريق إجابة أسئلة استبيان.
	١٢- حلل البيانات التي تتلقاها من الاختبار البعدي والاستبيان.

المراجع

References

Dyro JF. Educating Equipment Users: A Responsibility of Biomedical Engineering. Plant, Technology & Safety Management Series. Chicago, Joint Commission on Accreditation of Health Care Organizations, 1988.

Dyro JF. Depolarizing Nursing and Biomedical Engineering. Device Techniques 4(1):9-10, 1983.

Ridgway M. The Great Electrical Safety Debate In Retrospect. In Dyro JF (ed). The Handbook of Clinical Engineering. Burlington, MA, Elsevier, 2004.

Wear JO, Levenson A. Distance Learning. In Dyro JF (ed). The Handbook of Clinical Engineering. Burlington, MA, Elsevier, 2004.

٧٥

مدارس الخدمة التقنية
Technical Service Schools

Manny Roman
President, DITEC, Inc.
Solon, OH

نقل المعارف
Knowledge Transfer

نحن بحاجة لنقل المعلومات والمعرفة من الخبراء المتخصصين للآخرين لمواصلة الحفاظ على وتوسيع مجموعة المعارف المتاحة. تم في نظام التعليم التقليدي الرسمي إنجاز "أخذ الطلاب من المعروف إلى المجهول" بأسلوب "الرأس المتحدث". يجلس الطلبة في فصل دراسي ويصغون بشكل مقصود في حين يقوم المدرس بتقديم العرض التقديمي. يتم أحيانا استخدام مساعدات تدريب، إلا أن نقل المعلومات يتم عن طريق الرأس المتحدث في مقدمة القاعة. إن لهذا الأسلوب الكثير من القيود مثل خبرة المعلم ومهارات الإلقاء وجمهور حضور محدود والمقيّدات الزمنية وقدرات التعلم المختلفة للطلاب.

استمرت طرائق "التعليم عن بعد" الأولى باستخدام الرأس المتحدث في أشرطة الفيديو أو الشرائح. لم يكن المعلم في كثير من الأحيان مرئياً وكان الطالب يرى مساعدات التدريب في معظم الوقت. ومع الإتاحية واسعة النطاق للحواسيب والإنترنت والشبكة العنكبوتية العالمية فقد انتشر التعليم عن بعد في وقتنا الحاضر في جميع جوانب التعليم والتدريب.

ينبغي لنا أن نشير إلى أن هناك فرقا بين التعليم والتدريب. التعليم واسع في المجال عام في الطبيعة ويهدف إلى توفير أساس لتطبيقات مستقبلية للمعرفة. كمثال على ذلك فكّر في دراسة إنتاج الأشعة السينية في أجهزة من دون تطبيق. يركّز التدريب على موضوع معين ويهدف إلى تزويد الطلاب بمعلومات محددة تتعلق بمهمة مثل الطريقة التي يولد بها جهاز معين أشعة سينية أو المتطلبات للحفاظ على الجهاز في وضع تشغيلي صحيح.

لقد سمحت تقنيات التعليم عن بعد وبرمجيات التعليم المتخصصة وتقنيات التقديم المتقدمة للمعلمين بالوصول إلى عدد أكبر من الأفراد. تغطي حزم التدريب والتعليم عدداً لا يحصى من المواضيع بدرجات متفاوتة من التعقيد والوظيفية والتكلفة ومدى الفائدة. كلما كان الطالب أكثر إلفة مع الموضوع كلما كانت الفرصة أفضل بأن تكون الحزمة مفيدة. أحد الآثار المؤسفة لسهولة تطوير وتوزيع التعليم عن بعد هو أن بعض الحزم ملأى بالـ "ريش" من دون الكثير من "اللحم". بعض الحزم ليست أكثر من كتاب على قرص مضغوط من دون أي منهج دراسي حقيقي.

مصدر آخر للقلق مع "حزم التدريب" هو أن المعلومات يتم تقديمها بطريقة واحدة فقط، وبغض النظر عن عدد المرات التي تشاهدها فإنها لا تفتأ تقول الشيء نفسه بنفس الطريقة. هناك مصدر قلق آخر وهو أنه لا يمكنك طرح أسئلة على الحزمة للتوضيح أو للفهم. توفر بعض الحزم نوعاً ما من التغذية الراجعة من الطلاب وحتى منتدى للتواصل مع طلاب آخرين والخبير في مادة الموضوع. تحتوي حزم أكثر تطورا وكلفة على نقاط تحقق وامتحانات قصيرة وفحوص للتأكد من مستوى نقل المعرفة.

الرأس المتحدث إذاً في عداد الأموات؟ يشعر كثيرون أن معظم قضايا التعليم وحتى بعض قضايا التدريب يمكن تناولها بشكل ملائم باستخدام التعليم عن بعد وحزم التدريب. من أمثلة ذلك: الطريقة التي يتم بها توليد الأشعة السينية داخل أنبوب الأشعة، والطريقة التي يتم بها استخدام تأثير دوبلر في الموجات فوق الصوتية، والغرض من الفيضان (flood) في الطب النووي، والطريقة التي يؤثر بها التدرج (gradient) في الحقل المغناطيسي في التصوير بالرنين المغناطيسي. لا تتطلب هذه الأنواع من المعرفة فعلاً وجود خبير في مادة الموضوع أو حتى جهازاً. يمكن لحزمة تدريب بتصميم وتقديم مناسبين أن توفر المعلومات المطلوبة لفهم المفهوم ذي الصلة. هذا النوع من المعرفة سهل نسبياً لنقله بحزمة لأنها تنطوي على نوع من التلقين والحفظ. إلا أن التركيب الفعلي لأنبوب أشعة ومعايرته وجعله في الوضع الأمثل (optimization) مسائل مختلفة تماماً.

إن من المناسب هنا أن يتم التحدث عن الطرق التي يتعلم الناس بها. بعض الناس متعلمون بصريون يتعلمون بسهولة أكبر عندما يستطيعون رؤية مادة الموضوع. البعض الآخر متعلمون سمعيون يتعلمون بشكل أفضل عن طريق السمع. المجموعة الثالثة من المتعلمين حركيون (العمليون، المتعلمون باستخدام أيديهم (hands-on)). يجب على واضع / مقدم المنهج الدراسي في محاولته لأخذ الناس من المعروف إلى المجهول أن يأخذ بالاعتبار خصائص التعلم الخاصة بالجمهور المستهدَف.

إن معضلتنا كمدربين هي اختيار المنهج الدراسي وطريقة التقديم المناسبين لمادة الموضوع وللمتعلم. الطالب في التدريب على صيانة أجهزة التصوير التشخيصي هو في الغالب من نوع المتعلم العملي باستخدام اليد. اختيارهم

لمهنتهم وخبرتنا الواسعة في تدريبهم تؤكد ذلك بوضوح. أضف إلى ذلك الخطر الذي لا مفر منه والمتأصل في صيانة أجهزة الجهد العالي المولدة للأشعة ونصل إلى استنتاج مفاده أنه ينبغي أن يكون للطالب اقتراب حي مباشر من الجهاز.

يجب أن يتكوّن الاقتراب من تمارين مخبرية خاضعة للرقابة والإشراف ودروس تحديد أعطال وكذلك نقاط تحقق واختبارات قصيرة وامتحانات والنقد في الوقت المناسب للتقدم الشخصي. يجب أن يطوّر الطالب احتراماً شديداً للأخطار التي تقدمها هذه الأنواع من الأنظمة وخوفاً مناسباً منها. لا يمكن توفير مكوّنات عملية التدريب هذه عن طريق حزمة تدريب عن بعد يتم تطويرها وتقديمها بالتكنولوجيا الحالية. يجب أن يكون خبير مادة الموضوع موجوداً لضمان الحد الأقصى من نقل المعرفة ولمراقبة عملية التعلم. ولأن التعلم "تغير دائم نسبيا في السلوك" فإنه يجب مراقبة الطالب من أجل النمط السلوكي المطلوب. تتطلب الصيانة الصحيحة والفعالة لهذه الأجهزة المعقدة والخطرة عملية سلوكية يتم توفيرها على أفضل وجه والإشراف عليها من قبل "الرأس المتحدث" الخبير.

سوف يزوّد خبير تصميم مناهج دراسية ومقدم نوعي الطلاب بالفرصة الأكبر لاكتساب المهارات السلوكية المطلوبة ليصونوا بالكامل أجهزة معقدة وخطيرة. أحد الأخطاء التي يتكرر ارتكابها هو قيام منظمة بالطلب من "خبير صيانة" محلي أن يوفر تدريباً عملياً على رأس العمل لزملاء في محاولة لتوفير دولارات التدريب. إن معرفة نظام ما لا يساوي امتلاك القدرات لتدريس النظام بشكل صحيح. لا تنمو الرؤوس المتحدثة الجيدة على الأشجار.

يتطلب التعليم والتدريب النوعيان على أجهزة معقدة وخطيرة مثل نظم التصوير التشخيصي المزيج المناسب من: الخبرة، والمعرفة، وتصميم المناهج الدراسية، وطريقة التقديم، ونقاط التحقق، والاختبارات القصيرة، والامتحان، وتمارين المختبر وتحديد الأعطال العملية، وانتقادات المعلم والطالب، والمتابعة، و، نعم، "رأساً متحدثاً".

جلسات التدريب
Training Sessions

إن DITEC هي واحدة من العديد من المنظمات التي توفر التدريب وغيرها من الفرص التعليمية مثل المؤتمرات والندوات والنشر في مجال التكنولوجيات الطبية عالية التقنية في المقام الأول. تقدمDITEC جلسات تدريب على مدار السنة في صيانة أجهزة التصوير التشخيصي والتدريب في مجال الإدارة. إن الشكل رقم (٧٥,١) عبارة عن جدول نموذجي للبرامج. يتم تقديم الوحدات (الموديولات) من مرتين إلى سبع مرات سنويا. يسافر المشاركون إلى منشآت التدريب التابعة لـ DITEC في Solon بولاية Ohio. كما تأخذ DITEC وحداتها إلى مجموعات في جميع أنحاء الولايات المتحدة. على سبيل المثال، تم في عام ٢٠٠٣م تقديم برنامج حول أنظمة الأشعة التشخيصية لأعضاء جمعية نيو إنجلاند للهندسة الإكلينيكية New England Society of Clinical Engineering (انظر الفصل ١٣١).

X-RAY LEVEL SERIES	DITEC'S LEVEL SERIES	FUNDAMENTALS OF SERVICING DIAGNOSTIC IMAGING SYSTEMS - LEVEL I	Service Level Training
		ADVANCED CONCEPTS OF RADIOGRAPHIC IMAGING MAINTENANCE - LEVEL II	
		ADVANCED CONCEPTS OF FLUOROSCOPIC IMAGING MAINTENANCE - LEVEL III	
		ADVANCED CONCEPTS OF DIGITAL IMAGING MAINTENANCE - LEVEL IV	
	PACS	ADVANCED CONCEPTS OF PACS, ICOM, AND TELERADIOLOGY SYSTEM MAINTENANCE - LEVEL V	
X-RAY IMAGING PRODUCTS	GENERAL ELECTRIC	ADVANTX LFX (12 PULSE) X-RAY CONTROLS MAINTENANCE	Manufacturer Specific Training
		ADVANTX MPPU (MID FREQUENCY) X-RAY CONTROLS MAINTENANCE	
		ADVANTX SCPU (HIGH FREQUENCY) X-RAY CONTROLS MAINTENANCE	
		ADVANTX R&F IMAGING, SPOTFILMER, TV CAM, LI., ABC, & TABLE MAINTENANCE	
		MVP 60/80/100 X-RAY CONTROLS MAINTENANCE	
		R&F IMAGING - (L-500) 8835 SPOTFILMER, MS89 TC CAMERA, & TABLE MAINTENANCE	
		MPX/SPX X-RAY CONTROLS MAINTENANCE	
		AMX PORTABLES (110,2,3,4) MAINTENANCE	
	SIEMENS	POLUDOROS 50/80SX X-RAY CONTROLS MAINTENANCE	
		POLYDOROS 50/80S/100S X-RAY CONTROLS MAINTENANCE	
		R&F IMAGING - EXPLORATOR ML/MR FILMER, VIDEOMED N/H CAMERS, SIRESKOP 5 TABLE	
	PHIL	SUPER 50/80/100 CP X-RAY CONTROLS MAINTENANCE	
		R&F IMAGING - SCOPO 76 FILMER, XTV11 DIAGNOST 76/66/56 TABLE MAINTENANCE	
	PICK	MTX 340/360/380/3100 X-RAY CONTROLS MAINTENANCE	
		R&F IMAGING - 1720/1721 SPOTFILMER, BETA TV CAMERA, VECTOR/ELITE 9000/4500 TABLE	
	TOSH	TOSHIBA - DC & KX0 30/50 HIGH FREQUENCY X-RAY CONTROLS MAINTENANCE	
	OEC	OEC 9000 SERIES (9000/9400/9600) C-ARM SYSTEM MAINTENANCE	
CRES	CERT	ICC - CERTIFICATION FOR RADIOLOGICAL EQUIPMENT SPECIALIST (CRES) PRETESTING	Modality Specific Training
NETWORKING MANAGERS	MGR	NETWORKS, DICOM, AND PACS FOR SERVICE MANAGERS AND ADMINISTRATORS	
		IMPLEMENTING AND MANAGING IN-HOUSE RADIOLOGY	
		PRINCIPLES OF DIAGNOSTIC IMAGING FOR MANAGERS AND SALES PROFESSIONALS	
OTHER MODALITIES	US	FUNDAMENTALS OF DIAGNOSTIC ULTRASOUND ACUSON 128XP / ATL ULTRAMARK / HP SONOS	
	NUC	FUNDAMENTALS OF NUCLEAR MEDICINE MAINTENANCE	
	LAB	FUNDAMENTALS OF SERVICING LABORATORY EQUIPMENT	
	MRI	PRINCIPLES OF SERVICING MAGNETIC RESONANCE IMAGING SYSTEMS	
	CT	PRINCIPLES OF SERVICING CT SYSTEMS	
	MAMMO	GE DMR/700/800T MAMMOGRAPHY SYSTEM MAINTENANCE	

الشكل رقم (٧٥,١). دورات نموذجية قُدمت في مؤتمر DITEC لخدمة وإدارة أجهزة التصوير التشخيصي.

مؤتمر تعليم مستمر حول أجهزة التصوير التشخيصي
Diagnostic Imaging Continuing Education Conference

لقد رعت DITEC لعقد من الزمان مؤتمراً سنوياً للتعليم المستمر حول أجهزة التصوير التشخيصي. تضمنت جلسات المؤتمر نموذجياً المجالات التالية:

١- الإدارة.

٢- خدمة بائعين متعددين (Multivendor service).

٣- التكنولوجيا الجديدة.

٤- القواعد الناظمة (Regulatory) والأداء.

٥- التطوير المهني.

وفيما يلي قائمة بالدورات التدريبية التي قدمت في واحدة من هذه المؤتمرات.

الإدارة المالية للهندسة الإكلينيكية Financial Management for Clinical Engineering

إن فهم التقارير المالية ونظم المحاسبة والمبالغ المستردة مقابل الخدمات أمر مهم لجميع المديرين في بيئة هذه الأيام. يجب أن يكون لدى مديري الهندسة الإكلينيكية فهم واضح للطرق التي تعمل بها هذه الأنظمة ليكون قادراً على اتخاذ قرارات مستنيرة بشأن: المال ووضع وتحليل ميزانية التشغيل، واختيار الأجهزة، وتحليل التباين (variance)، والقيمة الحالية والمستقبلية للأموال، وتحليل التكاليف، ووظائف أخرى.

التكلفة الحقيقية لأقل الأسعار: التفكير أبعد من الميزانية الحالية
The True Cost of Lowest Price: Thinking Beyond the Current Budget

تتم مواجهة المديرين غالبا بقيود صارمة للميزانية بحيث إنهم غير قادرين على التفكير في ما وراء الميزانية الحالية. ينبغي أن يكون التركيز على العلاقة بين السعر والتكلفة وفهم أن سعراً أقل قد يعني تكلفة أعلى بكثير على مدى عمر الموجودات وأعلى بشكل واضح على مدى عمر المؤسسة. إن الإدارة الديناميكية (الحركية) للأصول (للموجودات) يجب أن تأخذ عوامل كثيرة بالحسبان من أجل تزويد المؤسسة بالحل الأفضل.

تخطيط الأجهزة: سلامة العقل مقابل الفرص الضائعة Equipment Planning: Sanity vs. the Lost Opportunity

تعال وانظر كيف يمكنك تطوير وتنفيذ إستراتيجية تخطيط شاملة للأجهزة بالتصدي لهذه المكوّنات الحاسمة: تكنولوجيا الرعاية الصحية، والميزانية المالية، وإستراتيجيات التنسيق بين الشراء والتركيب، وتطبيقات الجهاز مقابل التقدم التكنولوجي، وبناء العلاقات بين الأقسام. افهم نهج المقاربة للعملية البسيطة لتخطيط النفقات الحالية والمستقبلية للأجهزة الرأسمالية.

أنظمة الصور – تحديث من دون خوف Image Systems—Upgrades Without Fear

تغطي هذه الجلسة: توصيل وخدمة الجمع المثالي بين كاميرات الـ CCD ومعالج الصورة، والجوانب التقنية لمتطلبات الجهاز المضيف، ومعززات الصورة، والبصريات، والفلوروسكوبي المنبَّض. إن التطبيقات المغطاة هي: الـ R/F والـ DSA والـ Cine. مع: الشاشات المسطحة، ومعززات الصورة، والبصريات، وكاميرات الـ CCD، ومعالجات الصور المستندة إلى أجهزة الكمبيوتر الشخصية، وكيف يمكنني التأكد من أن استثماري لن يكون قديماً في غضون بضع سنين؟

زد قيمتك من خلال إفادة فعالة بالتقارير Increase Your Worth Through Effective Reporting

إن هذا العرض التقديمي مصمم لإظهار كيف يحتاج مدير قسم إلى أن يحافظ على جعل الإدارة العليا على بينة من فعالية القسم من خلال تقارير مختلفة. تعلّم بعض دروس "افعل ولا تفعل" في التقارير التي ستجعل تقريرك يُظهر جانبك الأفضل ويساعدك في كسب احترام إدارتك العليا وتلبية متطلبات الـ JCAHO.

الحصول على عمر أطول لأنابيب أشعة جهازك الطبقي المحوسب Getting the Most Life from Your CT Tubes

تقوم المستشفيات بشكل دراماتيكي بخفض تكاليف التشغيل الكلية لزجاجيات أجهزة الطبقي المحوسب باستخدام عملية زيت الـ TLS (TLS Oil Process) ذي براءة الاختراع لإطالة عمر الأنبوب. اعرف كيفية عمل هذه العملية ولماذا هي الآن معقولة من الناحية المالية من أجل وضع زجاجياتك المكلفة على جدول صيانة وقائية منتظم.

تسويق نفسك فى القرن الجديد Marketing Yourself in the New Century

تناقش هذه الندوة العناصر الواجب اعتبارها عند البحث عن عمل أو ترقيات في إدارة الرعاية الصحية أوالهندسة أو المجال التقني. سيكون التركيز على قيمة النمو المهني في مسار وظيفي في الرعاية الصحية. سوف يتعلم المشاركون: أمكنة التسويق في شبكة الإنترنت وغيرها من المصادر، والصياغات القوية للسير الذاتية الأكثر مناسبة لبيئة هذه الأيام سريعة الخطى، وتقنيات المقابلة التي أثبتت نجاحا، والملابس المقبولة.

من الذي حرّك جبنتي؟ Who Moved My Cheese?

يمكن للتغيير أن يكون نعمة أو نقمة تبعاً لمنظورك. إن حياتنا ونظمنا العقائدية تتمحور في معظمها حول "جبنتنا" —وظائفنا، وحول مساراتنا الوظيفية والصناعات التي نعمل فيها. علينا أن نكون متنبهين للتغييرات في "الجبنة" وأن نكون مستعدين للذهاب بعيداً بحثا عن مصادر جديدة "للجبنة" (للرزق) عندما تنفذ "الجبنة" التي لدينا. تناقش هذه الجلسة بعض الطرق التي نستطيع بها تحسين "جبنتنا".

تحديد مؤشرات أدائك Defining Your Performance Indicators

تناقش هذه الجلسة كيف يستطيع أعضاء مهنة الخدمات قياس برامجهم للخدمة بأدوات قياس ملموسة. سوف تساعد على ترسيخ توجيهات لكسب رضى العملاء تصل إلى المستوى التنفيذي. إذا كان لدى مؤسستك مؤشرات أصلاً فسوف تساعدك هذه الجلسة على تحسينها.

أجهزة المسح الطبقي المحوسب الحلزوني/الإهليلجي Spiral/Helical CT Scanners

المسح الحلزوني/ الإهليلجي هو جديد أجهزة الطبقي المحوسب. تغطي الجلسة هذا التوسع والتغير في النمط. وسيتم التركيز على المزايا الإكلينيكية (السريرية) والتقنية للتصوير الطبقي المحوسب الحلزوني/ الإهليلجي وكيف أنه يعزز الصور ثلاثية الأبعاد.

عشرة دراسات عامة للـ Ten Common RF Studies RF

إن الاتصالات الجيدة مع طبيب الأشعة والتكنولوجي تتطلب فهما قوياً لدراسات الـ RF التي يتم القيام بها بشكل روتيني. تغطي هذه الجلسة إجراءات الـ RF العشرة الأكثر شيوعاً مع التركيز على وجهة نظر التكنولوجي. يتم أيضا مناقشة الموضعة واختيار التقنية المطلوبة من أجل نوعية جيدة للصورة.

قواعد إدارة الغذاء والدواء الناظمة للـ ISO والقائمين على الخدمة الداخلية

FDA Regulations on ISO and In-House Servicers

تناقش هذه الجلسة المسؤوليات الجديدة والمساءلات لـ ISO والقائمين على الخدمة الداخلية للأجهزة الطبية تحت توجيه وفرض إدارة الغذاء والدواء. سوف يتم مناقشة الأساليب العملية لاستخدام قانون اللوائح الفيدرالية لتحسين السلامة وتخفيض التكاليف وإزالة القيود المفروضة على خدمة الأجهزة الطبية بشكل شامل. يتم تشجيع تبادل الأسئلة والتعليقات.

إدارة التكنولوجيا الداخلية In-House Technology Management

يواجه مديرو الرعاية الصحية طائفة واسعة من القضايا فيما هم يحاولون العمل في بيئة تركز على ضغط التكاليف بشكل متزايد. يواجه المديرون الإكلينيكيون/ الطبيون الحيويون تحديات أكبر حتى مع جميع الخيارات والتهديدات المفروضة من آخرين. تغطي هذه الجلسة الخيارات والموارد التي يحتاجها مدير تكنولوجيا ليكون فعالاً في سوق الرعاية الصحية اليوم.

اللوح المسطح ٢٠٠١ – اختبار Litmus Flat Panel 2001—The Litmus Test

تقدم هذه الجلسة لمحة عامة عن أجهزة التصوير ذات اللوح المسطح في السوق وكيف انها ما زالت صامدة تحت تدقيق الانتقادات. تتضمن الجلسة مراجعات وتحديثات التطبيقات المختلفة على المشاريع الهندسية المستقبلية

ونظرة على التصاميم الجديدة وآخر تطويرات المنتج من قبل قادة الصناعة. تعال مستعدا وأحضر معك أفضل أسئلتك حول التصوير.

الربط الشبكي لحواسيب اليوم Networking Today's Computers

تبدأ هذه الجلسة بالشبكات الأساسية وأشكالها (طوبولوجيتها) وربطها. هذا يقود إلى مناقشة الإيثرنت (Ethernet) وتكنولوجيا العلامة الحلقية (token ring) ونموذج الـ ISO-OSI والـ TCP/IP والـ DICOM 3.0 وبرمجيات الشبكة. يتم إبراز القضية الرئيسية لتوافقية الـ DICOM. يتم ختم الجلسة بأساسيات تخطيط الشبكات وتنفيذها وتحديد الأعطال.

قانون معايير جودة تصوير الثدي (MQSA) Mammography Quality Standards Act

يتطلب قانون معايير جودة تصوير الثدي لعام ١٩٩٢م أن تكون جميع مرافق إنتاج ومعالجة وتفسير صور الثدي بالأشعة السينية قد تم اعتمادها من قبل وزير الصحة والخدمات الإنسانية بحلول الأول من أكتوبر (تشرين الأول) ١٩٩٤م. يمكن أن يؤدي عدم الامتثال إلى عقوبات مدنية من عشرة آلاف دولار في اليوم الواحد. تناقش هذه الندوة شروط منح التراخيص.

تقييم أنظمة التصوير (عرض عملي) Image Systems Evaluation (Hands-On Demo)

إن لسلسلة التصوير الفلوري fluoro-imaging العديد من المتغيرات والمكوّنات التي يجب أن يكمل كل منها الآخر لضمان صورة مقبولة. هذه الجلسة الحالية تقدم وتوضح التقنيات المستخدمة من قبل خبراء التصوير لتقييم وتحسين الصور الفلورية. تشمل المواضيع: تحسين الصورة، ودقة الإظهار (resolution)، ومواصفات الصورة، واستخدام معدات الاختبار، ومشاكل التصوير الشائعة. سوف تعقد الجلسة في مركز تدريب الـ DITEC.

التخطيط الإستراتيجي في القرن الجديد Strategic Planning in the New Century

إن الحاجة للتخطيط الإستراتيجي في بيئة الأعمال اليوم لا يمكن المبالغة فيها. ومع تعاظم حجم وتعقيد نظم الأعمال فإن التخطيط الصحيح أمر ضروري للنجاة التنظيمية. هذه الندوة تغطي: أساسيات التخطيط، وأيضاً تقنيات جديدة ومتطورة يمكن استخدامها لضمان النجاح والنمو في المساعي المستقبلية.

إدارة الأصول – تقارير تعقب البيانات Asset Management–Data Tracking Reporting

إن تتبع البيانات والإفادة بالتقارير وظيفة هامة جداً في إدارة الأصول. تناقش هذه الجلسة متطلبات الـ JCAHO وما يجب أن تفعله المستشفيات وكيف يجب عليهم القيام به كما تقدم عرضاً حياً لقاعدة بيانات فعلية. سيكون التركيز على تقارير المعلومات المولّدة من أجل إدارة المستشفى.

مبادئ فوق الصوت التشخيصي Principles of Diagnostic Ultrasound

تبرهن أجهزة التصوير فوق الصوتية على أنها مصدر آخر للدخل للـ ISOs (منظمات الخدمة الداخلية) وعامل وفورات في التكاليف للبرامج الداخلية، وذلك عائد إلى تصميمها المضغوط نسبياً وداراتها الرقمية المتطورة وسهولة صيانتها. هذه الجلسة مصممة لإعطاء المهارات اللازمة لخدمة الأجهزة فوق الصوتية مع التركيز على تحليل الصور والتشغيل.

أنظمة أرشفة الصور والاتصالات (PACS) – عرض عملي

Picture Archiving and Communications Systems (PACS)—Hands-On Demonstration

لقد أدت التطورات في مجال الإلكترونيات والاتصالات والأعتدة والبرمجيات الحاسوبية فضلا عن التكلفة العالية للأفلام بالمستشفيات إلى أخذ التصوير الشعاعي عديم الأفلام بالاعتبار. إن أنظمة أرشفة الصور والاتصالات متوفرة الآن من عديد من الشركات الصانعة. تقدم هذه الجلسة أساسيات الـ PACS وتتضمن عرضاً عملياً للمفاهيم باستخدام محاكاة محطة عمل PACS.

اختبار فيزيائي تصوير الثدي (عرض عملي) Mammography Physicist Testing (Hands-On Demonstration)

يتطلب الاتجاه الحالي للقواعد الناظمة والاعتماد في تصوير الثدي من جميع أولئك الذين لهم علاقة بهذه الطريقة أن يرفعوا مستوى مهاراتهم ومعارفهم. تغطي هذه الجلسة اختبارات الفيزيائي المفروضة بقانون معايير جودة تصوير الثدي (MQSA) لضمان الجرعة الأدنى للمريض وكذلك الجودة الأعلى للصورة. سوف تجرى الجلسة في مركز تدريب الـ DITEC .

مستقبل الصناعة – حلقة نقاش Industry Future—Panel Discussion

تقدّم بيئة "إصلاح الرعاية الصحية" اليوم والرعاية المدارة والتجميع (consolidation) وخدمة بائعين متعددين (multivendor service) تحديات وفرصاً لم نعهدها من قبل في مهنتنا. سوف يقود المناقشة متحدثون ضيوف من منظمات تصدت للتحديات من الصناعة القائدة ونحن نتجه الى القرن الجديد.

مطبات شراء الأجهزة المجدَّدة Pitfalls of Purchasing Refurbished Equipment

تتيح الأجهزة المجدَّدة تحقيق وفورات معتبرة قياساً على الأجهزة الجديدة في كثير من الحالات. تزعم بعض المنظمات توفير أجهزة "مجدَّدة" بينما الأجهزة في الواقع معاد طلاؤها فقط. تناقش هذه الجلسة كيفية تجنب المتاعب عند شراء الأجهزة المجدَّدة بالحصول على ذلك كتابياً والحصول على مراجع وزيارة المنشآت وتقرير ما إذا كان الأمر "على ما يرام".

مبادئ التصوير بالرنين المغناطيسي Principles of MRI

لقد استخدم التصوير بالرنين المغناطيسي استخداماً سريرياً لسنوات. إن هذه التكنولوجيا فرصة أخرى للمجموعات الداخلية ومنظمات الخدمة الداخلية (ISOs) للتوسع في تقديم الخدمات. تغطي هذه الجلسة: مبادئ التصوير بالرنين المغناطيسي، والتدرجات (gradients)، والترددات الراديوية (RF)، وتحليل الصور، والخوارزميات، وكذلك لمحة عامة عن المعدات اللازمة لإنتاج صورة.

زجاجيات التصوير – جيل للعرض Imaging Glassware—Generation to Display

تصف هذه الجلسة الشاملة نظام الأشعة الفلوروسكوبي ابتداء من حزمة الأشعة السينية إلى خرج جهاز المراقبة التلفزيوني. يتضمن هذا الوصف التفصيلي: أنبوب الأشعة، وكلا التكنولوجيتين المعدنية والزجاجية، ومعزز/مضخم الصورة، والكاميرا الأنبوبية أو ذات الحالة الصلبة، وشاشات المراقبة. سوف تشمل مناقشات شاشات المراقبة كل شيء من أنظمة الـ ٥٢٥ خط العادية إلى وحدات الـ PACS ذات الـ ٥ ميجابيكسل.

مبادئ التصوير التشخيصي بالأشعة السينية Principles of Diagnostic X-Ray Imaging

هذه الجلسة موجهة للمديرين ومهنيي المبيعات والخدمة الذين يحتاجون مدخلاً أو دورة تنشيطية في الجوانب التقنية للأشعة والفلوروسكوبي. تشمل الموضوعات مكوّنات أنظمة التصوير التشخيصي والعوامل التي تؤثر في جودة الصورة.

التنظير الفلوري (الفلوروسكوبي) المنبّض Pulsed Fluoroscopy

توفر تقنية التنظير الفلوري (الفلوروسكوبي) المنبّض مزايا أكثر من التنظير الفلوري المستمر التقليدي وقد أصبحت خيارا ذا شعبية. تغطي هذه الجلسة مزايا التنظير الفلوري (الفلوروسكوبي) المنبّض فضلا عن التغييرات في المعدات اللازمة لضبط التعرض في أنظمة الأشعة السينية.

التصوير التشخيصي الرقمي Digital Diagnostic Imaging

لقد سمحت التطورات في مجال الإلكترونيات فضلا عن أسعارها المنخفضة بزيادة في استخدام أجهزة الكمبيوتر لأداء التصوير الرقمي. تغطي هذه الجلسة الطرق الأكثر استخداماً على نطاق واسع لإنتاج الصور الرقمية بما في ذلك الطرح المقنع (mask subtraction) ورسم خرائط الطريق (road mapping) والتوسيط الزمني (temporal averaging) ونسبة الطرد ejection fraction وحركة الجدار والعديد من خوارزميات التصوير الأخرى.

تكنولوجيا تصوير للقرن الجديد Imaging Technology for the New Century

لقد قطع التصوير الطبي شوطا طويلاً منذ أشعة رونتجن الأولى في عام ١٨٩٥م. ينظر الأطباء اليوم مسلحين بتقنيات مثل التصوير بالرنين المغناطيسي (MRI) والطبقي المحوسب (CT) والموجات فوق الصوتية داخل الجسم

البشري بطرق كانت في السابق تتم من خلال الجراحة فقط. ولكن حتى تلك التكنولوجيا آخذة في التغير. إن الـ DT-MRI والـ OCT والـ VCSLs والـ T-Scan وطائفة من تقنيات أخرى تلوح في الأفق. تأتي بك هذه الحلقة الدراسية إلى الحافة الأمامية لهذه التكنولوجيات المثيرة.

إضافة أسلوب إلى تقاريرك Adding Style to Your Reports

توفر حقيبة Microsoft Office الكثير من الإمكانيات لإنتاج تقارير جميلة وفعالة. يمكنك، مسلحاً ببعض النصائح والحيل الأساسية، أن تنشئ تقارير سهلة القراءة مخصصة للأجهزة التي تقوم بخدمتها.

الأيزو ٩٠٠١:٢٠٠٠ مقابل الأيزو ٩٠٠١:١٩٩٤ ISO 9001:2000 VS ISO 9001:1994

يجتاح الأيزو ٩٠٠٠ العالم ويتحول بسرعة إلى معيار الجودة الأكثر أهمية. لقد تبنته آلاف الشركات في أكثر من مئة بلد، مع أكثر بكثير في طور القيام بذلك. لماذا؟ لأنه يضبط الجودة ويوفر المال والزبائن يتوقعونه والمنافسون يستخدمونه. إذا كنت حاليا مرخصاً طبقاً لـ ISO9002/3:1994 فسوف تحتاج الآن لأن تصبح مرخصاً طبقاً لـ ISO9001 : 2000. توضح هذه الحلقة الدراسية كيفية القيام بعملية الانتقال.

مبادئ الطب النووي Principles of Nuclear Medicine

توفر هذه الجلسة معرفة تمهيدية في مبادئ خدمة نظم الطب النووي. تشمل المواضيع الفيزياء النووية وكاشفات أشعة غاما وأجهزة تحليل ارتفاع النبضة والإحداثيات الفراغية (x-y-z) وتصحيح الفيض وتشكيل الصورة وكذلك لمحة عامة عن المعدات اللازمة لإنتاج صورة.

مبادئ التردد العالي وتحديد الأعطال High-Frequency Principles & Troubleshooting

أصبحت أثناء ثمانينيات القرن العشرين دارات الجهد العالي (الكيلوفولت) عالية التردد ممكنة من الناحية الفنية مع تزايد سرعة تبديل الـ SCRs عالية الطاقة. لقد أصبحت مفاهيم التحكم بالكيلوفولت والميلي أمبير عالي التردد آخر ما حُرِّر في أنظمة الأشعة السينية اليوم. تغطي هذه الجلسة المفاهيم وتقنيات تحديد الأعطال اللازمة لصيانة هذه الأنظمة.

القياسات غير الباضعة (غير الاجتياحية): الماضي والحاضر والمستقبل

Non-Invasive Measurements: Past, Present, & Future

تناقش هذه الجلسة بعض التقدمات في أجهزة القياس غير الباضع بالأشعة. يتضمن الشرح تقنيات مرتبطة بالقياسات القياسية (المعيارية) وكذلك المتخصصة (مثل: الـ cine، الميلي أمبير غير الباضع، الفلورو، المحمولات، ... الخ). سيتم بالإضافة إلى ذلك تقديم طريقة جديدة وجهاز جديد لقياسات البقعة البؤرية.

برنامج خدمات المصادر
Resource Services Program

توفر DITEC برنامج DITEC لخدمات المصادر (DRSP) DITEC Resource Services Program الذي يستهدف القائمين بصيانة تكنولوجيات التصوير التشخيصية. فيما يلي قائمة الخدمات المقدمة من خلال ذلك البرنامج.

- مساعدة دعم هاتفية :
  - إدارية.
  - تقنية.
- تقارير معلومات إدارة من أجل استخدام الـ DRSP.
- المساعدة التقنية في الموقع مخفضة بشكل خاص.
  - يتم توفيرها بواسطة DITEC أو أفراد آخرين مدربين تدريبا مناسبا.
- مساعدة إدارية مخفضة بشكل خاص.
  - يتم توفيرها من خلال شبكتنا من الاستشاريين في مجال الإدارة.
- خصم ١٠ ٪ تدريسي خاص على التدريب في الموقع من قبل DITEC داخل "أبواب مغلقة" .
  - للأعضاء التنظيميين ومنسوبي الشركات فقط .
- ٥٠ ٪ خصم حضور لمؤتمر DITEC السنوي.
  - خدمات دعم وخدمات تقنية مقدمة من موردين وطنيين .
  - أكثر من ٦٠ حلقة دراسية خاصة يقدمها قادة صناعة.
  - نقاشات حلقة خاصة حول الصناعة وداخلية والخدمة المستقلة .
- "المساعد في تحديد مصدر قطع الغيار بمكالمة واحدة" يوفر المال والوقت وتفاقم الأمور :
  - يساعد في تحديد الأعطال وإصلاحها.
  - يساعد في تحديد قطع الغيار.
  - لديه مخزون من النظم وقطع الغيار الفائضة.
  - يبحث عن موردين بأفضل الأسعار والجودة .
  - يحضر البند لك أو رسلك مباشرة إلى المورد.
- دليل DITEC لتحديد مصدر قطع الغيار على الشبكة العنكبوتية العالمية – قائمة بالموردين وعناوين الاتصال من أجل :
  - الأجهزة.

- قطع غيار.
- زجاجيات.
- خدمات أخرى.

- الرسالة الإخبارية ربع السنوية DITEC INK :
  - أخبار DITEC.
  - أخبار الصناعة .
  - منظمات مميزة – مقالات مميزة – نصائح تقنية .
  - تحديثات المطابقة لـ FDA .
  - إقراض أجهزة اختبار خاصة.

لمزيد من المعلومات Further Information

www.DITECnet.com

٧٦

الهندسة الإكلينيكية والتمريض
Clinical Engineering and Nursing

Thomas J. Bauld, III
Biomedical Engineering Manager, Riverside Health System,
ARAMARK /Clinical Technology Services
Newport News, VA

Joseph F. Dyro
President, Biomedical Resource Group
Setauket, NY

Stephen L. Grimes
Senior Consultant and Analyst, GENTECH
Saratoga Springs, NY

تأثير التكنولوجيا على الهندسة الإكلينيكية والتمريض
Impact of Technology on Clinical Engineering and Nursing

لقد كانت التكنولوجيا المتقدمة بركة مختلطة (نعمة ونقمة). لقد كان أثرها الإيجابي على الرعاية الصحية إطالة الأعمار وتحسين نوعية الحياة. إلا أنها خلقت أيضاً مشاكل هائلة، خصوصاً بالتأثير على أنماط المرض لتتحول من الحادة إلى المزمنة، وبإحداث بيئة تجهيزات طبية معقدة مليئة بالإجهاد (الإرهاق) والحيرة (الإرباك) والترهيب والخوف. لقد زاد توسع التكنولوجيا في تعقيد ممارسة التمريض وأثار أسئلة أخلاقية وقانونية لم يسبق مواجهتها من قبل (Stephens, 1992).

يتطلب حل معظم هذه القضايا مقاربة (نهجا) متعددة التخصصات؛ فكثير من هذه القضايا ذو أهمية مباشرة للهندسة الإكلينيكية وللتمريض ويواجه بقية فريق الرعاية الصحية أيضاً.

يتضمن بعض الآثار المترتبة على تقدم التكنولوجيا ما يلي:

- إن الفشل في الاستفادة من التقدم التكنولوجي يمكن أن يزيد من التعرض للمسؤولية القانونية.
- يجب إجراء تقييم لتحديد متى يكون ملائماً استخدام تكنولوجيا مبتكرة.

- سوف يمكّن تقدم التكنولوجيا من مزيد من الرعاية المنزلية للمرضى المزمنين مثيراً قضايا المسؤولية النهائية عن أمان الأجهزة ذات الاستخدام المنزلي مثل أجهزة التنفس ومضخات المحاليل وأجهزة الغسيل الكلوي وأجهزة مراقبة (مونيتورات) توقف التنفس.
- يمكن للتكنولوجيا المتقدمة أن تزيد أو تنقص من حدوث حالات التقاضي حول سوء الممارسة الطبية. تعزز التكنولوجيا التي تتطلب الاهتمام التمريض المفرط مناخ غير شخصي لأن هناك وقتاً أقل لقضائه في التفاعل مع المريض. أما التكنولوجيا الأقل اعتماداً على الممرضة فتعزز مزيداً من التجربة الشخصية، وغالبا ما يخفف انطباع المريض الجيد عن إقامته في المستشفى من العواقب القانونية للمضاعفات.

لقد نشأ عن المواقف القانونية المتغيرة ردا على التقدم التكنولوجي مسؤوليات إضافية على الممرضين والممرضات. إن تمييز الحالة اليومية للأجهزة والحاجة إلى التدريب على رأس العمل والإشارات الأولية لأعطال الأجهزة كلها مكوّنات أساسية لبرنامج سلامة أجهزة طبية معقول ومطلوب من قبل السلطات القانونية والناظمة. إن الاجتهاد في الإفادة بتقارير عن أحداث وحوادث ذات صلة بالأجهزة سينتج عنها في نهاية المطاف التخفيض من التعرض للمساءلة القانونية. يُنصح بالتعاون الكامل في التحقيق في الحوادث. إن مقاربة الأنظمة في التحقيق في الحوادث هي التي تحدد مساهمة الشركة المصنِّعة للجهاز أو القائم بالصيانة أو بيئة المنشأة أو المريض أو أفراد الأسرة أو المستخدمين الإكلينيكيين في الحادث.

توفر اليوم أجهزة المراقبة المبنية على أساس حاسوبي معلومات أكثر ودقة أفضل. وما لم يتم استيعاب هذه المعلومات واتخاذ الإجراء الملائم فإن الممرضات قد يكنَّ عرضة لرفضها. تضع التكنولوجيا المتقدمة مسؤولية أكثر بشكل واضح على الممرضة. يجب أن تبدأ الجهود للحد من التعرض للمساءلة القانونية بالتعليم. يمكن للتعليم أن يساعد على تخفيض احتمالية الاستخدام غير الصحيح للأجهزة الطبية الحديثة (Dyro, 1983a).

تعليم التمريض في التكنولوجيا Nursing Education in Technology

غالباً ما يُستشهد بعدم وجود مقررات تجهيزات طبية في مناهج تدريس التمريض كتفسير للصعوبات التي قد تعانيها ممرضة في استخدام جهاز طبي ((Harton, 1982) و (Schultz, 1980) و (Shaffer, 1983) و (Laing, 1982)). إلا أن بعض المعلمين يتساءلون عما إذا كان التركيز الشديد على أحدث التطورات التكنولوجية في المناهج الدراسية للممرضة مناسباً. يدعو هؤلاء المعلمون لتليين المقاربة (النهج) التقنية الميكانيكية للرعاية لا سيما في حالات الرعاية الحرجة (Zemaites, 1982).

لقد بدأ تعليم التمريض في هذا البلد مع مدارس Nightingale التي أكدت على مقاربة (نهج) للتلمذة على درجة عالية من الانضباط لتعليم "الممرضة المدربة" (Notter and Spalding, 1976). لقد كان معروفاً في وقت مبكر من

القرن العشرين أن الوظيفة التعليمية لبرنامج الدبلوما المستند إلى مستشفى كانت تتأثر سلبياً باحتياجات المستشفى للقوى العاملة. ومع سعي الممرضات للاستقلالية، انتقل مكان الإعداد التعليمي من برنامج دبلوما التمريض الذي تسيطر عليه المستشفى إلى المؤسسات التي تمنح الدرجة الجامعية. يوجد ثلاث مسارات تعليمية، وتحديداً درجة المشارك والدبلوما والبكالوريا (baccalaureate) في التمريض من أجل دخول ممارسة التمريض ومن أجل الحصول على وضعية الأهلية لامتحان ترخيص ممرضة مسجلة.

أعلن اتحاد الممرضات الأمريكي (ANA) في عام ١٩٦٥م أن التعليم لأولئك الذين يعملون في مجال التمريض ينبغي أن يتم في مؤسسات التعليم العالي. ينبغي أن يتألف التعليم المهني لممارسة التمريض من درجة البكالوريا في التمريض كحد أدنى، وينبغي أن يتألف التعليم التقني لممارسة التمريض من درجة المشارك في التمريض كحد أدنى (ANA, 1965). يؤكد الـ ANA على أنه ينبغي الاعتراف بممرضات الدبلوما ودرجة المشارك كـ "ممرضات تقنيات" ("technical nurses") وبممرضات درجة البكالوريا كـ "ممرضات محترفات (مهنيات)" ("professional nurses").

الممارسة التمريضية التقنية هي الرعاية التمريضية المباشرة في مجالات الراحة والسلامة الجسدية للمرضى الذين يعانون من مشاكل صحية. تؤدي الممرضة التقنية وظائف التمريض مع المرضى الذين هم تحت إشراف طبيب و/ أو ممرضة محترفة وتساعد في تخطيط الرعاية اليومية لمريض وتشرف على عاملين آخرين في الجوانب التقنية للرعاية. تنطوي الممارسة التمريضية التقنية على تنسيق مهام مع خدمات صحية أخرى وتوفير رعاية تمريضية نوعية تحت قيادة ممرضة محترفة (مهنية).

في المقابل، تكون الممرضة المحترفة (المهنية) مستعدة لتلبية احتياجات الرعاية الصحية لأفراد وأسر وجماعات في أي وضع. يتضمن التركيز على الرعاية الصحية التأكيد على تعزيز الصحة والوقاية من الأمرض بالإضافة إلى رعاية الزبائن الذين يعانون من مشاكل صحية أصلاً. وعلى الرغم من موقف اتحاد الممرضات الأمريكي (ANA) فإنه يستمر ترخيص وتوظيف خريجي البكالوريا ودرجة المشارك وبرنامج الدبلوم ويتوقع منهم أن يعملوا كممرضات محترفات (مهنيات). يجب تمييز خريجي البرامج الثلاثة المختلفة بوضوح لأن تعليمهم قد أعدهم لأدوار ومستويات مسؤولية مختلفة (Lunn, 1982).

إن قبول واستخدام الممرضة للتكنولوجيا جزء لا يتجزأ من تطوير الكفاءة الإكلينيكية (السريرية) في مجال تمريض الرعاية الحرجة. ومع ذلك فقد وجد Harrington (1983) في استطلاع قام به لـ ١٩ مدرسة طبية ومدارس تمريض ومدارس تخرج تكنولوجين طبيين أنه ولا واحدة من هذه المدارس تقدم مقررات في مجال تكنولوجيا الأجهزة الطبية. وأظهرت دراسة حديثة للطريقة التي تعلمت بها ممرضات غرف العمليات استخدام وحدات الجراحة الكهربائية أن معظمهن تلقى المعرفة المطلوبة عن طريق تعليمات من أحد الموظفين (٩٤,٣ ٪) يليها التدريب على

رأس العمل (٨٥,٢ ٪) والتوجيه (٥٦,٦ ٪). من جهة أخرى، فإن (١٥,٧٪) فقط تلقى تعليمات في مدرسة التمريض (McConnell and Hilbig, 2000).

هناك دائما منافسة حادة لبنود المناهج الدراسية الجديدة، والمواضيع الإكلينيكية تكون عادة أعلى مرتبة من مواضيع الأجهزة الطبية. ولأن قلة من برامج تعليم التمريض الأساسي (إن كان هناك أصلاً أياً منها) تتضمن إما نظرية الأجهزة الطبية أو ممارسة سريرية ذات صلة بالأجهزة الطبية وبالأخص تلك المستخدمة في تمريض الرعاية الحرجة، فإن عبئاً إعداد الإكلينيكيين يقع على عاتق قسم التدريب على رأس العمل (أثناء الخدمة) في المستشفى (McConnell and Hilbig, 2000). وهذا يتم إنجازه من خلال إستراتيجيات تعليم محددة تشمل الموجِّه الإكلينيكي (clinical preceptor) وطرقاً لتوسيع قاعدة المعرفة وتقييماً ذاتياً وتدريباً مستنداً على الحاسوب وموظفي الموارد.

يتم اختيار الموجِّه الإكلينيكي من بين مجموعة من الأطباء السريريين المتمرسين والأكفاء إكلينيكياً والمهتمين والمستعدين والقادرين على تقاسم خبراتهم مع من يتم توجيههم (الموجَّهين) (orientee). يعتمد النجاح على التحديد الواضح للوظائف التوجيهية وعلى الدعم من إدارة التمريض والإدارة الوسطى وعلى افتراض الموجِّه لدور المدرس/ المستشار وعلى نظام لمكافأة وتمييز الموجهين لاستعدادهم للمشاركة.

إن من الضروري في توسيع قاعدة المعرفة أن يتم تدريس الأساسيات مثل لغة التجهيزات الحيوية. يتطلب الموجَّهون الأساسيات، في حين أن الأطباء السريريين المتمرسين مهتمون بتقنيات تحديد الأعطال لأنهم يركزون على المشاكل. تشكل وحدات التعلم الذاتي متعددة الوسائط إضافة مفيدة للمحاضرات التعليمية. يجب أن تحتوي مثل هذه الوحدات على أهداف واختبار أولي (pretest) وشرائح وأشرطة أو شريطاً فلمياً واختبار نهائي (posttest). يعتمد تقييم ذاتي متواصل على تحديد الكفاءات الأساسية. يتضمن الأعضاء الأساسيون لقاعدة الموارد السريرية المهندس الإكلينيكي وفني التجهيزات الذي هو عضو في فريق الرعاية الحرجة.

يستطيع المهندس الإكلينيكي أن يلعب دوراً هاماً في تعليم الممرضات في مجال التجهيزات الطبية. يستطيع المهندس الإكلينيكي في تقديمه للمحاضرات التوجيهية حول مسائل سلامة الأجهزة الطبية أن يؤكد على الحاجة إلى مشاركة الموظف الجديد في إدارة منظومة المريض – الجهاز، وفي نفس الوقت يستطيع تعزيز هوية مهنة الهندسة الإكلينيكية (Shaffer, 1983).

تطوير التفاهم بين الهندسة الإكلينيكية والتمريض

Developing Understanding Between Clinical Engineering and Nursing

لا بد في مناقشة أدوار المهندسين الإكلينيكيين والممرضات من الاعتراف بالتباين الواسع في توصيفات المناصب وتصنيفات الوظائف. هناك طيف واسع في كلا الاختصاصين. يعني مصطلح "مهندس إكلينيكي" أو "مهندس طبي حيوي" بالنسبة لكثيرين ميكانيكي أو نجار المنشأة الذي يحمل مقياس تيار التسرب ولفة من وسمات

(tags) التفتيش. يرى آخرون المهندس الإكلينيكي كمصمم للقلوب الاصطناعية. تعتمد المسؤولية والمنصب ضمن التركيبة الهرمية للمستشفى إلى حد كبير على الإعداد التعليمي للمهندس وعلى حماسه ومهاراته في التعامل مع الآخرين.

التصورات الخاطئة:

إن للممرضة والمهندس الإكلينيكي في العادة تصور واضح ودقيق عن أنفسهم (Dyro, 1983b). فهم لديهم إحساس جيد بأنفسهم وعملهم وعلاقاتهم مع غيرهم من أصحاب مهن الرعاية الصحية. إلا أن الآخرين لا ينظرون عادة إلى هؤلاء المهنيين كما ينظرون هم إلى أنفسهم.

إن الشخصيات الموضحة في هذين الشكلين عبارة عن رسومات (اسكتشات) مركبة لممرضة ومهندس إكلينيكي. ليست الرسوم الكاريكاتورية المصورة تلك لأشخاص معينين التقى بهم المؤلفون. إلا أنها تصور رؤية عين عقل شخصية واحدة للآخرين عند فقدان التواصل بين أصحاب المهنتين وعندما تصبح التصورات مشوهة. الرسم (الاسكتش) المركب عبارة عن رسم يستند إلى الملاحظات حول عدد من الأفراد الذين لديهم تصور معين لشخص ما. يلتقط الفنان تفاصيل معينة من الناس الذين التقوا الشخصية التي يتم تصويرها (تفاصيل مثل جبهة منحدرة أو حاجبين كثين). هناك العديد من العوامل المقيّدة في توليد رسم (اسكتش) مركب تمنعه من أن يكون تمثيلاً مثالياً للواقع. بعض المراقبين لديهم ذاكرات تصويرية (فوتوغرافية) ولكن كثيرين لايملكون هذه المقدرة. تختلف القدرة على التذكر من فرد إلى آخر. يؤثر طول الوقت الذي التقى فيه المراقب الشخص ونوعية اللقاء على التصور الناتج عن هذا الشخص موضع المراقبة. يختلف المراقبون في قدراتهم على الاستماع وفهم ما يقال لهم. إذا لم يحصل المرء على فرصة لرؤية الشخص موضع المراقبة أو التحدث إليه فإنه يكوّن صوراً تستند إلى الطرق التي غيّر بها هذا الشخص البيئة. فمثلاً يعرف المرء أن هناك مخلوق الـ Sasquatch أو الـ Yeti أو Abominable Snowman (هي مخلوقات كبيرة ذات شعر كثيف تشبه البشر يُعتقد بوجودها) لأنه يستطيع أن يرى آثار أقدام كبيرة في الثلج.

يوضح الشكلان تصورات الأفراد عندما لا يكون لدى مراقبٍ ما إلا القليل من وقت الاتصال أو لا يكون له أي اتصال على الإطلاق مع الشخص الذي يتم وصفه. أجرى المصور (illustrator) مقابلات مع العديد من المهندسين الإكلينيكيين وفنيي الأجهزة الطبية الحيوية (BMETs) الذين كان تعرضهم لمرضات قصيراً والذين استندوا في توصيفاتهم على نتائج تصوراتهم لتفاعلات التمريض مع الأجهزة الطبية. تخيّل فني الأجهزة الطبية الحيوية، الذي استُدعي لإصلاح جهاز مراقبة مريض (مونيتور) كان تحطم إلى قطع، أن لدى الممرضة قوة كبيرة وتمتلك هيكلاً قوي البنية وساعدين وساقين مفتولي العضلات. تصور فنيي الأجهزة الطبية الحيوية أن الممرضة نقلت أجهزة المراقبة (المونيتورات بسحبها على الأرض بكبل خط التغذية لأن العديد من أجهزة المراقبة تحت

الإصلاح لديها محررات إجهاد متضررة وعزل منهار في وصلة الكبل إلى القابس. شعر مهندس إكلينيكي أن ممرضة كانت دائما مجهَّزة بمكشطة (gasket scraper) من أجل المعايرة الدقيقة والتزود السخي بالشريط اللاصق الأبيض (الذي يستخدم لتثبيت مجموعة ضخمة من الأجهزة الطبية) لأن المهندس الإكلينيكي لاحظ بشكل متكرر أن الشريط الأبيض اللاصق يُطبَّق على الموصلات الفلتانة والأجزاء المكسورة. تضمنت صفات متصوَّرة أخرى مشابك ورق معدنية مزخرفة كانت تُستخدم لمسك الأشياء بعضها مع بعض، وشعر يحتوي على مخزون وفير من دبابيس كان عُثر عليها مكدسة على مفاتيح تضغط باستمرار على أزرار إعادة بدء (reset) الإنذار بحيث لاتصدر الإنذارات المزعجة صوتاً. قادت إعداداتٌ غير صحيحة على أجهزة المهندسَ الإكلينيكي إلى الاعتقاد بأن الممرضة كان إبصارها سيئاً للغاية وأنها يجب أن تكون من ذوي النظارات السميكة جدا. افترض المهندسون الإكلينيكيون وفنيو الأجهزة الطبية الحيوية (BMETs) الذين تم إجراء مقابلات معهم أن ممرضات لديهن صعوبة كبيرة في إبصارهن، لأنهم في عدد من المناسبات أجابوا على عدد من المكالمات من ممرضات أبلغن عن عدم تمكنهن من العثور على كبل تخطيط القلب، فقط ليجدوا أن الكبل ملقى على الحامل بجانب سرير المريض. وعلى أساس هذه الملاحظات من المهندسين الإكلينيكيين وفنيي الأجهزة الطبية الحيوية، شكّل المصور (illustrator) الممرضة الغوريلا.

طُلب من عدد من الممرضات أن يصفن المهندس الإكلينيكي. أجابت الممرضات بوصف لساكن كهوف أو لشخص أشبه برجل الكهف يعيش في مكان ما عميق في أحشاء المبنى وينتمي إلى قبيلة الطبي الحيوي (البيوميد) التي تتضمن النجارين ومهندسي الأجهزة الطبية الحيوية وفنيي الهندسة الطبية الحيوية وفنيي الأجهزة الطبية الحيوية ورجال الإصلاح والصيانة والمهندسين الإكلينيكيين. وطبقاً لذلك أعطى الفنان رسم المهندس الإكلينيكي رجل الكهف، وأعطى المهندس الإكلينيكي النياندرتالي جبهة منحدرة. إن صندوق دماغ المهندس الإكلينيكي ذو أبعاد ضئيلة لأنه في سعته لن يمتلك الذكاء ذا المستوى الأعلى اللازم لفهم مبادئ مراقبة الدورة الدموية أو قياس مخطط كهربية القلب. كان مع المهندس الإكلينيكي عدة بنود أساسية مثل ملصقات الفحص. وهذه كلها مرقمة ومعتمدة مسبقاً. لاحظت الممرضات أن هذه الملصقات وُضعت على عجل على الأجهزة بوقت قصير قبل عمليات تفتيش اللجنة المشتركة لاعتماد منظمات الرعاية الصحية (JCAHO). يحمل المهندس الإكلينيكي جهاز اختبار تيار التسرب الكهربائي لأن التفتيش الوحيد الذي يقوم به المهندس الإكلينيكي (بالقدر الذي يعني الممرضة) هو التحقق من الإلكترونات الشاردة الكامنة وراء قرص التحكم والمستعدة للانقضاض على الغافل. و المهندس الإكلينيكي لديه مخزون وفير من الأدوات لإصلاح غطاء المغسلة والسيارة وجهاز الموسيقى والراديو.

تصوِّر الرسوم (الاسكتشات) الممرضة و المهندس الإكلينيكي كما يرى بعضهم بعضاً أحياناً. إن التواصل الفعال بين أعضاء هاتين المهنتين هو خطوة أولى جيدة في اتجاه تصحيح بعض المفاهيم الخاطئة.

التصورات الدقيقة:

تميّز الاجتماع السنوي السادس عشر للاتحاد من أجل تقدم التجهيزات الطبية (AAMI) في عام ١٩٨٢م بجلسة تقنية حول مقاربة (نهج) أنظمة لسلامة الجهاز الطبي، أي تحديد العناصر الخمسة التي تؤثر في تعطل الجهاز الطبي: المستخدم (غالبا ما يكون ممرضة)، والجهاز (والقائم بالصيانةوغالبا ما يكون المهندس الإكلينيكي)، والمرافق (المنشأة)، والبيئة، والمريض. شددت ممرضة إكلينيكية متخصصة أثناء تلك الجلسة (بالإضافة إلى شرح الطرق التي أثر بها التمريض على سلامة المريض) على ضرورة التعاون الوثيق بين تخصصي التمريض والهندسة الطبية الحيوية (AAMI, 1982). لقد كانت صورها الملونة "للرأس الهوائي" ("air-head") للممرضة وللمهندس الإكلينيكي كـ "رجل الإصلاح من شركة ميتاغ" ("Maytag repairman") محاولات لتوضيح أن أعضاء كلا التخصصين غالبا ما يتم تنمط (stereotyped) بعضهم لبعض وكذلك تنميطهم من قبل أولئك الذين من خارج اختصاصهم (Dyro, 1983c). لقد أوضحت أن الصور ليست دقيقة، وأن ممرضة الرعاية الحرجة متطورة تكنولوجياً، وأن الممرضة في كثير من الأحيان تسهم في تقدم تكنولوجيا الأجهزة الطبية، وأن المهندسين الإكلينيكيين يكملون الممرضات في فريق الرعاية الحرجة، وأن فوائد يمكن أن تُجنى من التفاعل بين التخصصين. إن أحد أوائل المهندسين الإكلينيكيين الذي عرفهم العالم كانت الممرضة فلورانس نايتنغيل (Florence Nightingale) ، التي أثبت إنشاؤها مستشفيات لعلاج المرضى والجرحى خلال حرب القرم (Crimean War) أن هندسة البيئة لتحسين الصرف الصحي والحد من العدوى خفض معدلات الاعتلال والوفيات.

المهندس الإكلينيكي كمدرس Clinical Engineer as Educator

هناك مساعٍ قليلة حيث يستطيع المهندسون الإكلينيون أن يكون لهم تأثير مفيد على الرعاية الصحية أكبر منه في دورهم كمدرسين. إن الأشخاص العارفين يكونون بالطبع محدودين بالزمان والمكان فيما يستطيعون تحقيقه بمعرفتهم. يوسّع المدرسون تأثيرهم بشكل كبير من خلال تقاسمهم معارفهم مع الآخرين. إن المهندسين الإكلينيكيين، بفهمهم للتكنولوجيا وتطبيقها في البيئة الإكلينيكية، في وضع فريد للحكم على المعلومات ذات الصلة بالتكنولوجيا التي يريدون مشاركة غيرهم بها لكي يحققوا أكبر تأثير على جودة وفعالية الرعاية الصحية.

إن الدور التدريسي الأكثر أهمية للمهندس الإكلينيكي هو في تعليم الإكلينيكيين على الاستخدام الصحيح للأجهزة الطبية. وفي حين أن بعض الموظفين قد يكون لديه تدريب واسع في تشغيل أجهزة وأنظمة طبية محددة (مثل: فنيي التصوير الطبي، وفنيي المختبرات، وأخصائيي العلاج التنفسي)، إلا أن معظم الأطباء والممرضات يشغّل الأجهزة الطبية بشكل عرضي لأدوارهم الرئيسية. وكنتيجة لذلك فإن خبرتهم فيما يتعلق بالاستخدام الفعال للأجهزة الطبية في كثير من الأحيان غير متساوية. ينبغي للمهندسين الإكلينيكيين، منسقين جهودهم مع الفريق

التعليمي للمنظمة، تقييم مدى الحاجة لتدريب الكادر، وينبغي أن يركزوا على تطوير برامج من شأنها أن تكون الأكثر فعالية في تلبية احتياجات المنظمة. إن تواريخ الخدمة يمكن أن يكون أداة فعالة لتحديد المجالات التي سيكون فيها التدريب مفيدا. إن عدداً كبيراً من تقارير الخدمة عن نموذج (موديل) أو نوع معين من الأجهزة يُكتب فيها أنه "لم يتم العثور على مشكلة" أو مشاكل "ذات صلة بالاستخدام" إنما هي مؤشر قوي على الحاجة لتدريب الكادر. تتضمن الوسائل الأخرى لتحديد المجالات التي يكون فيها حاجة للتدريب على الأجهزة الطبية: استبيانات (استطلاع آراء) الكادر، وتقارير الحوادث، والتقارير القصصية (anecdotal).

وعموما فإن تدريب الكادر على الأجهزة الطبية من قبل المهندس الإكلينيكي ينبغي أن يتضمن: إجراءات الإعداد (set-up) المناسبة، ووضع معاملات (بارامترات) الإنذار، ومؤشرات (استطبابات) وموانع (مضادات استطباب) الاستخدام للجهاز، والمشاكل المتوقعة خلال الاستخدام الروتيني، والتقنيات الأساسية لتحديد الأعطال. ينبغي أن تغطي مراجعة إجراءات التطبيق الإكلينيكي (السريري) من قبل مدرسي التمريض الاستخدام خطوة بخطوة لصيغ التشغيل المختلفة للجهاز. ينبغي أن تكون هناك مناقشة عامة لمؤشرات وموانع الاستخدام لجهاز ما وتأثير الجهاز عندما يُستخدم في هذه الظروف. وأخيرا، ينبغي أن يتناول تدريب الكادر تقنيات تحديد الأعطال ذات الصلة التي ستساعد على ضمان استفادة المريض من التطبيق الأفضل للجهاز وفي نفس الوقت التخفيض من احتمالية زمن تعطل إكلينيكي (سريري) غير ضروري وطلبات خدمة.

المهندس الإكلينيكي في دعم التمريض Clinical Engineer in Nursing Support

تدعم الهندسة الإكلينيكية التمريض نموذجياً بعدد من الطرق، والعديد منها مذكور فيما يلي:

- مقدمة في استخدام الأنظمة الجديدة وتدريب تنشيطي على النظم القائمة.
- المؤشرات (الاستطبابات) والموانع (مضادات الاستطباب).
- الاستخدام الصحيح.
- تحديد أعطال أساسي.
- توفير خدمات "مكتب مساعدة" ("help desk")، أي الإجابة على الأسئلة التقنية المتعلقة بتشغيل الأجهزة الطبية بما في ذلك تحديد الأعطال الأساسي.
- تعليم مبني على أساس تحليل المشاكل "ذات الصلة بالمستخدم".
- التشاور بشأن المواضيع " ذات الصلة بالتكنولوجيا".

رضا العملاء (الزبائن) Customer Satisfaction

ينبغي للمهندس الإكلينيكي في تقييمه لرضى المرضة عن دعم المهندس الإكلينيكي أن يطرح على المرضة الأسئلة التالية:

- هل تشعرين بأنه تم تدريبك بشكلٍ كافٍ على الاستخدام الملائم للتكنولوجيا الطبية التي تستخدمينها؟
- هل تعرفين بمن تتصلين بخصوص إصلاحات جهاز طبي حيوي أو أمور فنية؟
- هل أنت راضية بصفة عامة عن نوعية النصيحة التقنية التي تتلقينها؟
- هل أنت واثق من أن الأجهزة الطبية التي تستخدمها يتم صيانتها بشكل كافٍ وتشغيلها بشكل صحيح؟
- هل تعرف الخطوات التي ينبغي اتخاذها في حالة وقوع حادث له علاقة بجهاز طبي؟

إن مما يُنصح به لمتابعة التحسن القيام باستطلاعات آراء سنوية عن رضا المستخدم باستخدام نفس الأسئلة سنة بعد سنة. يمكن تغيير الأسئلة إذا كانت هناك مناطق جديدة للاستكشاف أو إذا كانت النتائج السابقة غامضة. فيما يلي أدناه أحدث نسخة من استطلاع الرأي المستخدم في Riverside Health System في ولاية Virginia.

على مقياس من ١ إلى ٥، الرجاء تقييم أداء قسم الهندسة الطبية الحيوية.

المقياس:

٥ = راضٍ جداً، ٤ = راضٍ، ٣ = راضٍ إلى حد ما، ٢ = ضعيف، ١ = ضعيف جداً، غير موجود

الأسئلة:

١- سهولة الاتصال الهندسة الطبية.

٢- الاستجابة الفورية لطلبات الخدمة.

٣- الانتهاء من صيانة الأجهزة في الوقت المناسب.

٤- تواصل فعال حول حالة الأجهزة التي تحتاج إلى خدمة.

٥- الكفاءة التقنية لموظفي الهندسة الطبية الحيوية.

٦- التدريب على رأس العمل مقدم بناء على متطلبات الصيانة ومستخدم الأجهزة.

٧- الدعم الذي تتلقاه من مديرك للتكنولوجيا.

٨- المساعدة في اختيار بنود جديدة من الأجهزة أو استبدالها.

٩- الكفاءة المهنية للكادر.

١٠- الفعالية الكلية لبرنامج الهندسة الطبية الحيوية في تلبية احتياجاتك.

يتم في أعقاب عملية الاستطلاع وضع النتائج في جدول. وأي أسئلة بعلامة ٣ أو أقل ينبغي معالجتها بوضع خطة عمل والاتصال بالمستخدمين ذوي الصلة من أجل المتابعة.

العمل كفريق من أجل التقليل من المخاطر

Teamwork for Risk Reduction

يشكل المهندس الإكلينيكي والممرضة معاً فريقاً قوياً قادراً على تحديد المشاكل المحتملة للجهاز الطبي التي يمكن أن تؤدي إلى تأذي المريض والقضاء عليها. إن المهندس الإكلينيكي على يقين بشكل معقول من أن الجهاز الطبي عندما يتم تقييمه وشراؤه وفحصه وإدخاله في الخدمة مع قدر كاف من تعليم المستخدم فسيقوم بأداء وظيفته بأمان وبشكل يفي بالغرض المقصود منه. وفيما عدا ذلك فإن خطأ مكوّن عشوائي قد يحدث، أو أن ضعفاً في التصميم والتصنيع قد يجتاز اختبار القبول من دون أن يُتكتشف. بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن تكون البيئة الإكلينيكية (السريرية) معادية للجهاز، ومثل هذه البيئة يمكن أن تكون مؤذية للتشغيل الصحيح. كما يمكن أن يحدث تفاعل بين جهاز وجهاز، أوصدمة ميكانيكية واهتزاز، أوتوغل سوائل، أو إجهاد زائد وغير مقصود، والإفراط في سلالة ، أو استخدام غير صحيح مقصود أو غير مقصود. تقف الممرضة على الخط الأمامي لاستخدام الجهاز. يمكن للممرضة، مع معرفة مناسبة وتدريب وخبرة، أن تكتشف تشغيلاً سيئاً في جهاز قبل أن يتأذى مرضى. إن الممرضة كمحددة مشاكل problem- spotter حاسمة في تحديد خطأ جهاز في بدايته ولفت انتباه خبير الأجهزة الطبية، أي المهندس الإكلينيكي. عندما يتعلق الأمر برعاية المريض وسلامته فإن الممرضات عادة ما يكنّ مدربات تدريبا جيداً وذوات ملاحظة وتواصليات ولديهن مثابرة وإصرار.

دور التمريض والمهندس الإكلينيكي في إدارة التكنولوجيا

The Role of Nursing and CE in Technology Management

إن دور المهندس الإكلينيكي كمدير للتكنولوجيا يعتمد على التعاون الوثيق بين جميع أعضاء فريق الرعاية الصحية، والممرضة ليست أقلهم. إن تقييم الجهاز قبل الشراء، والخدمة، والاستخدام، والتحقيق في الحوادث والأحداث، والتدريب، والاستغناء في النهاية، كلها نقاط في دورة الحياة للجهاز الطبي حيث مدخلات التمريض إلى الهندسة الإكلينيكية مطلوب فيها. فمثلاً، قد يكشف استخدام جهاز عن عيب في تصميم العوامل البشرية يحتمل أن يكون قد مر من دون اكتشاف أثناء فحص الورود incoming inspection لأنه لا يمكن التنبؤ بكل الظروف الإكلينيكية (السريرية) أو التفاعلات بين الأجهزة ومحاكاتها أثناء تقييم ماقبل الشراء واختبار القبول. إن الممرضة في موقع مثالي يتيح لها مراقبة تلك العيوب التي يمكن أن تؤدي إلى ما يوصف غالباً بأنه خطأ مستخدم. ينتج خطأ المستخدم في كثير من الأحيان عن تصميم إرغونومي ergonomic (أي يخص العلاقة بين الإنسان والآلة) غير صحيح للجهاز أو نقص أو عدم كفاية في التحذيرات والتعليمات. يمكن أن يقود تنبيه المهندس الإكلينيكي إلى مثل هذه الملاحظات إلى إعادة تصميم أو تعديل للتقليل من احتمال الخطأ المستخدم.

إن التدريب والتعليم هو واحد من العناصر العديدة المخفية لتكاليف دورة حياة التكنولوجيا الطبية (Sweeney, 1992). يجب أن تؤخذ هذه التكاليف في الاعتبار في أي قرار اقتناءٍ لتكنولوجيا جديدة.

تقارير الحوادث والتحقيقات Incident Reporting and Investigations

إذا ما حدث حادث قد يؤثر، أو أثر، بشكل سيئ على مريض أو أي شخص آخر مثل ممرضة أو طبيب أو زائر لمريض، فإن الإفادة الفورية بتقرير (الإبلاغ الفوري) عن هذا الحادث لإدارة المخاطر والهندسة الإكلينيكية يمكن أن تقلل من مخاطرة مشاكل أجهزة أخرى ويمكن أن تساعد في التحقيق في المشاكل التي حدثت. يجب أن يدرب المهندس الإكلينيكي الممرضة على اتباع الإجراءات الصحيحة عند وقوع حادث وعندما يكون جهاز طبي مشاركاً في التشخيص أو علاج المريض. فمثلاً ينبغي أن تلاحظ الممرضة: إعدادات الجهاز؛ ووضع الجهاز بالنسبة للمريض وغيره من الأجهزة؛ والأصوات أو الروائح أو المشاهد غير العادية ، ويجب أن تدرج الملحقات المستخدمة قائمة؛ والظروف البيئية (مثل درجة الحرارة والرطوبة وتذبذب الطاقة الكهربائية)؛ والموظفين الآخرين الموجودين في وقت وقوع الحادث؛ وحالة الجهاز قبل الحادث مباشرة. يجب أن تكون الممرضة مدربة على الحفاظ على الأدلة (مثل المستهلكات وأسلاك الاقتباس والموصّلات والتغليف ومداخل الغلاف (package inserts)). إن التوثيق الكامل والدقيق للحقائق المحيطة بالحادث مسجَّلة في أقرب وقت ممكن بشكل معقول إلى وقت وقوع الحادث (الانتباه إلى الطرف المتضرر قد يؤخر مثل هذ التوثيق الفوري) سيكون أكثر دقة من إعادة تجميع الأحداث بعد يوم أو أسبوع أو شهر من وقت حدوثها.

التعاون في أنشطة الـ JCAHO Collaboration on JCAHO Activities

إن المتطلبات المتغيرة لاعتماد الـ JCAHO هي من بين الثوابت غير لقابلة للتغيير في الرعاية الصحية. إن سلامة المريض والكادر هي أساس معايير بيئة الرعاية. إن التعاون بين العديد من التخصصات مطلوب لاستيفاء المعايير، مع كون المقاربة (النهج) بإدارة مصفوفية تصبح أكثر أهمية. وبغض النظر عن التخصصات الأخرى، فإن الاختصاصين الأكثر تفاعلاً في ضمان سلامة المريض هما التمريض والهندسة الكلينيكية. إن العمل في لجان الـ JCAHO والقيام بجولات سلامة وجولات بيئية والعمل معا في مهام محددة لإدارة الأجهزة (مثل عملية فحص جدولة) كلها تستفيد من علاقة العمل الوثيقة للكادر من كل قسم.

الأهداف الستة لسلامة المريض من JCAHO لعام ٢٠٠٣م:

لتحسين الممارسة في مجالات رئيسية عدة طالبت JCAHO كل مؤسسة بتطوير استجابات، في البداية لستة، والآن لسبعة أهداف وطنية لسلامة المريض. لقد انبثقت الأهداف من حوادث متحققة (Sentinel Events) ومن الإدراك بأن الظروف التي قادت إلى الحوادث المتحققة ربما كانت موجودة على نطاق واسع في جميع أنحاء نظام

الرعاية الصحية. إن تنفيذ الخطط لتلبية غالبية الأهداف هي من مسؤولية الكادر الإكلينيكي، إلا أن اثنين من هذه الأهداف يتطلب مدخلات ونشاطاً من جانب الهندسة الإكلينيكية. كان لدى المستشفيات، بعد كشف النقاب عن هذه الأهداف في تموز (يوليو) عام ٢٠٠٢م، حتى الأول من تموز (يوليو) عام ٢٠٠٣م لاستكمال تنفيذ خططها.

الهدف # ١ تحسين الدقة في تحديد المرضى

توصيات الـ JCAHO :

(أ) استخدام محدِّدَي مريض على الأقل عند أخذ عينات دم أو إعطاء أدوية أو منتجات دم.

(ب) قبل البدء بأي إجراء جراحي أو باضع (اجتياحي) قم بعملية تحقق نهائية (مثل "وقت مستقطع" "time-out") للتأكد من المريض الصحيح والإجراء الصحيح والموقع الصحيح، وذلك باستخدام تقنيات اتصالات نشطة غير خامدة.

الهدف # ٢ تحسين فعالية الاتصال بين مقدمي الرعاية

توصيات الـ JCAHO:

(أ) تنفيذ عملية لأخذ طلبات شفهية أو عبر الهاتف تتطلب تحققاً. "إعادة قراءة" كامل الطلب من قبل الشخص المتلقي للطلب.

(ب) تقييس (توحيد) الاختصارات والمختصرات والرموز المستخدمة في جميع أنحاء المنظمة بما في ذلك قائمة بالاختصارات والمختصرات و الرموز المطلوب عدم استخدامها.

الهدف # ٣ تحسين سلامة استخدام الأدوية التي تتطلب انتباهاً عالياً

توصيات الـ JCAHO:

(أ) إزالة المحاليل الكهربائية (الكهروليتات) المركزة (شاملة ولكن ليست مقصورة على كلوريد البوتاسيوم وفوسفات البوتاسيوم وكلوريد الصوديوم ذات التركيز > ٠,٩ ٪) من وحدات العناية بالمرضى.

(ب) تقييس (توحيد) والحد من عدد تركيزات العقاقير المتاحة في المنظمة.

الهدف # ٤ القضاء على الموقع الخطأ والمريض الخطأ والإجراء الجراحي الخطأ

توصيات الـ JCAHO:

(أ) إنشاء واستخدام عملية تحقق قبل العملية الجراحية (مثل قائمة تحقق) للتأكد من أن الوثائق المناسبة (مثل السجلات الطبية ودراسات التصوير) متاحة.

(ب) تنفيذ عملية لتوسيم موقع الجراحة ولإشراك المريض في عملية التوسيم.

الهدف # ٥ تحسين سلامة استخدام مضخات المحاليل

توصيات الـ JCAHO:

(أ) ضمان حماية التدفق الحر على جميع مضخات محاليل تسكين الألم الوريدية ذات الاستخدام العام والتي يتم التحكم بها من قبل المريض (PCA) والمستخدمة في المنظمة.

الهدف # ٦ تحسين فعالية نظم الإنذار الإكلينيكية (السريرية)

توصيات الـ JCAHO:

(أ) تنفيذ صيانة وقائية منتظمة واختبار أنظمة الإنذار.

(ب) التأكد من أن الإنذارات يتم تنشيطها بإعدادات (settings) مناسبة وأنها مسموعة بما فيه الكفاية بالنسبة للمسافات والضجيج المنافس داخل الوحدة.

الهدف # ٧ التقليل من مخاطر العدوى المكتسبة في الرعاية الصحية

توصيات الـ JCAHO:

(أ) الامتثال للتوجيهات الحالية من الـ CDC منها ناحية النظافة.

(ب) إدارة جميع الحالات المحدَّدة لوفاة غير متوقعة أو خسارة كبيرة دائمة لوظيفة مرتبطة بالعدوى المكتسبة في الرعاية الصحية كحوادث متحققة (Sentinel Events).

بالنسبة للمهندسين الإكلينيكيين فقد تم توجيه القدر الأكبر من الاهتمام إلى الأهداف الوطنية لسلامة المريض رقم ٥ ورقم ٦ لأنهم يعملون مع التجهيزات التي هي بشكل اعتيادي جزء من خطة المؤسسة لإدارة الأجهزة وهي بشكل واضح ضمن منطقة التعاون بين التمريض والهندسة الإكلينيكية. إن مسألة فعالية الإنذارات الإكلينيكية (السريرية) هي تلك المنطقة التي احتاجت الى انتباه لمدة طويلة، ويرى المرء طائفة واسعة من المقاربات (المنهجيات) التي يجري تطويرها على مدى الوطن والتي من شأنها أن تؤدي إلى تحسينات في رعاية المرضى بسبب التعاون بين أصحاب مهنتي التمريض والهندسة الإكلينيكية.

التدقيق في الإنذارات الإكلينيكية (السريرية): فرصة للأبحاث

إن أحد الطرق لتقييم فعالية الإنذارات الإكلينيكية (السريرية) تكمن في القيام بالتدقيق في ما يحدث في وحدة تمريض عندما يتم تفعيل إنذارات جهاز ما. لقد تطور التدقيق في الإنذار في مركز Riverside Regional Medical Center إلى مشروع أبحاث لتحسين الجودة طويل الأمد اشترك فيه مدرسة التمريض المهني وقسم الهندسة الإكلينيكية. اقترح فريق متعدد التخصصات في البداية عملية تديق وطوّر أداة تدقيق تم تجريبها مع مديري التمريض ومدرسي تطوير الكادر. لقد وُجد بعد أخذ النتائج بالاعتبار أن هناك انعدام في الاتساق وصعوبة في تبويب البيانات وصعوبة في تخصيص الموارد الكادرية لهذه المهمة. كشفت مناقشات مع مدير مدرسة التمريض المهني أن واحدة من

المقررات المتقدمة كان لها مطلب من الطلاب بإجراء تدقيق. كان المدرسون كما مديرو التمريض متحمسين. تم إعادة تحسين أداة التدقيق لتعطي بيانات في شكل أكثر قابلية للقياس بحيث يمكن تطوير توجهات مخرجات التدقيق. وكفائدة مضافة، فقد وفرت فرصة تعاون قسم الهندسة الإكلينيكية مع طلاب التمريض المتقدمين بيئة ممتازة لتطوير علاقات عمل وفهم قدرات كل تخصص.

فرص وتقنيات التعليم

Education Opportunities and Techniques

شرح الأسباب المنطقية للبرامج التعليمية في تكنولوجيات الأجهزة الطبية

Rationale for Educational Programs in Medical Device Technologies

يعتقد خبراء في الإصابات ذات الصلة بالأجهزة أن الغالبية العظمى من الحوادث تعود لخطأ مستخدم وليس لخطأ في الجهاز. ومع تنامي تعقيد وتطور الأجهزة، فإن التدريب المنتظم لمستخدمي الأجهزة يصبح أكثر أهمية كعنصر من عناصر إدارة التكنولوجيا وكجزءٍ لا يتجزأ من ضمان الجودة وإدارة المخاطر ذات الصلة بالتكنولوجيا. ينبغي أن يشمل نطاق التدريب على الأجهزة ليس فقط موظفي المستشفى وإنما أيضا الأطباء وغيرهم ممن يستخدمون الأجهزة بانتظام مثل المقيمين وطلاب الطب وطلاب العلوم الصحية المتحالفة (allied health).

وعلى وجه الخصوص، فإن الممرضة كمشغل لكثير من الأجهزة الطبية المتطورة والمعقدة تحتاج إلى تعليم وتدريب على رأس العمل لمواكبة التطورات السريعة في تكنولوجيا الرعاية الصحية. إن برنامج تعليم قوياً وسيلة لا غنى عنها لتحقيق أقصى استفادة ممكنة من تكنولوجيا الأجهزة الطبية في مستشفى (Dyro, 1988).

ما يجب أن تعرفه الممرضة What the Nurse Must Know

إن للمهندسين الإكلينيكيين منظوراً فريداً ليس فقط لفوائد التكنولوجيا وإنما أيضا لمخاطرها. إن استخدام التكنولوجيا في بيئة الرعاية الصحية، حيث يوجد تغير مستمر للكادر وموكب من مرضى كثير منهم أكثر عرضة للتأذي بسبب وضعهم، يضيف مخاطر كبيرة. هناك مخاطر في الطرق التي يتفاعل بها كل جهاز طبي جديد مع غيره من الأجهزة والأنظمة ومع بيئة معقدة تحتوي على مجموعة متنوعة العوامل الكهربائية والكهرومغناطيسية والإشعاعية والحرارية والغازات/ السوائل الكيميائية والعوامل البيولوجية والصوتية والمادية ومع الناس.

يمكن أن يساعد المهندسون الإكلينيكيون في تطوير البرامج التعليمية التي تعرّف الممرضات على المخاطر ذات الصلة ويمكن أن تزوّدهن بالمعرفة والأدوات التي يحتجن إليها من أجل إدارة تلك المخاطر وتقليلها. ينبغي أن يركز مثل هذا التدريب على أهمية تدارك المشكلات قبل حدوثها عن طريق الإبلاغ عن أي شيء خارج إطار المعتاد في جهاز طبي (مثل علامات على الأضرار المادية، التنظيف غير الكافي، مكوّنات مفقودة، عناصر تحكم غير محكمة،

روائح أو أصوات غير عادية)، وعن طريق وصف للحالات التي ينبغي إنهاء استخدام الجهاز فيها (مثل عندما توفر أجهزة بديلة، عندما تفوق المخاطر المحتملة لاستمرار الاستخدام فوائده)، وعن طريق عملية تقديم التقارير (مثل إبلاغ الهندسة الإكلينيكية عن احتياجات الخدمة). ينبغي أن يتضمن التدريب أيضا الخطوات الاحترازية المناسبة عند استخدام جهاز. وهذا يتضمن عادة فحصاً مادياً قصيراً قبل التشغيل وتحققاً تشغيلياً ومن ثم ضمان بيئة آمنة (مثل أنظمة كهربائية آمنة وأنظمة إمداد بالغاز آمنة تعمل بعيدا عن المواد القابلة للاحتراق أو الأجهزة التي يمكن أن تتداخل مع التشغيل الصحيح).

يجب أن يتم تدريب المرضات على ما يجب القيام به عند تعطل جهاز أو وقوع حادث. وينبغي أن يتضمن هذا ملاحظة ظروف الاستخدام وإعدادات الجهاز والأجهزة الأخرى والملحقات قيد الاستخدام. ينبغي أن يتضمن تدريبهن إجراءات الإبلاغ عن هذه المعلومات، حيث إن ذلك أمر حاسم في تحديد الإجراءات التصحيحية اللازمة لمنع أي تكرار حدوث.

يجب تدريب مستخدمي الأجهزة قبل إدخال أجهزة جديدة في العناية بالمرضى، كما ينبغي أن يتلقوا أيضاً تدريباً سنوياً في استخدام الأجهزة. إلا أنه ينبغي للتدريب السنوي على رأس العمل ألا يغطي ببساطة أسس استخدام الأجهزة، وذلك لأن معظم الذين يتلقون تدريب تجديد المعلومات (refresher training) يستخدمون الأجهزة بانتظام ويمكن افتراض أنهم يعرفون الأساسيات. ينبغي لتدريب تجديد المعلومات السنوي بدلا من ذلك أن يركز على الأجهزة الداعمة للحياة أو أنواع الأجهزة المسببة للمشاكل، وبشكل خاص المشاكل التي حدثت بالفعل على مدى السنة الماضية والسبل التي يمكن منعها بها والسبل التي يمكن للمستخدمين بها تحديد الأعطال وحلها.

يمكن الحصول على مواد التعليم من أجل تدريب المرضات في التجهيزات الطبية من عدد من المصادر ((Webster, 1998) و (Carr and Brown, 1998) و (Aston, 1990)). تتضمن مراجع التمريض بعض المقالات حول التجهيزات الطبية (Miller and Zbilut, 1983). كما تُعتبر الشركات المصنّعة للأجهزة الطبية أيضا مصادر وفيرة للمعلومات التقنية خصوصاً ذات العلاقة بالمنتجات التي يصنعونها (Sweeney, 1992).

الأمكنة التعليمية Educational Venues

يشارك المهندس الإكلينيكي في تعليم المرضات في الحالات التالية :

- توجيه موظف جديد.
- برامج التعليم المستمر الرسمي على رأس العمل.
- معارض الأجهزة.
- تعليم غير رسمي حسب الحاجة أثناء البلاغات عن مشكلة جهاز وطلبات الخدمة.

- برامج تدريبية يتم تقديمها عندما يتم إدخال أجهزة جديدة.
- مشاركة الهندسة الإكلينيكية في مجالات رعاية المرضى، مثل تلك التي من قبل أخصائيي التجهيزات.

التوجيه:

إن محاضرة توجيهية من قبل الهندسة الإكلينيكية حول سلامة الجهاز الطبي تعرّف الموظف الجديد على أساسيات سلامة الأجهزة الطبية ودور ووظيفة قسم الهندسة الإكلينيكية وسبل طلب المساعدة الخدمية. يتم في المحاضرة التوجيهية التأكيد على الدور التعليمي غير الرسمي للمهندسين الإكلينيكيين.

البرامج الرسمية على رأس العمل:

ينبغي للمهندسين الإكلينيكيين بذل جهد تعليمي متعدد المكوّنات لتدريب كادر المستشفى على تشغيل وسلامة الأجهزة الطبية. ينبغي لقسم تطوير الكادر سوية مع قسم الهندسة الإكلينيكية أن يضع برامج توجيهية تتكون من: محاضرات يقدمها مدرسو التمريض، ووحدات دراسة ذاتية حول موضوعات مثل تخطيط كهربية القلب والاستجابة لتوقف القلب والعلاج الوريدي والرعاية التنفسية. يكون التدريب على استخدام الأجهزة أفضل ما يكون عادة إذا أُجري من قبل شخص من نفس اختصاص الذين يجري تدريبهم، مثل ممرضة تطوير كادر لموظفي التمريض أو المشرف على التكنولوجيين للعلاج الشعاعي أو التنفسي. إلا أن المهندسين الإكلينيكيين ينبغي أن يشاركوا في تطوير المحتوى، خصوصا عندما يراد مناقشة مشاكل استخدام الأجهزة. هناك تركيز متزايد على التدريب الذاتي المستند إلى الحاسوب وخاصة لمجموعة من المواضيع الإلزامية يتم القيام بها على أساس سنوي لضمان الكفاءة. إن مدخلات الهندسة الإكلينيكية إلى هذه المقررات المستندة إلى الحاسوب ذات فائدة.

التعليم والتدريب الظرفيان (حسب الحالة):

إن معظم التدريب والتعليم على أساس فردي ويحدث استجابة لطلب ممرضة لخدمة، وهو وقت يكون فيه لدى الممرضة أعلى مستوى من الانتباه والاهتمام بالمشكلة الحادثة مع الجهاز الطبي. إن تحليل فئات أخطاء الأجهزة الطبية بنظام إدارة أجهزة طبية محوسب مثل خطأ مشغل أو سوء استخدام جهاز يمكن أن يؤثر في مجرى الجهود التعليمية. يمكن إعطاء تدريب مركز لفئات معينة أو على أنواع معينة لجهاز إذا ما أشار تحليل الأخطاء إلى أنه مبرر.

تقديم أجهزة جديدة:

يجب على المهندس الإكلينيكي التأكد خلال الاقتناء وعملية المراجعة الرئيسية من أن جميع أدوات التدريب التعليمي يتم شراؤها سوية مع الأجهزة الطبية المشترتة حديثا. ويجب ألا يوضع جهاز جديد قيد الاستعمال قبل أن يكون المستخدمون قد تم تدريبهم تدريبا كافيا. يستطيع المهندس الإكلينيكي، بالمشاركة مع قسم تطوير كادر

التمريض ومع الشركة الصانعة، أن يساعد في ضمان أن برنامج تعليم وتدريب مناسباً قد وُضع موضع التنفيذ وسيمكّن جميع المستخدمين من أن يكونوا مدربين بشكل مناسب.

أخصائيو التجهيزات الإكلينيكية:

لا يقدم أخصائيو التجهيزات الطبية Clinical instrumentation specialists (CISs) خدمة الجهاز الطبي عند نقطة الرعاية بالحد الأدنى لزمن الاستجابة فقط، وإنما يشجعون أيضا اتصالاً محسناً بين مقدم الرعاية ومقدم دعم الهندسة الإكلينيكية. إن مجموعة الـ CIS المشكلة أصلاً ضمن قسم الهندسة الإكلينيكية لتقديم المساعدة التقنية إلى جناح القلب المفتوح وغرف عمليات أخرى قد تم توسيع أنشطتها لتشمل مجالات رعاية حرجة أخرى مثل غرفة الإنعاش ووحدات العناية المركزة وأجنحة المخاض والولادة (Lauria et al., 1986). لقد حسّن توسع أنشطة الـ CIS إدراك الكادر الإكلينيكي لقسم الهندسة الإكلينيكية ووفّر نمواً ومرونة لموظفي الهندسة الإكلينيكية المشاركين في هذا البرنامج.

لدى العديد من المستشفيات، وخاصة تلك التي تجري بانتظام عمليات قلب مفتوح وجراحة عصبية، مجموعة صغيرة من الفنيين المكرسين لتقديم المساعدة التقنية والخدمات لغرفة العمليات (OR). يعمل هذا النوع من المجموعات عادة مباشرة لقسم التخدير أوالجراحة وهو مسؤول عن معايرة وإصلاح وصيانة التجهيزات الطبية التابعة لغرفة العمليات. يعمل أخصائيو التجهيزات الإكلينيكية بفعالية في مناطق مثل غرفة الإنعاش ووحدات العناية المركزة وأجنحة المخاض والولادة. إن أنشطتهم اليومية الاعتيادية هي التالية:

- تقديم المساعدة والتوجيه لمستخدمي التجهيزات الطبية.
- التواصل مع الكادر وموظفي الإشراف في المناطق الإكلينيكية لمناقشة الاحتياجات لمستخدم زيادة في الخدمة وملاءمة خدمات الهندسة الإكلينيكية وجودة خدمات الهندسة الإكلينيكية ومشاكل توزيع الأجهزة والموثوقية الكلية للتجهيزات.
- توفير تغذية راجعة للهندسة الإكلينيكية وتطوير الكادر ومجموعات الدعم الأخرى داخل المستشفى.
- فرز الطلبات غير الضرورية لخدمة إصلاح الأجهزة بحيث لا يتم زيادة الأعباء على الـ BMETs من غير داع وبحيث لا يتم سحب الأجهزة من الخدمة من دون أسباب وجيهة.
- تعديل أو تطوير إجراءات اختبار جديدة لاستخدامها من قبل الكادر الإكلينيكي والـ BMETs.
- القيام بتقييمات ما قبل الشراء والمساعدة في الدراسات الإكلينيكية ذات الصلة بالتجهيزات الطبية.
- مساعدة الكادر الإكلينيكي وكادر الهندسة الإكلينيكية في القيام بأبحاث وتطويرات داخلية.

ينشأ عن التوسع في برنامج الـ CIS تصور أكثر إيجابية لدور المهندس الإكلينيكي من قبل الكادر الإكلينيكي. أفاد مستخدمون بأنه قد تم حل مشاكل الأجهزة بسرعة أكبر وأن فهمهم للأجهزة قد تحسّن. لقد عالج البرنامج مشاكل التجهيزات بفعالية قبل فقدان الكادر الإكلينيكي الثقة سواء في الأجهزة أو بكادر الهندسة الإكلينيكية.

أساليب التدريس Teaching Methods

يجب أن يستخدم التدريب أساليب رسمية وغير رسمية مع الأخذ بالحسبان مبادئ تعليم الكبار والتصميم التوجيهي. ينبغي الحصول على جميع الأدوات المتاحة مثل أشرطة الفيديو والأشرطة الصوتية والشرائح والكتب والكتيبات و الجداريات (البوسترات) والمحاكيات. إن الاختبارات القبلية والبعدية حيوية لتقييم الفعالية الحقيقية للتدريب.

فيما يلي مجموعة من الأسئلة التي ستساعد المهندس الإكلينيكي وفريق تطوير الكادر التمريضي في تحديد مدى وطبيعة التدريب:

- ما هي متطلبات التدريب لهذه الأجهزة؟
- هل يمكن تعديل برنامج التدريب المقترح حسب الطلب؟
- من الذي سيعطي التدريب؟
- كم عدد المستخدمين اللازم تدريبهم؟
- هل سيتم استخدام طريقة درّب المدرب (train-the-trainer)؟
- هل يمكن إعفاء الإكلينيكيين من واجباتهم أثناء التدريب؟
- هل يمكن عمل ترتيبات فعالة التكاليف للموظفين للتدريب خارج وقت الدوام؟
- هل هناك التزام مالي من جانب الإدارة لبرنامج تدريب فعال؟
- هل هناك سياسة مستشفى أو تمريض تلزم بالتدريب لجميع الموظفين الجدد وعلى جميع الأجهزة الجديدة؟
- هل تجعل التغيرات الكادرية والتغيرات التكنولوجية ومتطلبات القواعد الناظمة وعوامل أخرى من اتفاقٍ للتدريب المستمر مع مصنّع الأجهزة الأصلي (OEM) استثماراً معقولاً من الناحية المالية؟

يجب أن يتم شرح المعلومات حول الاستخدام الصحيح للأجهزة بطريقة يستطيع أن يفهمها أولئك الذين يتلقون التدريب حتى تكون فعالة. إن المناقشات بين ممثل الهندسة الإكلينيكية وممرضة تطوير الكادر أو مدربين ذوي خبرة آخرين قبل جلسة التدريب يمكن أن تكون مفيدة في تحديد الطريقة الأفضل لمقاربة المادة المراد تغطيتها. يستوعب المتعلمون البالغون المادة بطرق مختلفة، إلا أن الطريقة الأكثر فعالية هي جعل المتعلمين يقومون بالمهام المطلوبة تحت إشراف المدرسين. إن لهذا آثاراً واضحة على كمية الأجهزة وعدد المدربين اللازمين في الخدمات.

لا يجب فقط بث المعلومات بدقة وإنما أيضا بطريقة تستحوذ على اهتمام الحاضرين. يجب أن يبحث المدرس عن الطرق التي تكون فيها العروض التقديمية آسرة أكثر من كونها عبئاً زائداً على الطالب (Berens, 1988). توفر التطورات الأخيرة في تكنولوجيا المحاكاة إمكانيات لرفع التدريب الى مستوى جديد لا يشمل فقط الميزات التشغيلية وإنما أيضا تقييم وتوقع التغيرات السريرية للمريض الناجمة عن التغيرات في إعدادات (settings) الأجهزة.

لقد أوضحت مراجعات كثير من أقسام الهندسة الإكلينيكية أن المقاربة التي يتم انتهاجها من قبل موظفي الهندسة الإكلينيكية لها تأثير حاسم على فعالية تدريبهم (ECRI, 1989). يجب على أولئك الذين يتولون التدريب أن يراعوا حقيقة أن معظم مستخدمي الأجهزة لديهم معرفة ضئيلة أو ليس لديهم معرفة بالإلكترونيات أو الهندسة.

إنه أمر حيوي أن يتجنب الكادر التقني المشارك في تعليم الإكلينيكيين استخدام المصطلحات المهنية (jargon) والاختصارات (acronyms). ففي حين يمكن لهذه الأشكال من التواصل أن تيسر المحادثات بين الأقران، إلا أنها سوف تعوق التفاهم عند استخدامها في بيئة متعددة التخصصات.

مؤشرات فعالية (مردودية) التعليم Indicators of Education Efficacy

ينبغي رصد وتقييم التدريب ذي الصلة بالأجهزة بشكل منتظم لتحديد فعاليته إما من جانب قسم الهندسة الإكلينيكية أو من جانب الأقسام الفردية التي تقوم به. ينبغي إدراج التدريب الذي تقدمه الشركات المصنِّعة في مثل هذه المراجعات. أوصى Camplin (1988) بالطرق التالية التي يمكن بها قياس فعالية التعليم: تقارير الحوادث أو الأحداث، والتغذية الراجعة من الاختبارات والفحوصات، ونتائج مراقبة الأخطار، وانتقادات التدريبات والتمارين، واستطلاعات الرأي (الاستقصاءات)، وجولات وعمليات تفتيش الوحدة. إن إدارة المخاطر وضمان الجودة وإدارة السلامة كلها وسائل للحصول على ومعالجة البيانات. من الإجراءات الأخرى: الاختبارات القبلية والبعدية واختبارات المتابعة البعدية بعد عدة أشهر من التدريب. أحد التقييمات الموضوعية التي يمكن رصدها وبيان توجهها على مر الزمن كمؤشر للأداء هي عدد من أوامر العمل ذات الصلة بالاستخدام لجهاز معين. يمكن لمراقبة ممارسة التمريض في استخدام الأجهزة الطبية خلال جولات المهندس الإكلينيكي أن تسفر عن أدلة على سوء تطبيق الجهاز أو سوء استخدامه أو سوء استخدامه المؤذي.

تقييم فعالية التدريب على رأس العمل (أثناء الخدمة):

يوضح الجدول رقم (٧٦,١) نموذجا لتقييم تأثير التدريب يُستخدم لقياس فعالية التدريب على أجهزة طبية. يتم في هذا النموذج جدولة طلبات الأعمال التصحيحية لمدة ستة أشهر. من اللازم أن تكون الفترة ستة أشهر على الأقل وفي بعض الحالات (١٢) شهراً بعد التدريب.

الجدول رقم (٧٦,١). نموذج تقييم تأثير التدريب.

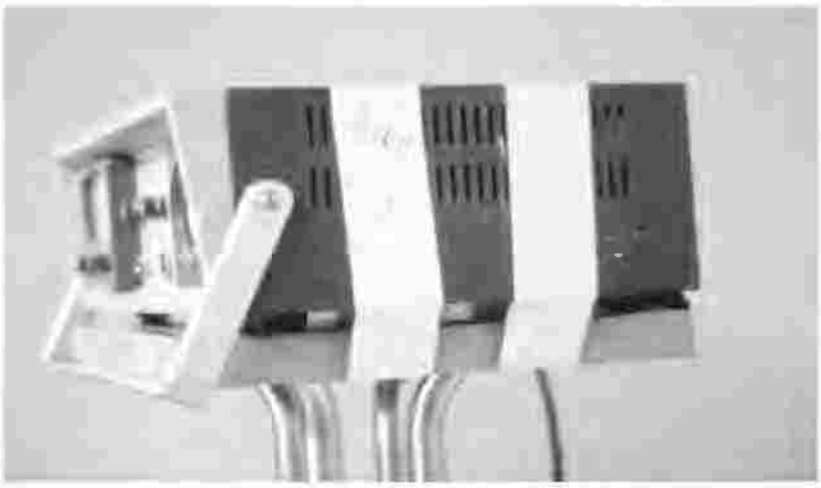
نوع الجهاز	قبل التدريب			بعد التدريب			الفرق		
	# ساعات العمل	ساعات إصلاح	تكلفة مواد	# ساعات العمل	ساعات إصلاح	تكلفة مواد	# ساعات العمل	ساعات إصلاح	تكلفة مواد
مضخة PCA									
– عناية مركزة									
– رعاية عامة									
– مخاض وولادة									
المجموع الكلي									

الملاحظة أثناء جولات المهندس الإكلينيكي:

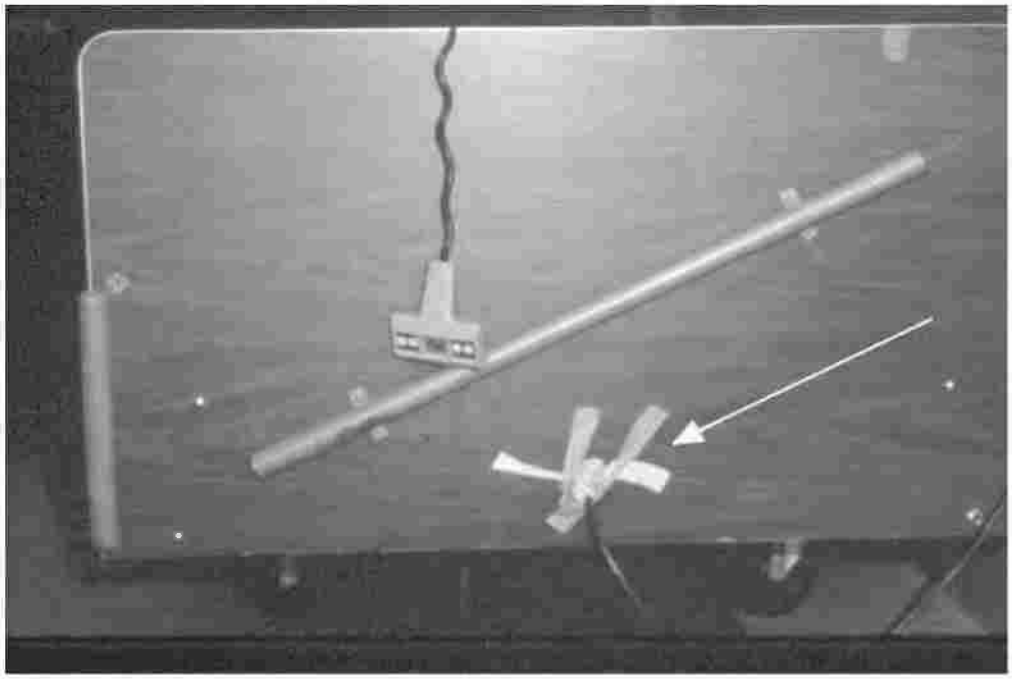
بعض الأمثلة على الاستخدام غير الصحيح لجهاز التي يمكن أن يلاحظها مهندس إكلينيكي أثناء جولاته وتشير إلى أن تدريب ممرضة متضمناً ما يلي مطلوب:

- أضرار مادية، براغي مفقودة، مكوّنات مفقودة، ملحقات مفقودة.
- جهاز يُشغَّل بالبطارية غير موصَّل إلى مَقبَس تيار متناوب بين الاستخدامات.
- أجهزة بملاحظة "معطَّل" "broken" ملصقة عليه.
- أجهزة تم الإبلاغ عنها بأنها معطلة بينما يكشف الاختبار اللاحق بأنه "لم يتم العثور على مشكلة".

توضح الأشكال من رقم (٧٦,١) وحتى رقم (٧٦,٥) أمثلة على ما لاحظه مهندسون إكلينيكيون في سياق جولاتهم. قد يشهد المهندس الإكلينيكي في بعض الأحيان استخداماً غير صحيح لأجهزة طبية.

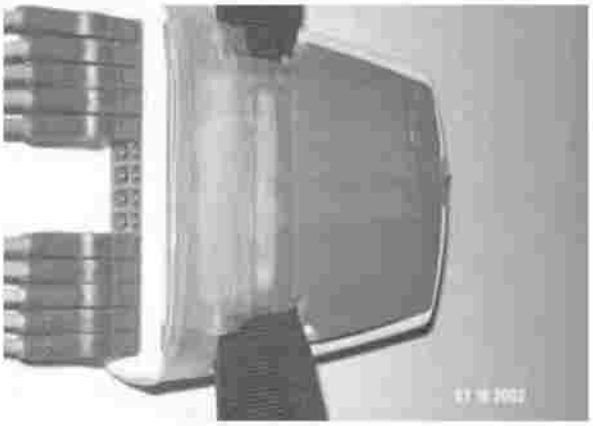


الشكل رقم (٧٦,١). شريط لاصق أبيض، ويعرف أيضاً باسم "شريط الممرضة"، مستخدم لتثبيت مونيتور على حامل.

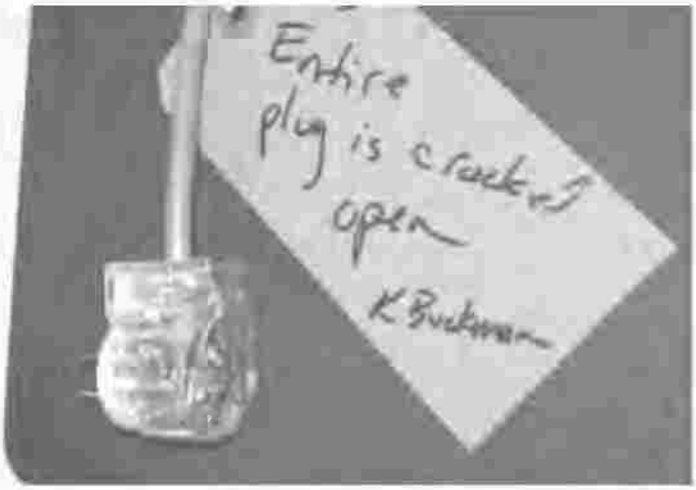


الشكل رقم (٧٦,٢). شريط لاصق أبيض مستخدم لتثبيت قابس سلك تغذية بالطاقة الكهربائية غير مناسب إلى مقبس السرير.

الشكل رقم (٧٦,٣). مونيتور مكدّس بشكل غير صحيح.



الشكل رقم (٧٦,٤). سطح اتصال (إنترفيس) لأسلاك اشتقاق جهاز ECG بـ (١٢) قناة مؤمّن بطبقات متعددة من شريط شفاف.



الشكل رقم (٧٦,٥). شقوق متعددة لوحظت في قابس سلك التغذية بالطاقة لمبخرة.

الاعتبارات التنظيمية
Organizational Considerations

الإدارة Administration

يجب أن يضمن أولئك المسؤولون عن إدارة وتدبير شؤون المستشفى أنه يتم إعطاء دعم كامل لدور قسم الهندسة الإكلينيكية في تعليم وتدريب الكادر الإكلينيكي فيما يتعلق بتشغيل الأجهزة الطبية والاستفادة منها وسلامتها. ينبغي أن تصف السياسات والإجراءات هذا المكوّن التعليمي لقسم الهندسة الإكلينيكية. ينبغي وصف العلاقات مع تطوير الكادر التمريضي.

السياسات والإجراءات Policies and Procedures

ينبغي أن تتضمن السياسات والإجراءات التي تتعلق بدور الهندسة الإكلينيكية في تعليم الممرضات العناصر التالية:

- يجب تدريب أعضاء الكادر قبل استخدامهم الأول للجهاز الطبي وبصورة دورية بعد ذلك حسب الضرورة. ينبغي أن يتضمن التدريب ما يلي:
  - مؤشرات وموانع الاستخدام (الاستطبابات ومضادات الاستطباب).
  - التشيل الصحيح.
  - تحديد الأعطال الرئيسية.
  - إجراءات "إسناد/ احتياط" "backup" مناسبة عندما تعطل الجهاز.
- الإجراءات الواجب اتباعها عند وقوع أحداث وحوادث تتعلق بالأجهزة الطبية.

أدوار ومسؤوليات قسم الهندسة الإكلينيكية Clinical Engineering Department Roles and Responsibilities

الأدوار والمسؤوليات التالية لقسم الهندسة الإكلينيكية نموذجية فيما يتعلق بالتمريض وتعليم وتدريب التمريض على وجه الخصوص:

- تكاليف دورة الحياة: تدريب الممرضة (المستخدم) عنصر من عناصر التكلفة.
- التحقيق في الحوادث.
- الحوادث: الحفاظ على الأدلة وتقنيات العزل.
- الاستدعاء (سحب الجهاز) وإدارة تقارير الأخطار.
- انتقاء الأجهزة والتجارب السريرية.
- توجيه الكادر الجديد فيما يتعلق بقضايا السلامة الكهربائية وعمليات الأقسام.
- تدريب المستخدم المبني على تتبع حالات خطأ المستخدم حسب نوع الجهاز والقسم.
- تطوير الكفاءات من أجل استخدام الأجهزة.
- إدارة المخاطر.
- الحصول على كتيبات مستخدم استبدالية.

المساءلة والتقدير Accountability and Appreciation

ينبغي أن تتضمن سجلات ضبط الأجهزة سجلات تفصيلية لأنواع الأجهزة والأقسام التي تم فيها تقديم التدريب فضلا عن توثيق الأشخاص الذين قدموا بالتدريب. وبطريقة مماثلة، فإن التمريض وأقسام أخرى مسؤولون عن الحفاظ على سجلات الأشخاص الذين تم تدريبهم على جهاز معين. يسهّل التتبع المحوسب لحضور الموظف وتقييم البرنامج متطلبات التوثيق والإبلاغ (الإفادة بتقارير) طبقاً لـ JCAHO (Franklin and Landureth, 1988). تشير سياسة التمريض إلى أن هناك إجراءات رسمية لتناول مسألة التدريب والتوثيق توضح أن التدريب قد تم القيام به. إلا أن مراجعي JCAHO يذهبون أبعد من مجرد التحقق من أن ملفات الموظفين توثق التدريب. فهم يقيّمون ما إذا كان باستطاعة الكادر الإكلينيكي إثبات واستخدام المعرفة المكتسبة أم لا.

وفي حين أن الرعاية الصحية هي بيئة جدية ومهنية، إلا أن القدرة على الاحتفال بنقاط علام والاعتراف بزملاء في أسبوعهم أو شهرهم المهني الخاص بهم هو فرصة ذهبية لإظهار التقدير وبناء العلاقات. كثير من أقسام الهندسة الإكلينيكية يقوم باستضافة حفلة طعام سنوية لزملاء من التمريض والأشعة والمختبر. عقد قسم الهندسة الإكلينيكية في Riverside Health System حفلة مثلجات اجتماعية أثناء أسبوع المختبرات وقدّم نكهات متعددة وجميع الطبقات المغطية (toppings) لموظفين من الورديات الثلاثة في جميع مستشفياتنا الثلاثة. ومن أجل أسبوع

الأشعة قدم القسم وجبات غداء من البيتزا. استضاف القسم أثناء أسبوع فني الأجهزة الطبية الحيوية بولاية فرجينيا بيوتاً مفتوحة بوجبات خفيفة وفشار وغير ذلك وسحب عشوائي للحصول على شهادة عشاء. كل حدث من هذه الأحداث كان مرحاً وممتعاً لجميع المشاركين. تتضمن بعض الفوائد: فرصة التفاعل لكادر الخدمة مع الزبائن في البيئة غير الخدمية، وفرصة لإظهار التقدير والاعتراف لعمل الكادر الإكلينيكي، وطريقة للحصول على إعلانات على اتساع القسم أو المؤسسة تبني اعترافاً بالهندسة الإكلينيكية كجزء من فريق الرعاية الصحية.

ملخص

Summary

لقد نشأ عن تقدم تكنولوجيات الأجهزة الطبية أعداد كبيرة من الأجهزة المعقدة. إن لدى الممرضين والتقنيين الإكلينيكيين والأطباء أدوات أكثر فعالية لرعاية المريض ولكنهم في الوقت نفسه يتحملون أعباء متزايدة من المسؤولية لاستخدام الأجهزة بشكل صحيح.

إن دور شراكة المهندسين الإكلينيكيين ليس أكثر وضوحاً وحاجة إليه في أي مكان منه مع المجموعة الأكبر من العاملين في مجال الرعاية الصحية، أي الممرضات. يبدأ المهندسون الإكلينيكيون والممرضات إدراك مهنة بعضهم مع مزيد من الوضوح والتقدير. تتصور الممرضة المهندس الإكلينيكي كمهني ماهر لديه خبرة في تصميم واستخدام وإدارة الأجهزة الطبية، وتنظر إليه كحليف في ضمان إدخال الأجهزة المناسبة إلى الساحة الإكلينيكية، وأنها محافظ عليها في ظروف آمنة وموثوقة بها على مدى دورات حياتها. تبحث الممرضات عن الدعم التعليمي الذي يقدمه المهندسون الإكلينيكيون ويرحبن به. يفهم المهندسون الإكلينيكيون من جانبهم العمل المتطلب الخاص الذي يستتبعه التمريض، وهم يسعون لدعم هذا الجانب من العمل الذي ينطوي على استخدام التكنولوجيا في تقديم الدعم لرعاية المرضى. إن استطلاعات رضا العملاء فعالة في زيادة إدراك احتياجات التمريض واستجابة المهندسين الإكلينيكيين لتلك الاحتياجات.

يمكن عن طريق تعاون وثيق بين الممرضة والمهندس الإكلينيكي في كثير من جوانب دورة حياة إدارة الأجهزة (مثل التقييم السابق للشراء ومراقبة مابعد التسويق والتدريب) التوصل إلى تحسن كبير في استخدام الأجهزة الطبية وسلامة المريض. إن لجان شراء الأجهزة الرأسمالية وفرق التحقيق في الحوادث والأحداث والبرامج التعليمية هي من بين تلك العناصر في عملية إدارة التكنولوجيا حيث العمل الجماعي بروح الفريق مفيد على نحو خاص.

إن استخدام مؤشرات الأداء مثل "مشاكل متكررة"، و "لم يتم العثور على مشكلة" و "خطأ مستخدم" يمكن أن تساعد المهندس الإكلينيكي في تقييم فعالية التدريب على أجهزة طبية. إن التجول ومراقبة الطرق التي يتم بها

استخدام التكنولوجيا يعطي مزيداً من التبصر في استخدام الأجهزة ويمكّن من تنقيح البرامج التعليمية وجهود الحد من المخاطر.

يجب أن يفهم المديرون أن استثماراً لوقت الهندسة الإكلينيكية في تدريب مستخدمي تكنولوجيات الأجهزة الطبية هو استخدام حكيم للموارد، ويجب أن يعززوا مثل هذه الجهود من خلال سياسات وإجراءات ودعم مالي وإداري كافٍ. يمكن للمهندسين الإكلينيكيين من خلال تدريب المستخدمين ليكونوا كفؤين في الاستخدام الفعال لتلك التكنولوجيات وفي الإبلاغ عن أي مخاطر يتم إدراكها أو حوادث أو مكالمات وثيقة (close calls) مرتبطة باستخدام الأجهزة أن يوسعوا إلى حد كبير قدرتهم على تحسين جودة وكفاءة تقديم الرعاية الصحية.

المراجع

References

American Nurses Association. A Position Paper: Educational Preparation for Nurse Practitioners and Assistants to Nurses. Washington, DC, ANA,1965.

Aston R. Principles of Biomedical Instrumentation and Measurement, Merrill, 1990.

Bauld TJ. Planning, Execution and Evaluation of In-Service Training Programs. Arlington, VA, Association for the Advancement of Medical Instrumentation, 1983.

Berens W. How to Inspire Students Suffering from Information Overload. IIE Transactions 20(1):119–120, 1988.

Camplin CR. Education: Measuring Effectiveness. Plant, Technology & Safety Management Series. Chicago, Joint Commission on Accreditation of Health care Organizations, 1988.

Carr JJ, Brown JM. Introduction to Biomedical Equipment Technology, 3rd Edition. Upper Saddle River, NJ, Prentice Hall, 1998.

Dyro JF. The Changing Legal Implications of Advancing Technology. Proceedings of the AAMI 18th Annual Meeting. May 22–25, 1983.

Dyro JF. Depolarizing Nursing and Biomedical Engineering. Device Techniques 4(1):9–10, 1983.

Dyro JF. Impact of Technology on Biomedical Engineering and Nursing. Arlington, VA, Association for the Advancement of Medical Instrumentation, 1983.

Dyro JF. Educating Equipment Users: A Responsibility of Biomedical Engineering. Plant, Technology & Safety Management Series. Chicago, Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations, 1988.

ECRI. The Transition From Equipment Control to Today's Clinical Engineering Department. Health Technology 3(1):10–19, 1989.

Franklin RK, Landureth L. Tracking Employee Attendance at Safety Programs: A Computerized Approach. Plant, Technology & Safety Management Series. Chicago, Joint Commission on Accreditation of Health care Organizations, 1988.

Harrington D. Technology for hospitals. Med Electronics, 6:60–83, 1983.

Harton HR. Iatrogenic Complications: The Nurse Device User. Proceedings of the AAMI 17th Annual Meeting. Arlington, VA, Association for the Advancement of Medical Instrumentation, 1982.

Laing G. The Impact of Technology on Nursing. Med Instrum 16(5):241–242, 1982.

Lauria MJ, Kintas S, Dyro JF. A Bridge Between BME and the Clinician–The CIS Program. Proceedings of the 39th Annual Conference of Engineering in Medicine and Biology, 28:294.

Lunn RL. Impact of Educational Preparation on Entry into Nursing Practice. Med Instrum 16(5):234–236, 1982.

McConnell EA, Hilbig J. A National Study of Perioperative Nurse Education in Two Technologies. AORN J, 72(2):254–264, 2000.

Notter L, Spalding EK. Professional Nursing: Foundations, Perspectives and Relationships (9th ed). Philadelphia, LB Lippincott, 1976.

Schultz JK. Nursing and Technology. Med Instrum 14(3):211–214, 1980.

Shaffer MJ. Applicability of Personnel Management Concepts to Clinical Engineering Practice. Med Instrum 17(1):34–37, 1983.

Sweeney L. Controlling Technology Costs: How Two Hospitals Save Money by Looking at the Whole Picture. Advances. Palo Alto, CA, Hewlett-Packard. 1992.

Webster JG. Medical Instrumentation: Application and Design, 3rd ed. New York, Wiley, 1998.

Zemaites M. The Development of Critical Care Nursing. Proceedings of the AAMI 17th Annual Meeting. Arlington, VA, Association for the Advancement of Medical Instrumentation, 1982.

٧٧

برامج إعادة التدريب
Retraining Programs

James Gilchriest
Touro College School of Health Sciences
Bay Shore, NY

وصف البرنامج
Program Description

ملخص البرنامج Program Summary

يمنح معهد الهندسة الطبية الحيوية وخدمات إعادة التأهيل (IBMERS) في كلية Touro College في Bay Shore بولاية نيويورك درجة الماجستير في الآداب (MA) في مجال الهندسة الإكلينيكية. يحاول البرنامج على وجه الخصوص إنشاء أبحاث هندسة إكلينيكية كاختصاص مقدم لخدمة ذات توجه بحثي على مستوى الدراسات العليا (graduate level). يستفيد البرنامج من القوى العاملة من خلال البناء على برنامج الشهادة على مستوى الدراسات العليا في الهندسة الإكلينيكية والتكنولوجيا الطبية الحيوية الذي يقدمه المعهد حاليا. يقوم هذا البرنامج حاليا بإعادة تدريب الأشخاص الذين تم تسريحهم من الصناعات الدفاعية والفضائية.

يحتل معهد IBMERS موقعا فريدا لتطوير الهندسة الإكلينيكية كتخصص بقدر ما هو "مستودع تفكير" ("think tank") للهندسة الطبية الحيوية مدفوع بالتكنولوجيا مرتفع الإنتاجية بكتلة حرجة من ٣٤ عالماً ومهندساً متداخلي التخصصات عملوا معاً منذ عام ١٩٨٦م. تضم الخبرة الجماعية مديرين تنفيذيين من قائمة Fortune 500 CEOs ومهندسين أطباء ومهندسين علماء في السلوك ومتخصصين في إعادة التأهيل وعلماء حاسوب وأطباء. يمثل هؤلاء الأشخاص أقسام الـ IBMERS للتخصصات التالية: الهندسة الطبية الحيوية، والسيبرنيتيك العصبي (التحكم العصبي)، وعلم الأعصاب، والعلوم السلوكية، والتكنولوجيا التعليمية والعلوم الحيوية التطبيقية، والعلوم الإنسانية الطبية. يعمل جميع أعضاء هيئة التدريس بشكل جماعي متجاوزين حدود الاختصاص.

تتضمن مجالات التطبيق لتوظيف الخريجين: وظائف هندسة مستشفيات مثل ضمان الجودة ومعايير سلامة الأجهزة ووظيفة إدارة صيانة الأجهزة، وكذلك مراقبة أجهزة داخل عملياتية ودعم وظائف متطورة للغاية مثل التصوير المقطعي بانبعاث البوزيترون (PET)؛ والبيئات الصناعية المتضمنة تصميم المعدات وعمليات التصنيع في البيئات الصيدلانية وبيئات تصنيع الأجهزة، وشؤون القواعد الناظمة من الـ FDA، والتجارب السريرية، واختبار موقع بيتا (beta-site)؛ والتطبيقات الحكومية بما في ذلك وضع السياسات للتكنولوجيا وتقييم المنتجات؛ وبيئات إعادة التأهيل بما في ذلك تصميم تقويم الأعضاء/ الأطراف الاصطناعية والكراسي المتحركة والمعينات المساعدة للمرضى. وهنا يتشاور مرضى أفراد مع مهندس إكلينيكي لإنتاج بيئة أقل تقييدا بالنسبة للمريض الفرد. تضمَّن تجمع الطلاب عددا كبيرا من العاملين في وزارة الدفاع المسرَّحين الذين لديهم أكثر من عشر سنوات من الخبرة والكثيرين من حاملي الشهادات العليا من بينهم. هناك ما يزيد على عشرين ألفاً من هؤلاء الأشخاص في منطقة مدينة نيويورك مما يتيح الفرصة لمعايير قبول انتقائية للغاية.

أعضاء هيئة التدريس The Faculty

إن أعضاء هيئة تدريس البرنامج باحثون نشطون متداخلو التخصصات يوفرون قاعدة معرفية واسعة للطلاب ولديهم خبرة في التخصصات التالية للهندسة الطبية الحيوية: التصوير الطبي، وتدفق الدم في الدماغ، مرض ألزهايمر، والهندسة الوراثية، والطب النووي، والفيزيولوجيا العصبية، ومعالجة المعلومات الإنسانية، والحساب العصبي (neurocomputing) والفيزيولوجيا الكهربية، ونظرية الأنظمة، وعلم النفس العصبي، والهندسة الإكلينيكية، وأنظمة الاتصالات، والفيزياء المغناطيسية وفيزياء الحالةالصلبة، والتشخيص الكهربائي (electrodiagnosis)، والصوتيات، والسيبرنيتيك العصبي (neurocybernetics)، والشبكات العصبية، والأتمتة (automata)، والفيزياء الطبية، والفيزياء العصبية الاستمرارية (continuum neurophysics).

علم النفس العصبي و الاتصالات الحسية

Neuropsychology and Sensory Communication

الخطوط العريضة للمناهج والمقررات الدراسية Curriculum and Course Outlines

يتم تدريب الطلاب في البرنامج على اكتساب فهم للهندسة مطبقة على الطب الحيوي وتقديم الخدمات الصحية كأكمل ما يمكن. يتم تحضيرهم في علم التشريح وعلم وظائف الأعضاء (الفيزيولوجيا) مطبقين على علوم وهندسة الأنظمة؛ وتصميم التجهيزات وسلامة الأجهزة؛ والحساسات والمجسات (المحولات، المبدلات)؛ ومعالجة الإشارات؛ وعلوم المواد، وشؤون القواعد الناظمة (regulatory)؛ وهندسة إعادة التأهيل وعلم نفس العوامل البشرية مطبقاً على الطب الحيوي؛ وعلوم التصوير؛ وأنظمة إدارة المعلومات الصحية؛ والمختبرات الإكلينيكية؛ والأخلاقيات الطبية الحيوية؛ والإحصاء؛ وتصميم البحوث.

يوفر البرنامج للطلاب احتكاكاً مهماً بقانون براءات الاختراع، وبالفحص الطبي الشرعي (forensic)، وبالتصنيع، وبمراقبة مخزون المستشفيات، وبلوائح إدارة الغذاء والدواء (FDA). يصقل الطلاب مهارات إدارة المريض عن طريق الأبحاث والخدمة في المختبرات الإكلينيكية البشرية في المرافق الإكلينيكية للمعهد وكذلك في المختبرات الإكلينيكية للمواقع الميدانية التابعة له. وعلاوة على ذلك يثبت الطلاب قدرتهم على العمل بشكل مستقل في مجال بحثهم المختار وفهرسة المراجع العلمية. إنهم يسهمون إسهاماً أصيلاً ذا أهمية في تقدم المعرفة في ميدانهم التطبيقي المختار على شكل أطروحة.

ينخرط جميع الطلاب خلال السنة الأولى من الدراسات العليا في سلسلة تصميم إحصائي وبحثي متقدمة وكذلك في سلسلة فيزيولوجيا. وهناك أيضا متطلب بحثي للسنة الأولى ببدء الطالب في برنامج نشط للبحوث. كما يجب على الطالب أيضاً التسجيل في سلسلة من المقررات التي تستهدف توفير الاحتكاك بمواضيع وأساليب مختلفة. يجب على الطالب بالإضافة إلى ذلك إثبات كفاءة في مجال رئيسي من الدراسة داخل المعهد. يجب على الطالب قبل قبول ترشيحه لدرجة الماجستير في نهاية السنة الأولى من الدراسة أن يجتاز امتحاناً شاملاً في مجال تركيز ومجالات ذات صلة. يختبر هذا الامتحان تمكّن الطالب في حقل واسع من المعرفة، وليس فقط في مجرد الأعمال الدراسية الرسمية.

يتم تدريس مجموعة متنوعة من الحلقات الدراسية البحثية المتقدمة على أساس منتظم. بعد إتمام الامتحان الشامل ينخرط الطلاب في بحث الأطروحة التي يتم تتويجها بدفاع شفوي.

يتم توفير فرصتين لاجتياز الامتحانات المؤهلة في نهاية الفصلين الدراسيين الثاني والرابع. لا يُسمح لأولئك الذين يرسبون في هذا الفحص أو، لأي سبب آخر، لا يستوفون معايير التقييم للدخول بالاعتبار في الأطروحة بأن يمضوا قدما. يمكن منح الطلاب شهادة متقدمة في الهندسة الإكلينيكية إذا ما استكملوا متطلبات هذا البرنامج. يتم عقد الامتحان الشامل عند الانتهاء من الساعات المعتمدة الـ ٣٣ الأولى.

يتم توفير فرصتين لاجتياز كل من الفحص المؤهل الأول في نهاية الفصل الدراسي ربع السنوي (trimester) الثاني والامتحان الشامل في نهاية الفصل الدراسي ربع السنوي النهائي. لا يُسمح لأولئك الذين يرسبون في الفحص الأول بالمضي قدما.

جدول البرنامج
Program Schedule

يمكن إتمام البرنامج على أساس دوام كامل أو جزئي. يحتاج الطلاب المسجلين بدوام كامل سلسلة من ما لا يقل عن تسع ساعات معتمدة لكل فصل دراسي (semester) للحفاظ على وضعهم كمسجلين بدوام كامل من أجل

كل فصل دراسي ربع سنوي (trimester). يُطلب من الطلاب المتفرغين بدوام كامل والمسجلين في خدمة داخلية (تدريب داخلي) معتمد الالتزام بما لا يقل عن ٢٠ ساعة في الأسبوع لمدة فصلين دراسيين كل منهما مكوّن من ١٥ أسبوعاً. يمكن لطلاب الدوام الجزئي إتمام خبرة تدريبهم الداخلي من خلال إتمام نفس عدد ساعات أولئك الطلبة ذوي الدوام الكامل (أي ما لا يقل عن ٦٠٠ ساعة).

إن جدولة البرنامج هي على مدار العام لمدة عامين وبنسق ثلاثة فصول دراسية. تلتقي الصفوف الدراسية عادة مرة في الأسبوع من أجل الكمية المطلوبة من الوقت وذلك حسب الصف الدراسي. يتم جدولة معظم المقررات في الليل (بعضها في عطلة نهاية الأسبوع) من أجل استيعاب المهنيين الذين لديهم عمل في البرنامج. وفيما يلي عينة من الجدول الدراسي لدرجة الماجستير (.M.A) في الهندسة الإكلينيكية:

الفصل ربع السنوي الأول: First Trimester

رمز المقرر	اسم المقرر	عدد الساعات
IBMB 200:	مقدمة في طرق البحث العلمي والمنهجية	٣
IBMN 500:	فيزيولوجيا الإنسان للمهندسين	٤
IBME 705:	تقديم نصح للأبحاث (Research Advisement)	١
IBME 500:	التجهيزات الطبية الحيوية	١
IBME 510:	تجهيزات طبية حيوية تستند إلى الميكروكمبيوتر	١
IBMI 500:	الأعمال / مهارات الإدارة في الطب الحيوي الأول	٢
مجموع الساعات المعتمدة		١٤

الفصل ربع السنوي الثاني: Second Trimester

رمز المقرر	اسم المقرر	عدد الساعات
IBMB 210:	تحليل متعدد المتغيرات	٣
IBMN 510:	فيزيولوجيا للمهندسين (٢)	٤
IBME 706:	تقديم نصح للأبحاث	١
IBME 540:	سلامة وتصميم الجهاز الطبي	٣
IBMI 510:	مهارات الإدارة/ الأعمال في الطب الحيوي (٢)	٢
مجموع الساعات المعتمدة		١٣

الامتحان المؤهل الأول

الفصل ربع السنوي الثالث: Third Trimester

رمز المقرر	اسم المقرر	عدد الساعات
IBME 550 :	مختبر الهندسة الطبية الحيوية	١
IBMH 500 :	الأخلاقيات الطبية الحيوية	٣
IBME 560 :	الفيزيولوجيا الكهربية وتحليل الإشارات	٣
IBME 710 :	تقديم نصح من أجل الأطروحة	٢
IBME 750 :	تدريب داخلي في الهندسة/ التكنولوجيا الإكلينيكية	٠
مجموع الساعات المعتمدة		٩

الفصل ربع السنوي الرابع: Fourth Trimester

رمز المقرر	اسم المقرر	عدد الساعات
IBME 750 :	دراسة مستقلة	١

واحد من المقررات الثلاث التالية:

رمز المقرر	اسم المقرر	عدد الساعات
IBME 520 :	نظم التصوير الطبي، أو	٣
IBME 530 :	مبادئ التصوير بالرنين المغناطيسي النووي/التحليل الطيفي (In Vivo) أو	٣
IBMC 540 :	معالجة الصور الرقمية	٣

واحد من المقررات التالية:

IBME 610 :	التعرف على الكلام المركب والصوتيات، أو	٣
IMBC 500 :	النماذج الحاسوبية لوظائف الجهاز العصبي، أو	٣
IBMC 510 :	تحليل الحساب/ الأنظمة في الطب الحيوي، أو	٣
	دورة تخصصية في مجال اهتمام بحث الطالب، و	٣
IBME 751 :	تدريب داخلي في الهندسة/ التكنولوجيا الإكلينيكية	٠
IBME 710 :	تقديم نصح من أجل الأطروحة	٢
مجموع الساعات المعتمدة		٩

متطلبات البرنامج والمقررات
Program and Course Requirements

شروط القبول Requirements for Admission

فيما يلي معايير القبول في البرنامج :

- درجة البكالوريا (baccalaureate) في أي تخصص في هندسي من برنامج معتمد من ABET ، أو
- درجة البكالوريا (baccalaureate) في أي تخصص علوم تطبيقية من كلية أو جامعة معتمدة، أو
- درجة من جامعة أجنبية تعتبر معادلة لأي تخصص هندسي طبقاً لتقييمه من قبل خدمة اعتماد مقررات كلية (college-approved credentials service)، مثل المؤسسة الدولية لأبحاث التعليم International Education Research Foundation, Inc.
- تقديم نسخ من الشهادة الجامعية وجميع الأعمال السابقة للتخرج.
- تقديم ثلاث رسائل توصية، واحدة منها يجب أن يكون من شخص الذي سوف يتناول مسألة الإمكانيات البحثية لمقدم الطلب.
- بيان مكتوب بشكل واضح عن الأهداف المهنية وكيفية التخطيط لتحقيقها.
- يجب على المتقدمين إقناع لجنة القبول بأن استعدادهم يشير إلى وجود إمكانية كبيرة لدراسة متقدمة ناجحة ووجود المهارات اللازمة المطلوبة للعمل بشكل مكثف مع مرضى ذوي حاجة ماسة، وذلك بواسطة سجل مناسب للإنجازات فضلاً عن مقابلةأو أكثر.

الأهداف Objectives

يُعِدّ البرنامج مهنيي هندسة إكلينيكية مدرَّبين على نطاق واسع الذي سيكونون كفؤين في مجموعة متنوعة من المواضيع والتطبيقات تتضمن المستشفيات والتصميم الصناعي وإعادة التأهيل والحكومة والصناعة الصيدلانية.

متطلبات البرنامج Program Requirements

المقررات مقسمة إلى خمس مجالات تخصص من أجل حد أدنى من ساعات البرنامج المعتمدة يبلغ مجموعها ٤٥ ؛ هذه المجالات يتم تطويرها تدريجيا على مدى المستويات الخمسة للبرنامج. وفيما يلي تقسيم حسب مجال التخصص للمقررات المطلوبة في البرنامج :

١- طرق ومنهجية البحث.
٢- فيزيولوجيا الأنظمة للمهندسين.
٣- الهندسة الطبية الحيوية والإكلينيكية.
٤- العلوم الإنسانية الطبية.
٥- الاحترافية.

طرق ومنهجية البحث Research Methods and Methodology

العروض مصممة لتعليم مهارات مفيدة في فهم ونقد وتصميم وتنفيذ وتطبيق الأبحاث للمساعدة في حل وفهم مشاكل إكلينيكية. (الحد الأدنى للساعات المعتمدة هو ١٢ ساعة):

IBMB 200 : مقدمة في الإحصاء وتصميم الأبحاث (ثلاث ساعات معتمدة)

IBMB 210 : التحليلات الاستدلالية و متعددة المتغيرات (ثلاث ساعات معتمدة)

IBME 705-706 : تقديم النصح من أجل البحث (ساعة معتمدة لكل واحد)

IBME 710-715 : تقديم النصح من أجل الأطروحة (ساعتان معتمدتان لكل واحد)

فيزيولوجيا الأنظمة للمهندسين Systems Physiology for Engineers

العروض موجهة نحو توفير قاعدة الفكرية صلبة في الفيزيولوجيا البشرية الأساسية والتطبيقية من وجهة نظر الأنظمة والمصممين. المقررات المتاحة هي من قسم العلوم العصبية وهي حاليا جزء من عروض مقررات الـ IBMERS. (الحد الأدنى للساعات المعتمدة هو ثماني ساعات):

IBMN 500 : فيزيولوجيا الإنسان للمهندسين (١) (أربع ساعات معتمدة).

IBMN 510 : فيزيولوجيا الإنسان للمهندسين (٢) (أربع ساعات معتمدة).

الهندسة الطبية الحيوية والإكلينيكية (الحد الأدنى ٢٤ ساعة معتمدة).

Clinical & Biomedical Engineering (Minimum 24 credits)

المقررات التالية مطلوبة (١٨ ساعة معتمدة):

IBME 500 : التجهيزات الطبية الحيوية (ثلاث ساعات معتمدة).

IBME 510 : التجهيزات الطبية الحيوية المستندة إلى ميكروكمبيوتر (ساعة معتمدة).

IBME 540 : سلامة وتصميم الأجهزة الطبية (ثلاث ساعات معتمدة).

IBME 550 : مختبر الهندسة الطبية الحيوية (ساعة معتمدة) .

IBME 510 : التجهيزات الطبية الحيوية المستندة إلى ميكروكمبيوتر (ساعة معتمدة) .

IBMB 200 : مقدمة في الإحصاء وتصميم الأبحاث (ثلاث ساعات معتمدة).

IBME 750-752 : خدمة داخلية (تدريب ميداني) في الهندسة/ التكنولوجيا الإكلينيكية (٠ من الساعات المعتمدة).

IBME 560 : الفيزيولوجيا الكهربائية وتحليل الإشارات (ثلاث ساعات معتمدة).

IBME 580 : ميكانيك المواد في الطب الحيوي (ثلاث ساعات معتمدة).

يجب أن يأخذ الطالب ٣ ساعات معتمدة كحد أدنى من أي من المقررات التالية:

IBME 520 : أنظمة التصوير الطبي (ثلاث ساعات معتمدة).

IBME 530 : مبادئ التصوير بالرنين المغناطيسي النووي/ التحليل الطيفي على الجسم الحي (In Vivo) .

IBMC 540 : معالجة الصور الرقمية (ثلاث ساعات معتمدة) .

يجب أن يأخذ الطلاب أيضا ثلاث ساعات معتمدة كحد أدنى من أي من المقررات التالية :

IBME 600 : الميكانيك الحيوي للحركة والمشي (ثلاث ساعات معتمدة).

IBME 610 : التعرف على الكلام المركّب والصوتيات (ثلاث ساعات معتمدة).

IMBC 500 : نماذج حاسوبية لوظيفة الجهاز العصبي (ثلاث ساعات معتمدة).

IBMC 510 : تحليل الحساب/ الأنظمة في الطب الحيوي (ثلاث ساعات معتمدة) .

أي تخصص في مجال اهتمام بحث الطالب (ثلاث ساعات معتمدة).

العلوم الإنسانية الطبية (ثلاث ساعات معتمدة كحد أدنى) Medical Humanities (Minimum 3 credits)

الطلاب مطالبون بأخذ المقرر التالي :

IBMH 500 : الأخلاقيات الطبية الحيوية (ثلاث ساعات معتمدة).

الاحترافية (من أربع ساعات معتمدة كحد أدنى) Professionalism (Minimum 4 credits)

الطلاب مطالبون بأخذ المقررات التالية :

IBMI 500 : مهارات الأعمال/ الإدارة في الطب الحيوي (١) (ساعتان معتمدتان).

IBMI 510 : مهارات الأعمال/ الإدارة في الطب الحيوي (٢) (ساعتان معتمدتان).

قد يختار الطلاب أخذ المقررات التالية :

IBMI 520 : مقدمة في الفحص الطبي الشرعي (ثلاث ساعات معتمدة).

الامتحان التحريري (الكتابي) الشامل والعرض التقديمي الشفوي للأطروحة

Comprehensive Written Examination and Oral Presentation of Thesis

يُعطى امتحان شامل حول بعض أعمال المقررات الدراسية المأخوذة خلال هذا البرنامج. الفحص الشامل مطلوب من أجل الإتمام الناجح للبرنامج. يتضمن الامتحان الشامل : التشريح والفيزيولوجيا، أساسيات الكهرباء والإلكترونيات، والسلامة في مرافق الرعاية الصحية، وحل مشاكل الأجهزة الطبية. الامتحان مجدول في نهاية الفصل الدراسي ربع السنوي الرابع للطالب في البرنامج. يُمنح الطالب بناء على الإتمام الناجح للمقررات الدراسية والفحص الشامل والأطروحة درجة الماجستير في الهندسة الإكلينيكية والتكنولوجيا الطبية الحيوية.

يتم تدريس مجموعة متنوعة من الحلقات الدراسية البحثية المتقدمة على أساس منتظم. ينخرط الطلاب بناء على إتمامهم للفحص الشامل في بحث الأطروحة التي تُتَوَّج بدفاع شفهي. يتم الدفاع عن عمل قام الطالب بنشره إما لوحده أو مع مرشد هيئة التدريس في المراجع العلمية المحكمة المراجعة من قبل أقران (peer-reviewed indexed).

توصيف المقررات
Course Descriptions

قسم الهندسة الطبية الحيوية Department of Biomedical Engineering

IBME 500 : التجهيزات الطبية الحيوية

يتم تغطية: مصادر وخصائص الاشارات الكهربائية الحيوية، وإلكترودات التسجيل، والمضخمات، ومجسات الضغط الكيميائي والتدفق، وتقنيات المراقبة غير الباضعة (غير الاجتياحية)، والقياس عن بعد. (ثلاث ساعات معتمدة).

IBME 510 : مختبر التجهيزات الطبية الحيوية المستندة إلى ميكروكمبيوتر

يوفر خبرة مختبر عملية في المجسات والتجهيزات الطبية الحيوية الشائعة المستخدمة في التقييم الفيزيولوجي والإكلينيكي (السريري). تغطي التجارب المختبرية: تصميم وبناء الدارات (الدوائر) الإلكترونية، اقتباس ومعالجة الإشارات التماثلية/ الرقمية، مبادئ التصميم العتادي والبرمجي لربط الحساسات الطبية الحيوية إلى الحواسيب الشخصية للأغراض العامة. المتطلب المرافق: IBME 500 : التجهيزات الطبية الحيوية (أو ما يعادلها). (١ ساعة معتمدة).

IBME 520 : أنظمة التصوير الطبي

يقدم لمحة عامة عن فيزياء تحليل التصويرالطبي. تتضمن المواضيع المغطاة: أنابيب الأشعة السينية (أشعة إكس)، والشاشات الفلوروسكوبية، ومعززات الصورة؛ والطب النووي؛ وفوق الصوت؛ والتصوير المقطعي المحوسب؛ والتصوير بالرنين المغناطيسي. يتم وصف جودة التصوير لكل أسلوب رياضياً باستخدام نظرية الأنظمة الخطية وتحويلات فوريه والتلافيف (convolutions). (ثلاث ساعات معتمدة).

IBME 530 : مبادئ التصوير بالرنين المغناطيسي والتحليل الطيفي للجسم الحي

يركز على تطبيقات التصوير بالرنين المغناطيسي النووي بتحويل فوريه (FTNMR) و التحليل الطيفي في مجال الطب والبيولوجيا. تتضمن مواضيع المقررات: مراجعة المفاهيم الفيزيائية الأساسية للرنين المغناطيسي النووي (بما في ذلك معادلات بلوك (Block equations))؛ والجوانب النظرية والتجريبية للـ FTNMR؛ ونظرية التراخي وآليات التراخي في تجهيزات الـ FTNMR لتقنيات التصوير بالـ FTNMR (الطرق النقطية والخطية والمستوية والحجمية)؛ وتحليل الطيف بالرنين المغناطيسي النووي في الجسم الحي (in vivo) (بما في ذلك تقنيات تحديد الموقع الحجمي). المتطلبات المسبقة: التفاضل والتكامل والمعادلات التفاضلية العادية. (ثلاث ساعات معتمدة).

IBME 540 : سلامة وتصميم الأجهزة الطبية

يوفر مدخلاً إلى الهندسة الطبية الحيوية في المستشفى. يتم التشديد على النظرية الأساسية لعمل مجال واسع من الأجهزة الطبية (من منصات التدفئة إلى أجهزة المراقبة (المونيتورات) في وحدة العناية المركزة ووحدات التشخيص بالموجات فوق الصوتية) وأخطار الأجهزة والتقييم.

المتطلبات المرافقة: IBME 550 : مختبر الهندسة الطبية الحيوية ؛ IBNM 510 : الفيزيولوجيا للمهندسين (٢).

(ثلاث ساعات معتمدة)

IBME 550 : مختبر الهندسة الطبية الحيوية

يغطي القياسات الطبية الحيوية: تحليل ومعايرة التجهيزات، والاستجابة الترددية لمصادر الأداة الطبية الحيوية، والحد من الضجيج في تسجيل الكمونات الحيوية. تتضمن أعمال المختبر الحد من الضجيج في مضخمات الكمونات الحيوية الصوت، والدارات (الدوائر)، وتقنيات التخميد في المسجلات الطبية الحيوية.

المتطلبات المرافقة: IBME 540: سلامة وتصميم الأجهزة الطبية ؛ IBNM 510: الفيزيولوجيا للمهندسين (٢).

(ساعة معتمدة).

IBME 560 : الفيزيولوجيا الكهربائية وتحليل الإشارات

يتم تغطية: النظرية العامة للتفكيك (decomposition)، ونظريات تحويل فورييه، وأمثلة على توابع التفرد (singularity functions)، والأطياف الخطية، والعَيِّنَة (أخذ العينات)، والأنظمة الخطية، والمرشحات، والتحليل الطيفي. يتم أيضاً تغطية: العلاقة بين تحويلات لابلاس (Laplace transforms) وتحويلات فورييه (Fourier) وتحويلات هيلبرت (Hilbert)، والخصائص التحليلية للأنظمة القابلة للتحقق. يتم التشديد على التطبيقات على تخطيط كهربية الدماغ (EEG) والكمونات المستثارة (evoked potentials) والكمونات ذات الصلة بحدث (event-related potentials) وتخطيط كهربية القلب (ECG) وتخطيط كهربية العضلات (EMG). المتطلبات المسبقة: IBME 500 : الأجهزة الطبية الحيوية. (ثلاث ساعات معتمدة).

IBME 580 : ميكانيك المواد في الطب الحيوي

يتم دراسة المواد المستخدمة في الأجهزة التي تزرع في الجسم. تتضمن الموضوعات المختارة: مركز القص، والثني غير المتناظر، وحزم التقويس، ونظرية كاستيليانو (Castigliano)، ونظرية الآليات المقوّية مع التركيز على نظرية الانفكاك (dislocation)، والسيراميكيات البدنية (physical ceramics). (ثلاث ساعات معتمدة).

IBME 600 : الميكانيك الحيوي والحركة والمشي

يغطي: متساويات الحركة (isokinetics)، ومحاكاة المشي، والـ CAD/CAM، وعلاقات القوة بالسرعة،

وتقنيات التحليل الميكنيكي الحيوي. يتم استخدام تصوير الحركة المحوسب (Computerized cinematography) وقياس الزوايا الكهربائي (electrogoniometry) وتخطيط العضلات الكهربائي (EMG) وأنظمة McDonnell Douglas B 200. (ثلاث ساعات معتمدة).

IBME 610 : التعرف على الكلام المركّب والصوتيات

يتم معالجة الجوانب العتادية (هاردوير) والبرمجية (سوفت وير) لتركيب الكلام والتعرف. يتم تغطية: تركيب الكلام، والتعرف، وتصميم النظام، والترميز التنبؤي الخطي، وتطبيقات التركيب والتعرف، والصوتيات، والحد من الضجيج. (ثلاث ساعات معتمدة).

IBME 700 : دراسة مستقلة في الهندسة الطبية الحيوية

يتم الاتفاق على هذا الموضوع بين طالب برنامج الهندسة وعضو هيئة تدريس الـ IBMERS. يلزم موافقة مدير الـ IBMERS. (ساعة معتمدة)

IBME 750-752 : خدمة داخلية (تدريب ميداني) في الهندسة الإكلينيكية

يتم تأمين خبرة ميدانية للطالب إما في قسم هندسة بمستشفى، أو في مرفق تشخيصي أو علاجي إكلينيكي مرتكز إلى مستشفى، أو تصميم صناعي طبي حيوي، أو تطبيق هندسي ميداني؛ أو ممارسة في مجموعة خاصة إكلينيكية ذات تركيز تكنولوجي. (٠ من الساعات المعتمدة)

يأخذ الطلاب بالاضافة الى أخذ مقررات في قسم الهندسة الطبية الحيوية مقررات في الأقسام التالية:

- قسم السيبرنيتيك العصبي (Neurocybernetics).
- قسم العلوم العصبية.
- قسم الإنسانيات في الطب.
- قسم العلوم البيولوجية التطبيقية.
- قسم العلوم الحيوية السلوكية (Biobehavioral).
- قسم علوم إعادة التأهيل.

قسم السيبرنيتيك العصبي Department of Neurocybernetics

IBMC 500 : النماذج الحاسوبية لوظيفة الجهاز العصبي

يغطي: الفيزياء العصبية الاستمرارية (continuum neurophysics)، والشبكات الاصطناعية، والنماذج الخطية وغير الخطية، والتشعب الثنائي (bifurcation)، ونظرية الفوضى كوسائل لمحاكاة وظيفة الجهاز العصبي وخلله الوظيفي. (ثلاث ساعات معتمدة)

IBMC 510 : تحليل الحساب والأنظمة في الطب الحيوي

يتم دراسة: الاحتمالات، والتوافقيات (combinatorics)، وعلاقات تكرار الحدوث، وإقامة الحدود المقاربة (asymptotic bounds) في علاقة مع الأنظمة الطبية الحيوية. (ثلاث ساعات معتمدة)

IBMC 540 : معالجة الصور الرقمية

تتم مراجعة المفاهيم الأساسية لمعالجة الصور الرقمية والتحليل والفهم بما في ذلك النمذجة والخوارزميات والمكوّنات العتادية (هارد وير) وبنية النظام. تتضمن الموضوعات النظرية: الحصول على الصورة (العينة) والتوصيف الرياضي والعمليات الخطية على الصور وضغط الصور والتعزيز والترميم ومطابقة وتتبع الصورة واستخلاص المعالم. المواضيع التطبيقية: تصوير CCD ومعايرة الكاميرا. (ثلاث ساعات معتمدة).

قسم العلوم العصبية Department of Neuroscience

IBMN 500 : الفيزيولوجيا للمهندسين (١)

يعرّف الوظائف المطلوبة من الكائنات متعددة الخلايا من أجل المحافظة على الحياة على شكل مبادئ فيزيائية وكيميائية ومبادئ نظام. الموضوعات المغطاة تُعِدّ الطالب لمزيد من العمل المتقدم على نظام عضو خاص. يتم تضمين ما يلي: الانتشار؛ والضغط التناضحي (الأزموزي)؛ وكمون الغشاء؛ والنقل الخلوي؛ وحجيرات سوائل الجسم؛ والدوران؛ والقلب كمضخة، والتنفس، ونقل غازات الدم، وتشكّل البول، والتوازن الحمضي القاعدي. (أربع ساعات معتمدة).

IBMN 510 : الفيزيولوجيا للمهندسين (٢)

يعرّف الوظائف المطلوبة من الكائنات متعددة الخلايا من أجل المحافظة على الحياة على شكل مبادئ فيزيائية وكيميائية ومبادئ نظام. الموضوعات المغطاة تُعِدّ الطالب لمزيد من العمل المتقدم على نظام عضو خاص. يتم القيام بتحليل تفصيلي للأنظمة على الجهاز العصبي وتنظيمه وخصائص التنظيم الذاتي، وأنظمة التغذية الأمامية والتغذية الراجعة، وأنظمة الاسترخاء، وحالات المضطربة (disordered)، ومبادئ نظام الاتصالات، و التفاعلات الحسية الحركية (tonic–sensory). المتطلبات المسبقة: IBMN 510 : الفيزيولوجيا للمهندسين (١). (أربع ساعات معتمدة).

قسم الإنسانيات (العلوم الإنسانية) في الطب Department of Humanities in Medicine

IBMH 500 : الأخلاقيات الطبية الحيوية

يستكشف القضايا الأخلاقية الناجمة عن تطبيق التقدم العلمي والتكنولوجي للحفاظ على الحياة الإنسانية وتدميرها وبرمجتها. تتضمن المواضيع المغطاة: الأخلاقيات في البحوث الطبية؛ والإجهاض؛ والقتل الرحيم؛ وضبط السلوك؛ وتحديد الموارد الطبية وأخلاقيات التفاعل بين المريض والطبيب؛ وأخلاقيات تطبيق التكنولوجيا. (ثلاث ساعات معتمدة).

قسم العلوم البيولوجية التطبيقية Department of Applied Biosciences

IBMI 500 : مهارات الأعمال/ الإدارة في الطب الحيوي (١)

يتألف من محاضرات ومناقشات لمواضيع مهمة لتطوير أعمال التكنولوجيا الطبية الحيوية وتفاعل الممارسين مع الصناعة الطبية الحيوية. تتضمن المواضيع: مفهوم تحديد الهوية وإثبات الصلاحية (validation)، والجوانب التجارية للتكنولوجيا الطبية الحيوية، والتمويل والتسويق وتطوير المنتجات، وممارسات التصنيع الجيدة، وشؤون القواعد الناظمة (regulatory)، وشبكات التوزيع. (ساعتان معتمدتان).

IBMI 510 : مهارات الأعمال/ الإدارة في الطب الحيوي (٢)

توجيه ومشاركة الطلاب في أوضاع (setting) تفاعلية. تطبيق عملي وتنمية المهارات في الاتصال الشفهي والكتابي المطلوبة في الأعمال التجارية والإدارة في الصناعة الطبية الحيوية/ صناعة المستشفيات. تتضمن المواضيع: التواصل بين الأشخاص، والمبيعات، والعروض التقديمية الرسمية وغير الرسمية للتكنولوجيا، والعلاقات بين الأقسام، والعلاقات العامة، والدعاية، والمراسلات، وتخطيط الميزانية والأعمال التجارية. (ساعتان معتمدتان).

IBMI 520 : مقدمة في الفحص الطبي الشرعي

مسح لتطبيقات الهندسة الإكلينيكية والعلم السلوكي الحيوي (biobehavioral) وعلوم الأعصاب والميكانيك الحيوي في الفحص الطبي الشرعي. تضمن الموضوعات: طبيعة وتحليل إصابات الانزلاق والوقوع، وإدارة الألم، وتصميم المنتج والمسؤولية القانونية، وتقدير العجز، وتحليل وظيفة العمل المتبقية بعد الإصابة، و إعادة بناء الحوادث، وعملية الإدلاء بشهادة أمام محكمة. (ثلاث ساعات معتمدة).

قسم العلوم السلوكية الحيوية Department of Biobehavioral Science

IBMB 200 : مقدمة في طرق البحث العلمي والمنهجية

ثلاث ساعات من المحاضرات وساعتي مختبر مرة واحدة في الأسبوع. يقدم المقرر الإحصائيات الوصفية والاستنتاجية وأدوارها في الممارسة الإكلينيكية (السريرية) والتقنية وفي التقييم. يتضمن المقرر المواضيع: الارتباط (correlation)، والنكوص (regression)، واختبار تي (t-test) وتشي مربع (Chi square) وأنوفا (ANOVA)، والطرق غير البارامترية (nonparametric)، وتقدير حجم العينة، والاحتمالية. كما يتضمن أيضاً مواضيع في التصميم التجريبي وتحليل الارتباط بما في ذلك الارتباط المتعدد والنكوص المتعدد، والعلاقات الخطية المنحنية (curvilinear)، والبيانات المفقودة، والتفاعلات، و ANOVA وتعميمها، والنكوص اللوجيستي، وتصاميم عاملية (factoria)l معقدة مختارة، والمقارنات التعددية، والتحليلات الفوقية (meta-analyses)؛ والنماذج السببية، وتقدير البناء، واختبار النماذج السببية من أجل البيانات الترابطية (correlational data). يتم إيلاء اهتمام خاص للنماذج بمتغيرات غير مراقبة. (ثلاث ساعات معتمدة).

IBMB 210 : التحليل متعدد المتغيرات

المفاهيم العلمية، ونظرية المصفوفة، وتقنيات الحاسوب لتحليلات متعددة المتغيرات للبحوث الإكلينيكية والتقييم. تتضمن المواضيع: تحاليل الصندوق والعامل (cluster and factor analyses)، والنكوص المتعدد، والتوابع المميِّزة (discriminant functions). يتم التأكيد على البحوث والتكنولوجيا الإكلينيكية أكثر من النظرية الرياضية. المتطلب المسبق : IBMB 200. (ثلاث ساعات معتمدة).

أعمال المقررات
Coursework

مراجع البرنامج Program Literature

تأتي غالبية المراجع في برامج درجة الماجستير في الهندسة الإكلينيكية على شكل منشورات (handouts). تأتي المناشير من مجموعة متنوعة من المصادر التي تشمل الكتب المقررة والمجلات العلمية وأدبيات المنتج والمطبوعات الحكومية ومجلات الصناعة والإنترنت ، واللقاءات الاجتماعية والرسائل الإخبارية. وفي حين أن معظم المقررات تتضمن منشورات فإن الصفوف التي تستخدم معظم مواد المنشورات تشمل IBME 510 : التجهيزات الطبية الحيوية المستندة إلى ميكروكمبيوتر؛ IBMH 500 : الأخلاقيات الطبية الحيوية؛ IBMI 500 و IBMI 510 : مهارات الأعمال/ الإدارة في الطب الحيوي (١) و(٢)؛ IBME 540 : سلامة وتصميم الأجهزة الطبية، ؛ IBMB 200 : مقدمة في طرق البحث والمنهجية؛ IBME 500 : التجهيزات الطبية الحيوية؛ IBME 550 : مختبر الهندسة الطبية الحيوية؛ IBME 580 : ميكانيك المواد في الطب الحيوي؛ IBMB 210 : التحليل متعدد المتغيرات؛ وIBMI 520 : مقدمة في الفحص الطبي الشرعي.

وفيما يلي عينة من بعض الكتب المقررة المطلوبة لبرنامج درجة الماجستير في الهندسة الإكلينيكية:

المؤلف	عنوان الكتاب	ملاحظات
Bronzino JD, editor	The Biomedical Engineering Handbook	يستخدم في كل البرنامج كمرجع عام أو للتحقيق في مجال معين في التخصص الطبي الحيوي. تعتمد الدروس والمشاريع والواجبات في غالبية مقررات البرنامج اعتمادا كبيرا عليه من أجل مواد المراجع والمصادر.
Curry TS, Dowdey JE, Murry RC	Christen's Physics of Diagnostic Radiology, 4th Edition.	يستخدم هذا المرجع الدراسي لعدد من المقررات ولكن بشكل رئيسي للمقرر IBME 520 : أنظمة التصوير الطبي.
Webster JG, editor	Medical Instrumentation Application and Design, 2nd Edition	يستخدم هذا الكتاب في المقام الأول للمقررات IBME 500 : التجهيزات الطبية الحيوية؛ و IBME 540 : سلامة وتصميم الأجهزة الطبية؛ و IBME 560 : تحليل الإشارات الفيزيولوجية الكهربية.

المؤلف	عنوان الكتاب	ملاحظات
Guyton CA and Hall JE.	Textbook of Medical Physiology, 9th edition	يستخدم هذا الكتاب بشكل رئيسي للمقررين IBMN 500 و IBMN 510: فيزيولوجيا الإنسان للمهندسين (١) و(٢).
Tompkins WJ, editor	Biomedical Digital Signal Processing	يستخدم هذا الكتاب للمقرر IBMC 540 : معالجة الصور الرقمية.
Nordin M and Frankel VH	Basic Biomechanics of the Musculoskeletal System, 2nd edition.	يستخدم هذا الكتاب في المقرر IBME 600 : الميكانيك الحيوي والحركة والمشي.

معدات وبرمجيات الحاسوب Computer Hardware and Software

توفر كلية Touro College مختبر حاسوب لجميع الطلاب. يتم استخدام تطبيقات برمجية حاسوبية للمقررات التالية. IBME 510 : التجهيزات الطبية الحيوية المستندة إلى ميكروكمبيوتر، ويستخدم معدات وبرمجيات Dataq لاكتساب البيانات؛ IBMC 540 : معالجة الصور الرقمية، ويستخدم البرامج التي تأتي مع الكتاب المقرر؛ IBMB 200 : مقدمة في طرق البحث والمنهجية وIBMB 210 : التحليل متعدد المتغيرات، كلاهما يستخدم البرنامج الإحصائي Systat و C++ وتتم مراجعة برنامج Visual Basic. تتطلب جميع المقررات أن يتم القيام بالعمل على حاسوب باستخدام برامج معالجة كلمات، وبرامج جداول البيانات، وبرامج العروض التقديمية، واستخدام الانترنت للبحث عن المراجع والمواضيع.

دروس الصف والمشاريع Class Lessons and Projects

تأتي معظم مقررات المحاضرات بصفة عامة بشكل محاضرات وكتب مقررة ومنشورات ومناقشات في الصف وواجبات ومشاريع صفية. المقررات المختبرية عملية. بالنسبة للدورات IBME 500 : التجهيزات الطبية الحيوية؛ وIBMI 520 : مقدمة في الفحص الطبي الشرعي؛ وIBME 550 : مختبر الهندسة الطبية الحيوية، فإن المدرب يجلب العديد من الأجهزة الطبية للفحص والتقييم. يتم تشغيل الأجهزة الطبية على أجهزة محاكاة. من بين تلك الأجهزة المستخدمة في المختبرات: مزيلات الرجفان وحدات الجراحة الكهربائية والحاضنات والكراسي المتحركة ومقاييس التأسج النبضية (أوكسيمتر) وأجهزة مراقبة معدل ضربات القلب والتنفس والمناظير ، والمزروعات العظمية

تأخذ المشاريع الصفية شكل التدريب العملي على تشغيل الأجهزة الطبية والعروض التقديمية الشفوية والمشاريع المكتوبة. جميع المشاريع والتقارير الخطية ذات توجه نحو تطبيقات "العالم الحقيقي" وتتطلب بحثاً في المراجع العلمية والصناعية والحصول على مراجع المنتج وأحيانا عينات من المنتج. بالإضافة إلى ذلك، الزيارات الميدانية المتعددة لموقع المستشفى واللقاءات الاجتماعية والمتحدثين الضيوف كلها تساعد في تعريف الطلاب على "العالم الحقيقي" خارج الفصل الدراسي.

الوضع الحالي للبرنامج Present Program Status

تم كتابة الأطروحات التالية من قبل الطلاب الذين تم منحهم درجة الماجستير في الهندسة الإكلينيكية :

Robert C. Counts Sr., "A comparative study of an annual quality control report as it relates to computer aided tomography vs. digital fluoroscopy," November 2000.

James A. Gilchriest, "Orthokinetic sensor cuff for the precision measurement of hand flexion; proof of concept study," June 2001.

Masha Lorenz, "The effect of the accessibility of recent data through the Internet on the time an article is accepted for publication in scientific journals," July 2001.

William McConlogue, "Proof of theory, new methods for high speed sorting of solid oral dosage forms by weight," December 2002.

البرامج التالية هي المعروضة حاليا في كلية Touro College :

الهندسة الإكلينيكية والتكنولوجيا الطبية الحيوية في كلية Touro College مدرسة العلوم الصحية.

برامج الشهادات :

- فني أجهزة طبية حيوية (شهادة جامعية).
- الهندسية الإكلينيكية (دراسات عليا).

برامج الدرجات :

- ماجستير في الهندسة الإكلينيكية والتكنولوجيا الطبية الحيوية :
- المسار ١ : الهندسة الإكلينيكية - الدرجة الممنوحة : ماجستير في الهندسة الإكلينيكية والتكنولوجيا الطبية الحيوية.
- المسار ٢ : التكنولوجيا الحيوية وهندسة العمليات الحيوية - الدرجة الممنوحة : ماجستير في الهندسة الإكلينيكية والتكنولوجيا الطبية الحيوية (مسار هندسة العمليات الحيوية).

٧٨

الطريقة التقنية- الحيوية- النفسية- الاجتماعية- الطبية للرعاية الصحية

Techno- Bio- Psycho- Socio- Medical Approach to Health Care

T. G. Krishnamurthy
Chairman, Paramedical Discipline Board, CEP- AICTE, UVCE Campus
Bangalore, India

ممارسات الهندسة الإكلينيكية في الدول النامية

Clinical Engineering Practices in Developing Nations

إنها حقيقة معروفة عالمياً أن ثلثي سكان العالم يعيشون في الدول النامية وتحت النامية. إن مستوى الثراء في هذه الدول هو نحو ١٥ ٪. حوالي ٨٠ ٪ يعيشون في المناطق شبه الحضرية والمناطق الريفية. تؤثر العوامل (البارامترات) الاجتماعية - الاقتصادية والتقليدية والثقافية على الجوانب الوقائية والتشخيصية والعلاجية للرعاية الطبية/ إعادة التأهيل إلى حد كبير. من الضروري وضع الإستراتيجيات في خطة واقعية ومحددة زمنيا وذات جدوى وعلى أساس الحاجة. الأمثل يبدو أن تحسين القوى العاملة (المدربة وغير المدربة) والموارد المادية المعقولة والأموال المحدودة جداً حتمي وأساسي.

يكمن التحدي في مركز متكامل متعدد التخصصات ينطوي على أسلوب فريق عمل تقنية - حيوية - نفسية - اجتماعية - طبية (Taylor, 1994). تختلف احتياجات المناطق الحضرية وشبه الحضرية والريفية اختلافاً كبيرا فيما يتعلق بالجوانب الصحية الوقائية. يحصل المرء على لمحة عن ضخامة المهمة فقط عندما يزور فعلاً المناطق الريفية والمناطق شبه الحضرية بعيداً عن الأحياء الفقيرة والمساكن في المناطق الحضرية. إن تعليم وتدريب مستويات مختلفة من الموظفين الطبيين وشبه الطبيين وغير الطبيين المشاركين في برامج الرعاية الطبية/ إعادة التأهيل هي مهمة رائعة. إن فحص واعتماد والموافقة على مستويات مختلفة من المراكز هي مهام معقدة. يجب أن يكون لدى السلطات المعنية تصور واضح عن متطلبات البنية التحتية الأساسية اللازمة لإنشاء هذه المراكز.

ليس من الصعب التنظيم والتقييس والاعتماد عند مستويات أعلى وتحديداً خريجي درجة الدكتوراه والماجستير ومستويات الدبلوم. إلا أنه في هذه الدول النامية وتحت النامية فإن إمكانية الموارد البشرية للأقل ثراء والذين يشكلون ٨٠ ٪ من السكان تشكل تحديا لأولئك الذين يوفرون القيادة في مجالات متكاملة متعددة التخصصات مثل الهندسة الإكلينيكية وهندسة إعادة التأهيل وتكنولوجيا الرعاية الصحية ورعاية إعادة التأهيل (HRC) والتعليم شبه الطبي. لا يستطيع كثير من الفتيان الأذكياء والفتيات الذكيات في سن المراهقة الذين يعيشون في المناطق الريفية والمناطق شبه الحضرية بعد ١٠ أو ٢+١٠ من السنوات الدراسية الهجرة إلى المدن والبلدات للدراسة في بيوت الشباب ومواصلة التعليم. إن العديد منهم لديهم مقدرة على التعلم وهم أذكياء. لقد تم تحديد مستويات وأنواع مختلفة من الموظفين شبه الطبيين اللازمين. وبعضهم يمكن وضعه في المناطق شبه الحضرية والمناطق الريفية لمصلحة الإنسانية والمجتمع. لقد بذلت في العقد الماضي محاولات لتنظيم جوانب التعليم - التدريب لهذا الكادر بطريقة مخطَّطَة عن طريق تنظيم بنود مثل المناهج الدراسية ومدة الدراسة وهيكلية الرسوم.

الحاجة إلى تعليم وتدريب تكنولوجيا العلوم الصحية

The Need for Health Sciences Technology Education and Training

- يجب تطوير إمكانية الموارد البشرية على أساس الاحتياجات في المناطق الحضرية وشبه الحضرية والمناطق الريفية.
- يجب أن يحصل الأطفال الموهوبين ولكن المتخلفين اجتماعياً واقتصادياً بعد ١٠ أو ٢+١٠ من السنوات الدراسية على فرصة لتعزيز وتسخير طاقاتهم استناداً إلى جدارتهم.
- لقد أصبح إلزامياً في جميع الدول الديمقراطية أن يتم توفير التعليم والتدريب بتكاليف معقولة.
- من المرغوب فيه إلى حد كبير تحديد مواقع هذه المراكز في المناطق شبه الحضرية والمناطق الريفية حسب جدواه.
- باعتبار الـ ١٠- ١٥ ٪ الأثرياء فإن تعليم الهندسة الطبية ليس في متناول الغالبية من الشباب الموهوبين. وحتى مقاعد الجدارة فإنه لا يمكن الوصول إليها في ضوء تصاعد الرسوم.
- مقاعد الرسوم/ الإدارة في الهندسة والطب والتمريض والصيدلة والأسنان هي حصرياً تقريبا للأغنياء جدا.
- بالنظر إلى الوضع المحزن والمثير للشفقة بعد أكثر من ٥٠ عاماً على استقلال الهند فإنه يجب أن تُطوَّر إستراتيجيات لتحسين قاعدة المعارف وإمكانية التوظيف لأولئك الذين هم أقل حظا.
- إن تعليم وتدريب تكنولوجيا العلوم الصحية عند المستوى الجامعي (graduate level) (٦ فصول دراسية + فصلين تدريب) على النحو الذي بدأه معهد Sri Ramachandra Medical College and Research Institute (SRMC & RI) في Chennai يمكن أن يكون نموذجا لبرامج مماثلة في مؤسسات طبية مختارة في جميع أنحاء الدولة. إن مثل هذه الدراسة هي في متناول البعض في الفئة ذات الدخل المتوسط.

دور مراكز الهندسة الإكلينيكية Role of Clinical Engineering Centers

تشترك مراكز الهندسة الإكلينيكية في جميع أنحاء البلاد في الأهداف المذكورة فيما يلي :

- تدريب مستويات مختلفة من العاملين على تشغيل وصيانة وإصلاح جميع أنواع أجهزة المستشفيات.
- تشجيع الابتكار والشروع في تصميم وتصنيع أجهزة تشخيصية وعلاجية وحيوية تحليلية وأجهزة ومعدات إعادة تأهيل بسيطة الاستخدام.
- تنوير وتثقيف العاملين المعنيين الطبيين وشبه الطبيين وغير الطبيين حول أنظمة طبية مختلفة وتقنيات.
- المبادرة بخطوات علمية مخطط لها لتحسين الاستفادة من القوى العاملة باستخدام أحدث تقنيات الإدارة.
- تعزيز التفاعل الوثيق بين التخصصي بين العاملين الإكلينيكيين والطبيين الحيويين وشبه الطبيين وغير الطبيين عن طريق حلقات بحثية دورية ودورات قصيرة الأجل في مجالات إكلينيكية مختلفة.
- الحفاظ على علاقات وثيقة وتفاعل القوي مع شعبة الهندسة الإكلينيكية التابعة للاتحاد الدولي للهندسة الطبية والحيوية (CED IFMBE).
- بدء وإدخال مفاهيم تخطيط وتنسيق وإدارة تكنولوجيا الرعاية الصحية ورعاية إعادة التأهيل ومحاولة تطبيقها على جميع مستويات المستشفيات والمؤسسات الطبية الخاضعة لوكالات حكومية وطوعية.
- إنشاء البرنامج الوطني لترخيص الهندسة الإكلينيكية بالتعاون مع مجلس عموم الهند للتعليم الفني – برنامج التعليم المستمر (AICTE- CEP) في بنغالور.
- تخطيط وتنظيم برامج توعية في مراكز مختلفة في جميع أنحاء البلاد بالتعاون مع الكوادر المحلية الطبية وشبه الطبية وغير الطبية تحت إشراف متخصصين طبيين حيويين برعاية مشتركة من الـ AICTE- CEP ومركز الهندسة الإكلينيكية (CEC) في بنغالور.
- تعزيز المشاريع المشتركة مع بلدان العالم الأخرى في مجالات الهندسة الإكلينيكية وهندسة إعادة التأهيل ورعاية الزملاء الشبان لتحديث معارفهم.
- تعزيز الاستخدام الأوسع لمجال عريض من التقنيات العلاجية المفيدة التي ثبتت فعاليتها السريرية.
- المساعدة في إقامة مراكز علاج متكامل ذات جدوى واقتصادية وقابلة للحياة في المناطق الريفية وشبه الحضرية تابعة لوكالات حكومية وطوعية.
- المساعدة في تحسين جودة الرعاية على جميع المستويات باستخدام أحدث التطورات المتعددة التخصصات وذلك بالتعاون مع سلطات الرعاية الطبية في الولايات.

إدارة التكنولوجيا في أنظمة تقديم الرعاية الصحية

Technology Management in Health Care Delivery Systems

إن تخطيطاً تكاملياً ديناميكياً مبتكراً متعددة التخصصات وتنسيقاً وإدارة ومنهجية إدارية كلها أمور ضرورية من أجل إدارة أنظمة تقديم الرعاية الصحية بطريقة فعالة من حيث التكلفة في المناطق الحضرية وشبه الحضرية والمناطق الريفية. إن تحسين جودة رعاية إعادة التأهيل الطبية لـ ١٠٢٠ مليون شخص مع ١٠٠ مليون معوق و ٥٠ مليون مسن على طول خطوط مبنية على أساس الحاجة وحساسة للوقت وواقعية ومجدية يشكل تحدياً هائلاً تقنياً- حيوياً- نفسياً- اجتماعياً- طبياً لجميع أولئك الملتزمين حقا (انظر الجدول رقم ٧٨,١).

الجدول رقم (٧٨,١). بيانات رعاية إعادة التأهيل الصحي للهند.

عدد السكان:	١٠٢٠ مليوناً	مستشفيات على مستوى المقاطعات (١٥٠- ٣٠٠ سرير):	٥٥٠
المعوقون:	١٠٠ مليون	مستشفيات ريفية/مراكز صحية مجتمعية (٣٠- ١٠٠ سرير):	٢٥٠٠
المسنون:	٥٠ مليوناً	مراكز صحية أولية (سرير ٥- ١٠):	٣٠٠٠٠
كليات طبية (مستشفيات مرفقة بـ ٥٠٠- ١٠٠٠ سرير):	١٧٥	مراكز صحة مجتمع فرعية:	١٥٠٠٠٠
مستشفيات كبرى (٥٠٠ حتى ٢٠٠٠ سرير):	١٥٠٠	نسبة الأسرة إلى عدد السكان:	١:١٣٠٠
مراكز إحالة ذات امتياز سريري (١٠٠- ٥٠٠ سرير):	٢٠٠	إجمالي عدد أسرة المستشفيات:	٨٠٠٠٠٠
مؤسسات طبية متخصصة:	١٠٠		

ومن الواضح أنه في بلد فريد متعددة اللغات والأديان مثل الهند فإن الأمر يتطلب تفاعلاً وثيقاً جداً بين المتخصصين من مختلف التخصصات في ميادين الطب والهندسة والعلوم والتكنولوجيا. يجب تقييم الاحتياجات الفعلية في المناطق الحضرية وشبه الحضرية والمناطق الريفية اعتمادا على الوضع المحلي. يجب أخذ طائفة واسعة من المعاملات (البارامترات) بالاعتبار من أجل تحقيق الاستخدام الأمثل للتجمع الكبير للقوى البشرية والموارد المادية المعقولة والتمويل المحدود. يجب أن تؤخذ بالاعتبار الجوانب الإنسانية والأخلاقية الطبية أثناء التعود على التقنيات المؤتمتة وشبه المؤتمتة. يجب مكاملة الإنسانية والتفاؤل مع الفعل. هناك حاجة ملحة لتقييم الإمكانية التشخيصية الإكلينيكية والعلاجية بطريقة علمية مخططة لأنظمة طبية مختلفة ومجموعة واسعة من التقنيات. وكجزء من برامج التعليم الطبي المستمر (CME) فإن ورش عمل التوعية والتدريب والتعليم قصيرة وطويلة الأجل والدورات التنشيطية يجب أن يتم التخطيط لها وتنظيمها في كليات طبية ومستشفيات (من مستوى مقاطعة (district) فما فوق) ومراكز الامتياز الإكلينيكي. يجب أن يكون الكادر الطبي وشبه الطبي وغير الطبي بمختلف مستوياته عرضة لهذه البرامج من أجل تحديث قاعدته المعرفية وتحسين فرصه الوظيفية. لا تستطيع الأموال وحدها أبداً أن تحسّن جودة أنظمة تقديم الرعاية الصحية. التفاني والالتزام إلى جانب التفاؤل والإنسانية هي المتطلبات المسبقة الأساسية الجوهرية لتحسين جودة الرعاية الصحية على مختلف المستويات. يتم في الجدول رقم (٧٨,٢) تحديد بعض مجالات المواضيع. تستحق هذه المواضيع الأخذ بالاعتبار لمكاملتها في برامج التوعية/ التدريب.

الجدول رقم (٧٨,٢). مواضيع إدارة تكنولوجيا الرعاية الصحية.

تطوير أنظمة تقديم الرعاية الصحية	الخدمات الهندسية الأساسية للمستشفى	إدارة مركز الرضوض
جوانب الصيانةالوقائية والتنبؤية والعلاجية	النظافة والطهارة الأساسية	الحاسوب في الطب
أنظمة الاتصالات في المستشفيات	إدارة إعادة تأهيل المسنين والمعوقين	اليوغا والمعالجة بالطبيعة والتأمل
مراقبة جودة الهواء والماء	إدارة الهندسة البشرية	أنظمة الرعاية السنية
أنظمة تقنيات التصوير	الإدارة الكلية للأنظمة	إدارة نفايات المستشفى والتخلص منها
إدارة تقنيات زرع الأعضاء	إدارة أنظمة تقديم الرعاية الصحية	إدارة الموارد البشرية
تأثير الانترنت والوسائط المتعددة	السلامة و التقييس والمعايرة	الوقاية من العدوى
أسلوب العلاج المتكامل	إدارة مناطق الرعاية الحرجة	جوانب الحركة والنقل وسهولة الوصول
إدارة ومراجعة الطاقة	بنك الدم وخدمات المختبرات الإكلينيكية	زرع عدسة داخل العين

إن الأجهزة والأنظمة المدرجة في الجدول رقم (٧٨,٣) تتضمن أجهزة وأنظمة منخفضة ومتوسطة وعالية التكلفة ومنخفضة ومتوسطة وعالية التقنية مستخدمة في الأعمال اليومية في جميع مستويات المستشفيات (أي من مراكز الرعاية الصحية الأولية إلى مراكز الامتياز السريري). الجدول أعلاه يستبعد الأنظمة عالية التكلفة والتقنية المستخدمة في البحث والتطوير الطبي.

الجدول رقم (٧٨,٣). الأجهزة والنظم المستخدمة في المستشفيات بشكل روتيني للتشخيص الطبي والتحليل والعلاج.

تشخيص:	**تحليل حيوي:**	**علاج:**	**أغراض عامة:**
أجهزة تخطيط كهربية القلب	ميكروسكوبات	منظم نبضات القلب	السلسلة الباردة
أجهزة تخطيط كهربية العضلات	وأجهزة الطرد المركزي	مزيلات الرجفان	ثلاجات
أجهزة تخطيط كهربية الدماغ	أجهزة تعقيم بالبحار (أوتوكلاف)	أجهزة تنفس	معقمات
أجهزة قياس السمع	حاضنات	قلب ورئة اصطناعيين	دفايات
وحدات أشعة سينية	أجهزة قياس السعرات الحرارية	أجهزة إنعاش	وحدات التكييف
تصوير بفوق الصوت	جهاز قياس ضوء لهبي	منبهات	نظم اتصالات المستشفى
المقطعي المحوسب	جهاز قياس ضوء طيفي	وحدات أشعة	أنظمة طاقة غير منقطعة (UPS)
التصوير بالرنين المغناطيسي	جهاز قياس درجة الحموضة	الكوبالت العلاج وحدة	نظام RP
مقياس ضغط الدم	الرحلان الكهربائي	مسرّع خطي	طوارئ
المسماع (سماعة الطبيب)	كروماتوغراف	العلاج الطبيعي	مولدات
وحدة العناية المركزة	محللات الغازات	وحدات غسيل الكلى	عام و OT
وحدة العناية القلبية الحرجة	الأفران	السمع	إضاءة
اختبار كشف الكذب	جودة المياه	تصحيح الكلام	مراوح
مجسات	أجهزة تحليل	أجهزة	حواسيب
مسجلات	أجهزة تحليل ذاتي	مزدرعات تقويم وتعويض	
الدوائر التلفزيونية المغلقة	معالجات أنسجة	عدسات داخل العين	
مختبر قشطرة	السلامة الإشعاعية	جهاز التخدير	
القياس الحيوي	الإعداد	النظائر المشعة	
المناظير	الزجاجيات	العلاج السلوكي	
TO محوسب	كواشف	تخدير كهربائي (Electronarcosis)	
أنظمة تشخيصية	نظم بنوك الدم	وحدات نظام الجر	
		مساعدات وتجهيزات إعادة التأهيل.	

تحسين الاستفادة من الأجهزة Optimizing Equipment Utilization

تتطلب الاستفادة المثلى من الأجهزة الطبية فهماً لمبادئ عملها والحالة الطبية التي يتم تشخيصها أو علاجها. يعدد الجدول رقم (٧٨,٤) الموضوعات التي يتم تغطيها في مقرر "تحسين الاستفادة من الأجهزة في المؤسسات الطبية".

الجدول رقم (٧٨,٤). تحسين الاستفادة من الأجهزة في محتوى مقرر المؤسسات الطبية.

أساسيات التشريح الطب السريري	تقنيات الأورام	تكنولوجيا رعاية إعادة التأهيل الصحية
أساسيات الفيزيولوجيا الطبية السريرية	تقنيات أذن وحنجرة	نظرة عامة على الهندسة الإكلينيكية
أساسيات الكيمياء الحيوية الطبية السريرية	تعويضية- تقويمية	التخلص المؤسسي من النفايات
التشخيصات الطبية	المواد الحيوية والمجسات الحيوية	إدارة الطاقة المؤسسية
تقنيات حيوية تحليلية (مثل بنك الدم)	جوانب الصيانة	التبريد وتكييف الهواء
العلاجات الطبية	جوانب السلامة	إدارة أنظمة الاتصالات المؤسسية
التقنيات القلبية	جوانب التقييس/ المعايرة	تخطيط غرف العمليات
التقنيات العصبية	التقنيات التخديرية	
تقنيات كلوية	تقنيات التصوير	

تعليم وتدريب الكادر شبه الطبي
Paramedical Education and Training

نظرة عامة على مراكز برامج الشهادات Overview of Centers of Certificate Programs

١- متطلب برامج شهادة السنة الواحدة هو الاجتياز في ١٠أو ١٠+٢ لمن لديهم استعداد.

٢- الدراسات الطبية والهندسية وطب الأسنان والتمريض والصيدلة والعلاج الطبيعي ليست في استطاعة الغالبية.

٣- إمكانية تطوير الموارد البشرية تمثل تحدياً لجميع أولئك المشاركين في هذه المهمة الهامة.

٤- لقد تم تنظيم وتقييس جوانب الفحص والموافقة والاعتماد للمستويات العليا وتحديداً درجات الدكتوراه والماجستير والدبلوما.

٥- يشكل كادر المساعدين الإكلينيكيين/ فنيي الرعاية الصحية الخط الثاني لمساعدة أولئك مثل الممرضات المدرَّبات والمعالجين الفيزيائيين وفنيي تخطيط القلب وفنيي الأشعة.

٦- هذا الكادر هو المقصود من أجل أولئك الطلاب الأذكياء ويبدون استعداداً ولكنهم ليسوا من الثراء بما يكفي للانخراط في دراسات ذات مستوى أعلى.

٧- إن تطوير هذه الكادر يرتد على تحسين جودة الرعاية الطبية/ إعادة التأهيل ككل، خصوصاً في المناطق شبه الحضرية والمناطق الريفية، مما يجعله فعالاً من حيث التكلفة ويمكن الوصول إليه من قبل الملايين غير الثرية.

٨- هناك حاجة إلى حد أدنى معين من البنية التحتية في شكل فصول دراسية ومكتبات ومختبرات وكادر فني (بدوام كامل وبدوام جزئي). يمكن أن تكون هذه المراكز متدرجة اعتماداً على عوامل مثل الموقع ومرافق التدريب.

٩- هناك حوالي ٦٠ من أصل ١٢٥ مركزاً تقع في كيرالا حيث قاد المبشرون التعليم شبه الطبي في آسيا. بعضهم عمل للعقدين أو الثلاثة الماضية. معظم أولئك المدرَّبين موظفون حاليا في جميع أنحاء العالم.

١٠- يحتاج أي مركز جديد إلى فترة ٣ – ٥ سنوات على الأقل للتغلب على الصعوبات الأولية وأعناق الزجاجات (الاختناقات) والمعوقات والحواجز والعقبات من أجل بقائه وتطويره في النهاية.

١١- هناك حاجة ملحة لتنظيم وتقييس المدة والمناهج الدراسية وهيكلة الرسوم ونمط الكادر ومرافق المختبرات. وهكذا ففي إطار الـ AICTE- CEP في وزارة تنمية الموارد البشرية، ينبغي أن يُقام مجلس لشبه الطبيين في الهند على غرار مجلس التمريض ومجلس الصيدلة ومجلس طب الأسنان ومجلس إعادة التأهيل والمجلس الطبي لضمان جودة التعليم والتدريب.

١٢- يمكن تحقيق الهدف المزدوج المتمثل في تحسين قاعدة المعرفة وتعزيز إمكانية التوظيف بالنسبة لجميع أولئك الزملاء الشباب الذين ليس بمقدورهم تحمل نفقات مستويات أعلى من التعليم.

الطريقة متعددة التخصصات Interdisciplinary Approach

تنطوي المجالات متعددة التخصصات على تكامل وثيق لمجال واسع من التخصصات المتنوعة. أحد الأمثلة البارزة هو حقل تكنولوجيا رعاية إعادة التأهيل الصحية والذي يشمل الهندسة الطبية الحيوية والهندسة الإكلينيكية وهندسة إعادة التأهيل والأنظمة والتقنيات الطبية المكملة. إن تدريب أعضاء هيئة التدريس كفؤين مطلوبين لمستويات الشهادة والدبلوما والدرجة الجامعية والعليا والدكتوراه يمثل تحدياً هائلا. يتم مكاملة فروع مختلفة في حقول الطب والهندسة والعلوم والتكنولوجيا وعلم الاجتماع وعلم النفس لتلبية الجوانب الوقائية والتشخيصية والعلاجية والبحثية التي تتعلق برفاه الفرد. إن السلامة والتقييس والمعايرة والتشغيل والصيانة معاملات (بارامترات) يجب أن تحظى بالاهتمام المناسب. تلعب اليوغا والمعالجة بالطبيعة والتأمل دوراً حيويا في تعزيز كفاءة أنظمة طب مختلفة ومجموعة واسعة من التقنيات المستخدمة لتخفيف الألم والمعاناة. يتعلق علاج المرضى المسنين والمعاقين بالتنقل والنقل وجوانب إمكانية الوصول. إن القيادة الديناميكية أساسية لتصور وتطوير برامج واقعية ومجدية لتناسب احتياجات الزمالة الطبية على مستويات مختلفة. يمكن للمرء أن يتخيل العمل الجماعي المطلوب من أجل تحقيق الأهداف الحساسة للوقت. تحتاج

الموافقة على ذلك واعتماده طريقة غير منحازة من أجل ضمان رعاية ذات جودة على جميع المستويات. يجب بناء المقررات وفقا لاحتياجات المشاركين فيها. يجب أن يُعطى الوزن المناسب في اللفة الأخيرة من أي برنامج متعدد التخصصات لاستعداد المتدرِّب وتحديداً ما إذا كان خيار المتدرب: (١) الأبحاث؛ أو (٢) التطوير؛ أو (٣) التشغيل والصيانة؛ أو (٤) السلامة والتقييس والمعايرة. من الواضح أن كل ذلك له صلة بالتكامل بين جوانب الـ CME وبرامج التعليم الطبي المستمر (CEP) وبرنامج تحسين الجودة (QIP). سيكون من المستحيل بالنسبة لمؤسسات التدريب أن تتزوّد بمجموعة واسعة جدا من الأنظمة التشخيصية والعلاجية. ستحتاج هذه المؤسسات إلى العثور على الدعم المهني من مؤسسات طبية ومستشفيات لتوفير الاحتكاك للمتدربين بالاستخدام اليومي للأجهزة والأنظمة. يجب أن يكون أعضاء هيئة التدريس فريدين من نوعهم وذوي توجه خدمي في تفكيرهم وإنسانيين ومتفائلين في مقاربتهم (نهجهم). يجب، بالإضافة إلى البرامج العادية، تنظيم مستويات مختلفة من ورشات العمل والحلقات الدراسية والندوات في المؤسسات الطبية والمستشفيات من أجل تحديث المعرفة. إن لتحسين جودة الرعاية صلة بمواضيع مثل إدارة النفايات وإمدادات الدم الآمنة والتدقيق في الطاقة وحالات طوارئ الحوادث. تلقي هذه المذكرة الضوء على السمات البارزة المتصلة بتطوير المناهج التعليمية لمقررات من مستويات مختلفة.

السيناريو الصحي Health Scenario

الهند أكبر دولة ديمقراطية في العالم. يتجاوز عدد سكانها المليار نسمة وتضم ١٠٠ مليون معوق و ٥٠ مليوناً تجاوز عمرهم ٦٢ سنة. الهند أيضا فريدة من نوعها لأنها تكامل سكاناً متعددي اللغات والأديان. الأثرياء هم حوالي ١٠- ١٥ ٪ ويعيش حوالي ٨٠ ٪ في المناطق الريفية والأحياء الفقيرة والمساكن الواقعة في المناطق الحضرية وشبه الحضرية. يمكن للمرء أن يتخيل التحدي الرئيسي الذي يواجه كل أولئك المثقفين المتعددي التخصصات المشاركين مشاركة حقيقية والذين من الواضح أنهم يجب أن يقدموا المبادرة المبتكرة والقيادة الديناميكية التي تشتد الحاجة إليها في ظل مثل هذه الظروف. إن من المحتم أن تكون الطريقة واقعية مستندة إلى الحاجة حساسة للوقت فيما يتعلق بمجموعة كبيرة من القوى العاملة المدرَّبة وغير المدرَّبة. هناك موارد مادية معقولة وموارد مالية محدودة للغاية متاحة من أجل برامج إعادة التأهيل الصحية. ويبدو أن أسلوب فريق عمل تقنية- بيولوجية- نفسية- اجتماعية- طبية إلزامية إذا كان لجودة رعاية إعادة التأهيل الصحية أن تتحسن على جميع المستويات وخصوصاً في المناطق الريفية حيث تعيش الغالبية العظمى من الأشخاص المحرومين اجتماعيا واقتصادياً.

تقنية الرعاية الصحية Health Care Technique

تتضمن الجوانب الوقائية والتشخيصية والتحليلية والعلاجية للرعاية الطبية/ رعاية إعادة التأهيل طائفة واسعة من التقنيات التي بدورها تنطوي على مستويات مختلفة من التجهيزات. تعتمد التكاليف المتكررة وغير

المتكررة ذات العلاقة على مستوى وكمية الأدوات عالية ومتوسطة ومنخفضة التقنية المطلوبة. تلعب مجموعة واسعة من المعاملات (البارامترات) مثل الموقع والقوى العاملة وتوافر التسهيلات المادية ونمط المرض والأموال اللازمة أدواراً حاسمة. إن تقديم الرعاية الطبية/ الصحية هو من مسؤولية حكومات الولايات المعنية مع إمكانية تدعيمه من خلال المنظمات التطوعية. وبشكل عريض تبدأ الطريقة ثلاثية المستويات من المستوى الشعبي، أي المراكز الصحية الأولية، مروراً بالمستشفيات على مستوى المقاطعة (district) إلى مستشفيات كبرى متخصصة أو مراكز إحالة مرجعية تخصصية. هناك أنظمة تكميلية للطب، وتحديداً الـ Ayurveda والـ Unani والـ homeopathy والـ Siddha ومجموعة واسعة من التقنيات تحت طب الطاقة، بما فيها اليوغا والتأمل والمعالجة بالطبيعة، تجد ببطء ولكن بثبات قبولاً متزايداً على الصعيدين الوطني والعالمي. يجب أن يتم تقييم السلامة والتقييس والجودة والموثوقية دوريا بطريقة علمية مخطط لها لضمان رعاية طبية/ رعاية إعادة تأهيل مثلى بتكاليف منخفضة إلى معتدلة للملايين غير الأثرياء.

تنمية الموارد البشرية – التعليم والتدريب Human Resources Development – Education and Training

إن تنمية الموارد البشرية هو الهدف الأساسي والجوهري لجميع برامج الـ CEP والـ QIP التي تم إطلاقها من قبل الـ AICTE والجمعية الدولية للتكنولوجيا في التعليم (ISTE). هناك جهات عديدة تدعم جهود الـ AICTE- CEP والـ ISTE مثل:

- لجنة المنح الجامعية (UGC).
- مجلس البحوث العلمية والصناعية) (CSIR).
- المجلس الهندي للابحاث الطبية (ICMR).
- وزارة العلوم والتكنولوجيا (DST).
- المجلس الطبي للهند (MCI).
- الجمعية التبشيرية النيو إنجليكانية (NAMS).
- منظمة الصحة العالمية (WHO).
- منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة (UNESCO).
- منظمة الأمم المتحدة للطفولة (UNICEF).
- برنامج الأمم المتحدة الإنمائي (UNDP).
- البنك الدولي.
- مؤسسة فورد.
- الاتحاد التطوعي الصحي في الهند (VHAI).

- الاتحاد الطبي المسيحي في الهند (CMAI).
- مؤسسة مهندسي الإلكترونيات والاتصالات (IETE).

يعتمد التشخيص والعلاج الطبي أساساً على نتائج فحص مختبري إكلينيكي تحليلي نوعي وكيفي. ينطوي التدخل شبه الطبي أو الجراحي المتبوع بتدخل طبي أو جراحي المتبوع بإجراء طبي أو جراحي المتبوع بإجراءات تصحيحية مابعد طبية/جراحية على استخدام وتطبيق تقنيات شبه طبية مقدمة من متخصصين شبه طبيين مدرَّبين وفنيين. كل هذا يعتمد على أدوات منخفضة ومتوسطة وعالية التقنية ذات تكلفة منخفضة أومتوسطة أو عالية وذلك بالاعتماد على المعاملات (البارامترات) الإكلينيكية المراد تحليلها. يشكل المساعدون الفنيون القاعدة الأساسية لأي علاج طبي أو تشخيصي جراحي. إن التعليم والتدريب لهذا الكادر أمر أساسي. إن تشريحاً لـ ٥٠ عاماً من برامج مركز تنمية الموارد البشرية (HRCD) وأخذ خزعة من الحاضر سيكون المؤشر لتجاوز حواجز الماضي والاختناقات (أعناق الزجاجات) والأخطار في التخطيط للمستقبل. يتعين تقييم وتطوير الاحتياجات التكنولوجية على مختلف المستويات. قد لا يكون هناك مفر بعض التدابير الإلزامية لتحسين جودة الرعاية الطبية/ رعاية إعادة التأهيل على أساس تكلفة فعالية. المساءلة ضرورة أساسية وجوهرية. هناك حاجة ماسة لتنفيذ التوصيات على مختلف المستويات ويجب أن تكون على رأس الأولويات.

تتطلب احتياجات القوى العاملة المدرَّبة، كما هو الحال في المجالات الأخرى، طريقة واقعية ومستندة إلى الحاجة وذات جدوى وحساسة للوقت وفعالة من حيث التكلفة. يشكّل التعليم المتكامل متعدد التخصصات الأساس لأي برنامج تعليم أو تدريب للكادر شبه الطبي (للمساعدين الطبيين). نمط التقديم هو عن طريق تنظيم الوعي والحلقات الدراسية والندوات وورش العمل التي يجب أن تتبعها دورات قصيرة الأجل وطويلة الأجل ودورات بشهادة مدتها ستة أشهر أو سنة حول مواضيع مختارة ذات صلة. يعتمد العدد المطلوب على نوع المركز وتحديداً أولي (PHC) أوثانوي (مستوى المقاطعة) أو ثالثي (مراكز كبرى ومرجعية (مراكز الإحالة)). بالإشارة الى الجدول رقم (٧٨,٧) فإنه يمكن للمرء أن يستخدم في PHC الأرقام ١- ٤ وفي مركز ثانوي الأرقام ١- ٧ و١٢- ١٧ و في المستشفيات الكبرى ومراكز الإحالة الأرقام ١- ١٨. هناك حاجة إلى أعداد أكبر من مساعدي التمريض ومساعدي الصيدلة لمساعدة الممرضات والصيادلة الذين أتموا دورات (درجة أو دبلوما). تحتاج كل ممرضة مدرَّبة أو صيدلي إلى ثلاثة أو أربعة مساعدين لمساعدتهم في عملهم. ولذلك فإن الدورات ذات التوجه التوظيفي والمستندة إلى المعرفة والتي تشكل جزءا رئيسياً من أهداف الـ AICTE- CEP سيتم الوفاء بها. إنها أيضاً جزء من الإستراتيجية لتنمية الموارد البشرية وبخاصة في المناطق شبه الحضرية والمناطق الريفية. كما أنها تساعد أيضاً على تضييق فجوة معرفة وتوظيف المناطق الحضرية والريفية المتسعة. يمكن للمنظمات الحكومية و التطوعية الاستفادة من مثل هؤلاء

الفنيين. يقوم الـ AICTE- CEP بالموافقة على دورات للكادر شبه الطبي بعد الفحص اللازم للمراكز التي تقدم هذه الدورات. تم حتى تاريخه الموافقة على ما يقرب من ١٠٠ مركز. إنه مما يثلج الصدر أن الغالبية العظمى منها يقع في المناطق شبه الحضرية والريفية لصالح المحتاجين اجتماعياً واقتصادياً الذين تم تعليمهم إلى مستوى الصف ١٠ أو ١٠+٢ ولم يتمكنوا من الاستمرار لأنهم غير قادرين على دفع الرسوم أو المنح التي تطلبها مدارس وكليات التمريض وكليات الصيدلة. هناك حاجة أيضا لأعداد كبيرة من المعالجين الفيزيائيين (الطبيعيين). هناك حاجة لطريقة معتمدة على روح الفريق وذات قاعدة عريضة ومنفتحة ومتكاملة ومتعددة التخصصات على جميع المستويات. يجب أن تكون بنية رسوم الدورات مرنة للسماح لمؤسسات التدريب الموجودة في المناطق الريفية أن تفرض رسوماً أقل على المتدربين المحتاجين والإناث. لا ينبغي لنقص التمويل أبداً أن يمنع الطلاب الموهوبين الريفيين من النهوض والمساعدة في إغلاق الفجوة التكنولوجية بين المناطق الحضرية والريفية. تلعب دورات الكادر شبه الطبي دوراً حيوياً في تحسين نوعية الحياة للملايين غير الميسورين في المناطق الريفية من خلال تشجيع تنمية الموارد البشرية (HRD) والاستفادة من برامج الـ CEP التابعة لـ AICTE. إن مراجعة السنوات الـ ٥٠ الماضية من التعليم والتدريب في هذا المجال متبوعة بدراسة للحاضر لتطبيق تدابير تصحيحية تمرين ذو قيمة. لا يمكن للمرء الحصول على لمحة ذات مغزى عن حقيقة الحالة إلا عندما يزور المناطق الريفية. قد تترك مثل هذه الزيارات المرء يشعر بالحزن ولكن مع آمال بعقد أفضل عن طريق تعليم وتدريب الشباب في المناطق الريفية.

يشكّل أخصائيون طبيون بارزون سوية مع تكنولوجيي رعاية إعادة تأهيل صحية (HRC) بنفس القدر من السمعة جزءاً من مجلس الممتحنين الذي يرأسه جراح أعصاب إنساني مشهور دولياً وتساعده سكرتارية نشيطة تخطط وتجري امتحانات نظرية وعملية في المراكز التي وافقت عليها الـ AICTE- CEP. وقد تمت الموافقة حاليا على دورات في تكنولوجيا المختبرات الطبية ومساعدي التمريض والعلاج الطبيعي والأشعة السينية وتخطيط كهربية القلب بناء على طلبات المؤسسة وبعد الفحص اللازم لمرافقها. قد يصبح مزيد من الدورات المذكورة مقبولاً مع تحسن إمكانية التوظيف الوطنية والعالمية. وإنه لمما يثلج الصدر أن عددا كبيراً من الذين تدربوا وجدوا ويجدون وظائف افتتاحية مربحة في كل أنحاء البلاد وما وراء البحار. إنه أمر يبشر بخير بالنسبة للمتدربين وللمؤسسات التي تمت الموافقة عليها على حد سواء، ويستطيعون أن يكونوا متفائلين.

طريقة شاملة لرعاية إعادة التأهيل الصحية – تحديات في الألفية

Holistic Approach to Health Rehabilitation Care – Challenges in the Millennium

إن تكاليف الرعاية الطبية الحديثة المتصاعدة على الدوام جعل من استكشاف مقاربات بديلة لتطوير إستراتيجيات لوضع طريقة شاملة متكاملة متعددة التخصصات أمراً إلزامياً وحتمياً. وهذه يجب أن تكون فعالة من

حيث التكلفة ومبنية على أساس الحاجة وواقعية وذات جدوى وحساسة للوقت وموجهة نحو هدف محدد. إن الحاجة الأكثر إلحاحاً تكمن في تحسين الاستفادة من مجموعة كبيرة من القوى البشرية ومن موارد مادية محدودة ومن موارد مالية محدودة للغاية. إن رعاية إعادة التأهيل الصحية لما يقرب من مليار شخص ، مع ١٠ ٪ من المعوقين و٣٪ من المسنين تحدٍ تقني – حيوي – نفسي - اجتماعي - طبي رائع.

إن مراكز العلاج المتكامل التي تستخدم طريقة شاملة ذات عقلية متفتحة وقاعدة عريضة هي الأمل الوحيد لتحسين جودة الرعاية الطبية/ رعاية إعادة التأهيل لملايين من غير الميسورين في الهند. تتطلب رعاية إعادة التأهيل الصحية في المناطق الحضرية وشبه الحضرية وفي المناطق الريفية طريقة علمية مخططاً لها. ولحسن الحظ فإن طائفة واسعة من التقنيات غير الباضعة (غير الاجتياحية) والأنظمة البديلة وتحديداً الـ Ayurveda والـ Unani والـ homeopathy والـ Siddha متوفرة للاستخدام على نطاق واسع. إن الرعاية باليوغا والعلاج بالمواد الطبيعية والتأمل تعزز أي نظام للطب وبذلك تخفض تكاليف الرعاية الطبية. يبدو أن طريقة شاملة للرعاية الطبية مع علاج متكامل هي الأمل الوحيد للملايين غير الميسورين في دول العالم الثالث حيث يعيش ثلثا سكان العالم.

إن المرء ليأمل بإخلاص في أن العقد المقبل سيشهد ظهور الرعاية الشاملة لصالح الإنسانية. إن الـ Karmayogis متفائلون بكون الإنسانية بوصفها قاعدة هي الأجوبة.

الاستنتاج
Conclusion

يجب أن تبذل محاولات لتعديل وتكييف تقنيات اليوغا والمعالجة بالطبيعة والتأمل في الحياة اليومية لكل إنسان سواء في المناطق الحضرية وشبه الحضرية أو في المناطق الريفية. إن yogasanas و pranayama منتقاة وتأمل لمدة ٣٠ دقيقة يومياً متزاوجةً مع ممارساتٍ معالجةٍ بالطبيعة معدلةٍ لتناسب الحياة اليومية العملية يمكن أن تقطع شوطاً طويلاً في التمكين من استفادة أوسع من قبل كافة قطاعات الناس في المجتمع. هناك حاجة أكثر إلحاحا لتقييم النسبة المئوية من الناس الذين يمارسونها كل يوم. إن وكالات مثل المعهد الوطني للعلاج بالطبيعة (NIN) والمجلس المركزي للبحث في اليوغا والعلاج بالطبيعة (CCRYN) والأنظمة الهندية للطب والمعالجة المثلية (ISMH) يمكن أن تبادر باتخاذ خطوات للحصول على لمحة عن الوضع الحالي بحيث يستطيعون التخطيط للمستقبل. يعدّد الجدول رقم (٧٨,٨) في الملحق المؤسسات الرائدة في الهند لبحث/ تدريب/ تعليم اليوغا والتأمل والمعالجة بالطبيعة. يجب على المرء أن يطور إستراتيجيات لوضع طريقة شامل ذي جدوى. لقد خضع معلمو يوغا ومعالجون بالطبيعة ومتأملون لإجراءات طبية/ جراحية حديثة عندما أصبح التدخل الجراحي القلبي والعصبي والعظمي أمراً لا مفر منه لتوفير التخلص من الألم والمعاناة. يتم قبول الولادة والموت بشكل واقعي.

بالإضافة إلى تلك المؤسسات المدرجة في الجدول رقم (٧٨,٨) هناك علماء يشاركون بنشاط في التقييم العلمي المخطّط للتقنية في مؤسسات أخرى مثل: المعهد الوطني للمعوقين عقليا في سيكوندرأباد (NIMHANS)، ومعهد الدفاع للفيزيولوجيا والعلوم المساندة (DIPAS)، ومعهد الطب النووي والعلوم المساندة (INMAS)، ومعهد عموم الهند للعلوم الطبية (AIIMS)، والـ MAMC، ومعهد جواهرلال للتعليم الطبي العملي العام (PG) والبحث العلمي (JIPMER)، ومعهد الدراسات العليا للتعليم الطبي والبحث العلمي (PGIMER)، ومعهد الهند للتكنولوجيا (IITS)، ومعهد الهند للعلوم (IISc)، و أقسام الفيزيولوجيا لبعض كليات الطبي. تجري بعض أقسام اليوغا الجامعية بحوثاً. تخطط لجنة المنح الجامعية (UGC) لمساعدة جامعات على إنشاء مراكز يوغا. تدعم وكالات مثل وزارة العلوم والتكنولوجيا في الهند (DST)، والمجلس الهندي للأبحاث الطبية ((ICMR، والـ CCRYN ومنظمة الدفاع للأبحاث والتطوير (DRDO)، والـ UGC هذه المشاريع.

ينبغي أن يكون شعارنا: "فكّر عالميا واعمل محلياً، مقروناً مع عيش بسيط وتفكير عالٍ"

"Think globally, act locally, coupled with simple living and high thinking".

الجدول رقم (٧٨,٦). دورات في بمستوى شهادة في مجلس عموم الهند للتعليم الفني، برنامج التعليم المستمر في بنغالور (AICTE- CEP).

تكنولوجيا المختبرات الطبية	بنك الدم	تكنولوجيا التصوير	إدارة النفايات بمستشفى
الهندسة الإكلينيكية	غسيل الكلى	التصوير فوق الصوتي	إدارة الطاقة
العلاج الطبيعي	غرفة العمليات	طب وجراحة العيون	أنظمة الاتصالات
هندسة إعادة التأهيل	تخطيط القلب الكهربائي	النسخ الطبي	تشغيل الكمبيوتر
العلاج المتكامل	المواد الحيوية	قياس السمع	
التخدير	تخطيط الدماغ الكهربائي		

الجدول رقم (٧٨,٧). كادر المساعدين الإكلينيكيين شبه الطبيين المطلوب (مرتباً حسب الحاجة).

١- تمريض	٥- تخطيط قلب كهربائي	٩- غسيل الكلى	١٣- عناية بالأسنان	١٧- مقياس السمع
٢- مختبرات طبية	٦- أشعة سينية	١٠- عناية قلبية	١٤- تخدير/ غرفة عمليات	١٨- نسخ طبي
٣- علاج طبيعي	٧- بنك الدم	١١- عناية عصبية	١٥- صيدلية	
٤- كهربائيون	٨- التصوير	١٢- الرعاية بصرية	١٦- حمية	

ملاحظة:

من ١ إلى ٤ مستوى الرعاية الصحية الأولية (الشعبي)؛ من ١ إلى ٧ و ١٢ إلى ١٧ (مستوى المقاطعات)؛ ١ إلى ١٨ مستشفيات رئيسية ومراكز إحالة مرجعية..

الجدول رقم (٧٨,٧). الحاجة إلى تعليم وتدريب شبه طبي.

١- عدد سكان الهند يتجاوز المليار، مع ما يقرب من ١٠ ٪ معوقين و ٣ ٪ مسنين. الأثرياء حوالي ١٠- ١٥ ٪ ، ويعيش حوالي ٨٠ ٪ في المناطق الريفية.

٢- في السياق المذكور آنفاً، يجب على المرء تصور وتطوير إستراتيجيات للتعليم والتدريب وتطوير إمكانية موارد بشرية هائلة من أجل تحسين نوعية الحياة خصوصاً في المناطق شبه الحضرية والريفية.

٣- للأسف، تجبر الظروف الاجتماعية الاقتصادية السائدة عدداً كبيراً من الطلبة الأذكياء على طلب التعليم والتدريب شبه الطبي بعد صفهم الـ ١٠ أو ١٠+٢. بدأت الدورات الدراسية شبه الطبية قبل نحو ٣٠ عاما في الهند، خصوصاً في كيرالا.

٤- بدأت الـ AICTE- CEP قبل حوالي ثلاث سنوات خطوات لتشكيل هيئة ممتحنين في هذا المجال بغية تقييس المناهج الدراسية والمدة ومرافق البنية التحتية الأساسية. الإجراء العادي هو فحص والموافقة على أولئك الذين يستوفون الشروط الأساسية.

٥- تم تحديد حوالي ٢٠ نوعاً من الفنيين على نطاق واسع مع الأخذ بالاعتبار إمكانية التوظيف الحالية والمستقبلية.

٦- ثمة حاجة لثلاث مستويات من الفنيين، ابتداء من المستوى الأولي الشعبي وانتقالاً إلى مستوى المقاطعات الثاني وانتهاء بالمستوى الثالث لمستشفيات المدينة. يمكن تحقيق هدف ثنائي يكمن في تحسين قاعدة المعرفة وتوظيف أفضل.

٧- لقيت الموافقة والتقييم والاعتماد والـ QIP اهتماماً في مستويات ما بعد الدكتوراه والدكتوراه والماجستير والدراسات العليا والدبلوم.

٨- يطوّر الـ CEP- AICTE فقط كجزء مناسب من تنمية الموارد البشرية إمكانيات الموارد البشرية في المناطق شبه الحضرية والريفية من خلال تعليم وتدريب الشباب. يجب أن يكون ذلك جهداً تبشيرياً.

٩- يمكن لمراكز الـ CEP العقدية الـ ٢٦ الشروع في خطوات لتخطيط وتنسيق وتعزيز ونشر التعليم شبه الطبي في جميع أنحاء البلاد.

١٠- يمكن بهذه التدابير أن يكون للفقراء فرصة لتسخير إمكاناتهم على أساس الكفاءة. إن فترة حمل من ثلاث سنوات أمر لا مفر منه قبل أن يستطيع المرء تقدير وتقييم وتقييس واعتماد مراكز التدريب شبه الطبي هذه المبنية على أساس الحاجة، والفعالة من حيث التكلفة.

المراجع

Reference

Taylor K, Frize M, Iverson N, et al. The Need for the Integration of Clinical Engineering & Sociological Perspectives in the Management of Medical Equipment Within Developing Countries. J Clin Eng 19(4):291-296, 1994.

ملحق

Appendix

الجدول رقم (٧٨,٨). مؤسسات رائدة في أبحاث/تدريب/تعليم اليوغا والتأمل والعلاج بالطبيعة في الهند.

Bihar School of Yoga, Munger, Bihar	AU Institute of Yoga and Consciousness, Vishakapatnam
Kailvalya Dharma, Lonavala, Maharashtra	CCRYN, New Delhi (Supporting Body)
Divine Life Society, Rishikesh, Uttar Pradesh	Indian Council for Research in Yoga, Bhopal
V.K.Yoga Research Foundation, Bangalore	Haryana Institute of Alternate Medicine, Panchkula
Central Research Institute of Yoga, New Delhi	BM College of Naturopathy and Yogic Sciences, Ujire
International Center for Yoga Education and Research, Kottakuppam	R.K. Institute of Moral and Spiritual Education, Mysore
National Council for Education, Research and Training, New Delhi	Adhyatma Sadhana Kendra, New Delhi
Verman Yoga Research Institute, Secunderabad	National Institute of Naturopathy, Pune
Himalayan International Institute, Dehradun	Bapu Nature Care Hospital, Delhi
S.V. Institute of Yoga and Allied Sciences, Bangalore	Jindal College of Naturopathy and Yogic Sciences, Bangalore
Yoga Institute, Santacruz, Mumbai	JSS College of Naturopathy and Yogic Sciences, Bangalore
RMM Institute of Yoga, Pune	Vyakthi Vikas Kendra, Bangalore
Aurobindo Centre, Pondicherry	Prakruthi Jeevan Kendra, Bangalore
Brahmakumaris International Centre, Mount Abu	Sadharana Sangam, Bangalore
	Institute of Naturopathy and Yogic Sciences, Bangalore

الجدول رقم (٩,٧٨). بعض المراكز الرائدة في التصميم والأبحاث والتدريب في الهند.

Advanced Training Institute for Electronics and Process Instrumentation, Hyderabad	Institute of Aviation Medicine, Bangalore
All India Council for Technical Education–Continuing Education Programme, Bangalore	Institute of Nuclear Medicine & Allied Sciences, New Delhi
All India Institute of Medical Science, New Delhi	Jawaharlal Institute for PG Medical Education & Research, Pondicherry
All India Institute of Physical Medicine and Rehab, Mumbai	Madras Institute of Magnetobiology, Chennai
All India Institute of Speech and Hearing Handicapped, Mysore	Manipal Institute of Technology, Manipal
Artificial Limbs Manufacturing Co. of India, Kanpur	National Institute of Hearing Handicapped, Mumbai
BMS College of Engineering, Bangalore	National Institute for Mentally handicapped, Secunderabad
Bhaba Atomic Research Centre, Mumbai	National Institute for Ortho Handicapped, Calcutta
Blind Men Association, NRBI, Ahmedabad	National Institute for Rehab Training & Research, Otapur
Central Scientific Instruments Organisation, Chandigarh	National Institute of Visually Handicapped, Dehradun
Centre for Cellular & Molecular Biology, Hyderabad	National Institute of Nutrition, Hyderabad
Centre for Electronic Design and Technology, Mohali	National Institute of Occupational Health, Ahmedabad
Christian Medical College Hospital, Vellore	National Institute of Mental Health & Neurosciences, Bangalore
Clinical Engineering Centre, Bangalore	Nizam's Institute of Medical Sciences, Hyderabad
Coimbatore Institure of Technology, Coimbatore	OU College of Engineering, Hyderabad
Defence Electromedical and Bio- Engineering Laboratory, Bangalore	Post Graduate Institute for Medical Education & Research, Chandigarh
Defence Institute of Physiology Allied Sciences, New Delhi	SCTI Medical Sciences & Technology, Trivandrum
Electronics Regional Testing Laboratory, Trivandrum	Shri Bhagubhai Mafatlal Polytechnic, Mumbai
Indian Institute of Science, Bangalore	Sri Jayachamarajendra College of Engineering, Mysore
Indian Institute of Technology, Bombay, Delhi, Chennai, Kanpur Kharagpur and Gauhati	University of Roorkee, Roorkee
	Vikalanga Kendra, Allahabad