# 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 | | | | | | | | | |

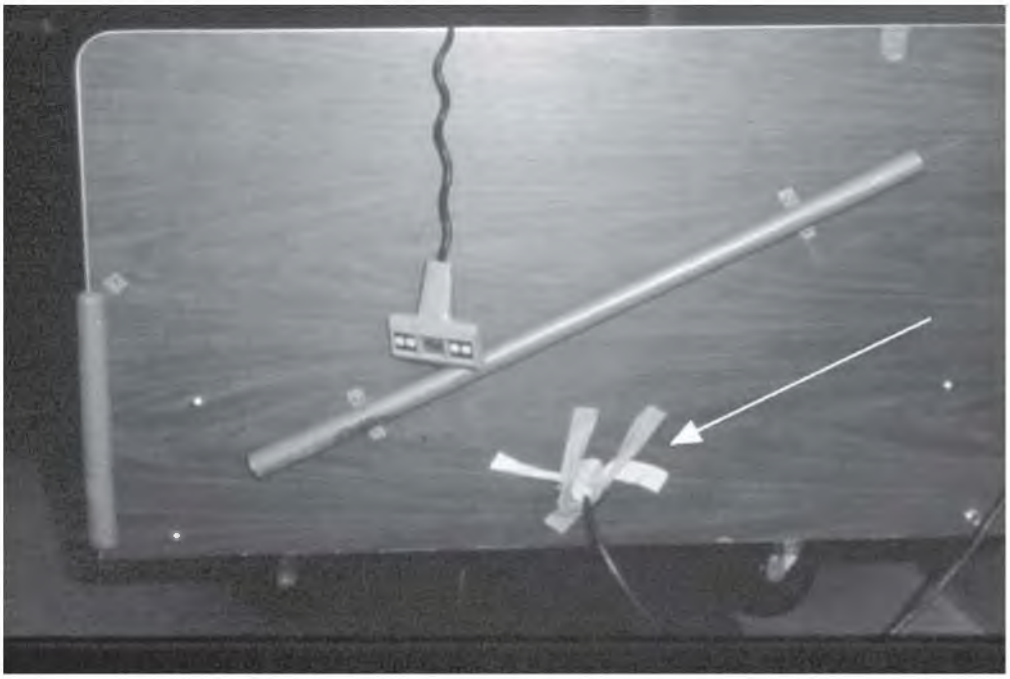
**الملاحظة أثناء جولات المهندس الإكلينيكي:**

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.