١٣٥

مستقبل الهندسة الإكلينيكية: تحدي التغيير

The Future of Clinical Engineering: The Challenge of Change

Stephen L. Grimes
Senior Consultant and Analyst
GENTECH
Sarasota Springs, NY

"ليست الأنواع الأكثر قوة ولا الأكثر ذكاء هي من ينجو وإنما الأكثر استجابة للتغيير" (تشارلز داروين)

"It's not the strongest of the species that survives, nor the most intelligent, but the one most responsive to change" (Charles Darwin)

"ليس التقدم ما أحذره وإنما التغيير ما لا أحبه" (مارك توين)

"It's not the progress I mind, it's the change I don't like" (Mark Twain)

"التغيير جيد. أنت تذهب أولا...." (ديلبرت)

"Change is good. You go first...." (Dilbert)

ماذا سيشبه مستقبل الهندسة الإكلينيكية؟ هذا السؤال سؤال مهم أخذه بالاعتبار بالنسبة للمهندسين الإكلينيكيين، لأن الجواب يحدد كيف ينبغي لهم أن يستعدوا الآن لهذا المستقبل. ما مستوى التعليم وما مجوعة المهارات التي ينبغي اكتسابها؟. يمكننا توقع المستقبل من الاستعداد بفعالية لنكون استباقيين أكثر من كوننا "رد فعليين" عندما تحدث التغييرات فى صناعتنا.

يجب أن نأخذ بالاعتبار الطبيعة المستقبلية للرعاية الصحية من أجل توقع الدور المستقبلي للهندسة الإكلينيكية بشكل معقول. تتطور خدمات الهندسة الإكلينيكية ضمن سياق نظامنا لتقديم الرعاية الصحية. ومن ثم فمن المرجح أن ينتج عن تغييرات كبيرة في تقديم الرعاية الصحية حاجة مقابلة لتغييرات في طبيعة خدمات الهندسة الإكلينيكية. يقدم هذا الفصل لمحة عامة عن التغيرات في الرعاية الصحية والقوى التي تؤثر على تلك التغييرات وتوصيات للمهندسين الإكلينيكيين ليتلاءموا مع البيئة المقبلة ويزدهروا فيها.

مستقبل الهندسة الإكلينيكية مرتبطاً بالتطورات في الرعاية الصحية

Clinical Engineering's Future Linked to Developments in Health Care

يجب أن نعترف بأن هناك تغييرات ثورية تحدث داخل نظام تقديم الرعاية الصحية. هذه التغييرات هي نتائج مزيج أو تأثير مشترك (confluence) لقوى تكنولوجية واقتصادية وثقافية/ سكانية (ديموغرافية) وتنظيمية (regulatory). إن مقدرة الهندسة الإكلينيكية على المساهمة (أو ربما حتى البقاء على قيد الحياة) مهنياً سيتوقف على كيفية تكيّفها بشكل فعال مع التغييرات التي أحدثتها هذه القوى.

القوى التكنولوجية Technological Forces

لدينا اليوم الجينوم البشري وقد تم رسم خريطته. وبمواصلة أبحاثنا في هذا المجال، فإننا نكتسب المقدرة على مسح وتحديد هوية أشخاص يملكون جينات تجعلهم مهيَّئين (لديهم قابلية/استعداد) لأمراض معينة. ستمكننا معرفة من لديه استعداد لأمراض مختلفة من تركيز جهودنا الوقائية على أولئك الذين لديهم مخاطرة أكبر. سيمكننا فهمنا للجينوم من صقل علاجاتنا. سيكون لدينا المقدرة على تطوير بعض العلاجات التي تستهدف الجينات المتضررة في حين لا يزال بالإمكان تحسين علاجات أخرى لمريض معيَّن بناء على ما نعرف أنه فعال بالنسبة لشخص ما من تركيبته الجينية.

لقد حدثت تطورات علمية كبيرة في مجالات الميكروتكنولوجيا والنانوتكنولوجيا (Fonash, 2002). يجري تطوير ناقلات من جزيئات نانوية للمساعدة في إيصال العقاقير وتعديل الحمض النووي (الـ DNA). يجري تصميم أجهزة في نطاق الميكرو والنانو لتعمل كأعضاء اصطناعية وأدوات جراحية. يمكن لحساسات ميكروية ونانوية تحت التطوير أن تعمل كمسابر وكاشفات على مستوى عضوي أونسيجي أوخلوي أو حتى جزيئي. إن هذه التكنولوجيات مصمَّمة لتكون باضعة (اجتياحية) (invasive) بالحد الأدنى و ممزِّقة (disruptive) بالحد الأدنى ولتقلِّد الأنظمة الطبيعية الخاصة بالجسم بشكل وثيق.

تَعِدُ تكنولوجيا المعلومات بلعب دور أكبر في الجوانب التجارية و الإكلينيكية للرعاية الصحية. وكنتيجة لمقدرتنا على استخدام التكنولوجيا لجمع مزيد من البيانات عن حالة المريض فإن هناك حاجة لمعالجة هذه المعلومات بطريقة ذات معنى للمشخِّص والمعالِج.

لقد تزايدت قدرة وإتاحية الدارات التكاملية بشكل دراماتيكي منذ ظهور الحواسيب الشخصية في أوائل ثمانينيات القرن العشرين. لقد تضاعفت تقريباً طاقة الكمبيوتر على مدى تلك الفترة من الزمن كل ١٢ شهراً. وفي حين أن مقدرة المعالجة لكل جيل جديد من الكمبيوتر قد نمت أسيّاً على مدى السنوات الـ ٢٠ الماضية، فإن التكلفة النسبية لتلك الأنظمة قد انخفضت بمقدار النصف خلال نفس الفترة. بيع في عام ١٩٨١م كمبيوتر شخصي IBM بمعالج 8088 ٤,٧٧ ميغاهرتز و 64Kb للـ RAM (ذاكرة الوصول العشوائي) و 320Kb سعة تخزين بنحو ٣٠٠٠ دولار.

إن نظاماً نموذجياً بـ 2 GHz Pentium 4 و 512Mb RAM و 120Gb سعة تخزين قد بيع في عام ٢٠٠١م بحوالي ٣٠٠٠ دولار، ولكن هذا يعادل ١٤٥٤ دولاراً من دولارات عام ١٩٨١م.

قادت القدرات المتنامية والتكلفة المنخفضة للدارات التكاملية إلى تكاثر أجهزة الكمبيوتر في الطب وإلى انتشار اعتماد تلك الدارات التكاملية في الأجهزة والأنظمة الطبية. لقد زاد تضمين هذه التطورات التكنولوجية وبشكل كبير في كمية البيانات التشخيصية والعلاجية التي تستطيع هذه الأنظمة أن تجمعها وتخزنها وتعالجها. لقد حفّزت أيضاً تطوير مجموعة واسعة من الأنظمة الخبيرة المستندة إلى الخبرة والمعرفة (أنظمة مصممة لجمع بيانات واقتراح تشخيصات ودورات علاجية بناء على "قواعد منتقاة مسبقاً لاتخاذ القرار ضمن مجالات متخصصة من المعرفة (Frenster, 1989)"). لقد أضافت هذه التطورات في الأجهزة والأنظمة الطبية فوائد تحسين موثوقية (reliability) النظام ودمج قدرات التشخيص الذاتي.

إن التوصيلية (أو الترابطية) (connectivity) توجُّه آخر يغيّر بسرعة في مشهد تكنولوجيا الرعاية الصحية. إن عدد الأنظمة التشخيصية والعلاجية والخبيرة المترابطة في ازدياد. يتم أيضاً ربط أنظمة المعلومات الإكلينيكية إلى أنظمة معلومات المستشفى ذات التوجه التجاري (business-oriented). إن التأثير الكلي تآزري (synergistic) حيث الفوائد المكتسبة من أنظمة تكاملية تتجاوز بكثير الفوائد المتاحة عند استخدام أجهزة وأنظمة فردية في نمط الوقوف لوحدها (stand-alone mode). كما تطورت الترابطية أيضاً على مستوى آخر. إن لدى الربط الشبكي والإنترنت الإمكانية لإحضار موارد الرعاية الصحية إلى أي مكان قريب أو بعيد وتسهيل اتصالات البيانات الطبية والشخصية (أي صوت وفيديو) بين مزيج من المرضى ومقدمي الخدمات والدافعين.

تتحرك صناعة تكنولوجيا المعلومات باتجاه تطوير ما تدعوه شركة IBM الأنظمة "المستقلة ذاتياً" ("autonomic") (IBM, 2001; Gibbs, 2002). وكما الجهاز العصبي اللاإرادي الذي يسمح للجسم الانساني بالتكيف مع التغيرات البيئية والهجمات الخارجية والفشل الداخلي، فإن الأنظمة التقنية المستقبلية المستقلة ذاتياً سوف:

- تكون مدركة لذاتها.
- تتكيف مع التغيرات البيئية.
- تضبط (adjust) باستمرار لتحسين الأداء.
- تدافع ضد هجوم.
- تصلح ذاتها.
- تتبادل الموارد مع أنظمة غير مألوفة.
- تتواصل من خلال معايير مفتوحة.

- تتوقع أفعال المستخدم.

سيمكننا استخدام الأنظمة المستقلة ذاتياً من تحقيق الاستفادة من التكنولوجيات المعقدة بشكل متزايد، التي من دون قدراتها ذات الاستقلال الذاتي سرعان ما ستربكنا بحاجاتها للإدارة والدعم.

لقد حددنا لتونا عدة تطورات تكنولوجية رئيسية تؤثر على الرعاية الصحية. وقد تضمنت هذه: رسم خرائط الجينوم البشري، والتقدم في تكنولوجيا الميكرو والنانو، والنمو الأسي في قدرة معالجة المعلومات وتوافرها وترابطية التكنولوجيات، وأخيرا إدخال الأنظمة المستقلة ذاتياً. إن لدى التكنولوجيات الطبية الناشئة هذه الإمكانية لتحسين جودة وتوافر الرعاية الصحية بشكل كبير، وأن تقوم بذلك بتكلفة معقولة (George, 1999).

وكقوى قوية للتغيير، فإن هذه التكنولوجيات الناشئة ربما ستكون حاسمة في تحديد الدور المستقبلي للهندسة الإكلينيكية.

القوى الاقتصادية Economic Forces

تعاني صناعة الرعاية الصحية في الولايات المتحدة من أزمة مالية. لقد خرجت تكاليف الرعاية الصحية في الولايات المتحدة عن السيطرة بشكل لولبي في السنوات العشر الماضية. لقد تم في عام ١٩٩٧م إنفاق ١٣,٥ ٪ من إجمالي الناتج المحلي (GDP) على الرعاية الصحية (أعلى بكثير من ألمانيا وسويسرا وفرنسا التي إنفاقها هو الأعلى التالي كنسبة مئوية من إجمالي ناتجها المحلي: ١٠ ٪) (Health Forum, 2002). ارتفع إجمالي نفقات الرعاية الصحية في الولايات المتحدة من ٨٨٨ مليار دولار في عام ١٩٩٣م إلى ١٤٢٥ مليار دولار في عام ٢٠٠١م. ومن المتوقع أن ترتفع تلك النفقات إلى ٣,١ تريليون دولار و ١٧,٧ ٪ من إجمالي الناتج المحلي بحلول عام ٢٠١٢ (Heffler, 2003). كلّف الشركاتِ الأمريكية الإنفاقُ على المنافع الصحية لموظفيها ١٧٧ مليار دولار في عام ١٩٩٠م، وبحلول عام ١٩٩٦م ارتفع المبلغ إلى أكثر من ٢٥٢ مليار دولار (ارتفاع بأكثر من ضعف معدل التضخم) (PBS. 2000). زادت أقساط التأمين الصحي بنسبة ١١ ٪ في عام ٢٠٠١م (العام الخامس على التوالي لارتفاع أقساط التأمين وأعلى ارتفاع لها منذ عام ١٩٩٣ (CSHSC, 2000)). تنفق الولايات المتحدة الآن من الأموال على الرعاية الصحية أكثر من أي أمة أخرى، ولكن رعايتها تأتي في المرتبة الـ ٣٧ من حيث الجودة وفقاً لمسح حديث لمنظمة الصحة العالمية لـ ١٩١ بلداً (WHO, 2001).

وجدت إحدى الدراسات التي نُشرت في مجلة New England Journal of Medicine أن ١٩ إلى ٢٤ في المئة من نفقات الرعاية الصحية في الولايات المتحدة تذهب لتغطية التكاليف الإدارية (Woolhandler, 1991). على النقيض من ذلك تشير التقديرات في كندا إلى أن التكاليف الإدارية تمثل ١١ ٪ فقط من مجموع النفقات وفي ومعظم البلدان الأوروبية إلى أنها تمثل في المتوسط ٧ ٪.

لقد ساهم تبني تكنولوجيات جديدة بشكل كبير في زيادة تكاليف الصناعة. تقدّر دراسة حديثة أن التكنولوجيا الطبية الجديدة ساهمت ما بين عامي ١٩٩٨م و ٢٠٠٢م بنسبة ١٩ ٪ من الزيادات في الإنفاق على الرعاية الصحية للمرضى المنوَّمين .(Hay et al., 2001). في دراسة حديثة أخرى أُجريت في جامعة كاليفورنيا في بيركلي قام الباحثون عن التكلفة الكلية الحقيقية للتملك (TCO) للأنظمة المستندة إلى حاسوب بحساب تكلفة التملك الكلية للسنوات الثلاث الأولى بعد االشراء ووجدوا أنها تمثل الآن ما بين (٣,٦) و (١٨,٥) ضعفاً من تكلفة الشراء الأولية للأجهزة (hardware) والبرمجيات (software) (UC Berkeley, 2002). تشير الدراسة نفسها إلى أن "ثلث الى نصف تكلفة التملك الكلية تعود إلى الأعطال أو تكون بسببها". ومن دون تصميم مبتكر (مثل الأنظمة المستقلة ذاتياً) فإن العلاقة غير المتناسبة بين تكاليف الشراء الأولي وتكاليف الدعم المستمر ستزيد فقط مع تبني تكنولوجيات أحدث وأكثر تعقيداً.

من الواضح أنه لا يمكن لهذه التوجهات (النزعات) (trends) أن تستمر إذا ما أردنا أن يكون لدينا اقتصاد صحي وصناعة رعاية صحية من الدرجة الأولى. يجب علينا أن نجد وسيلة لخفض التكاليف بالنسبة لمستوى الرعاية الصحية التي نتلقاها. وإذا لم يكن باستطاعتنا خفض هذه التكاليف، فيجب أن نكون مستعدين لضبط توقعاتنا واختيار مستوى الرعاية التي نستطيع دفع تكاليفها.

القوى السكانية (الديموغرافية)/ الثقافية Demographic/Cultural Forces

تشهد الولايات المتحدة تغييرات ثقافية وسكانية (ديموغرافية) كبيرة سيكون لها تأثير هام على صناعة الرعاية الصحية. ففي غضون العقد المقبل سيبدأ أطفال فترة "ازدهار المواليد" ("baby-boomers") في بلوغ سن التقاعد. سيقفز ما بين عامي ٢٠١١م و ٢٠٣٠م عدد الأمريكيين الذين سنهم ٦٥ سنة فما فوق من ١٣ ٪ إلى أكثر من ٢٠ ٪ من مجموع سكان الولايات المتحدة (U.S. Department of Commerce, 2000). وببلوغ هذه المجموعة سن الـ ٦٥ عاماً فإنهم يستطيعون أن يتطلعوا إلى إمكانية العيش حياة أطول بكثير من الأجيال السابقة بسبب التقدم في العلوم والتكنولوجيا الطبية. سيكون هناك بسبب شيخوخة السكان انزياحاً متزايداً من الرعاية الحادة العرضية إلى رعاية الحالات المزمنة (Institute of Medicine, 2001). يتم حالياً معالجة مئة مليون أمريكي كحالات مزمنة، لدى ٤٠ ٪ منهم حالات مزمنة متعددة (Guralnick et al., 1989). تبلغ تكاليف الرعاية الطبية اليوم للمصابين بأمراض مزمنة أكثر من ٦٠ ٪ من تكاليف الرعاية الطبية للأمة ككل (Centers for Disease Control and Prevention, 2003). سيكون لدى ١٥٧ مليوناً من الأمريكيين بحلول عام ٢٠٢٠م أمراضاً مزمنة، وسيرتبط ٨٠ ٪ من إجمالي إنفاق البلاد على الرعاية الطبية بمعالجة هؤلاء الأشخاص (Wu and Green, 2000). نحتاج نتيجة لهذه التوجهات (trends) إلى تركيز معظم جهودنا على تطوير نظام للرعاية الصحية يقدم برامج علاج طويل الأجل لمرضى يعانون من أمراض مزمنة متعددة.

أصبح المستهلكون اليوم بسبب تعرضهم للتطورات في التكنولوجيا والإنترنت على دراية أكبر ولهم توقعات أعلى من أي جيل سابق فيما يتعلق بنوعية الرعاية الصحية وتوفرها. سيطالب هؤلاء المستهلكون الحكومة والصناعة بالعمل معاً لضمان توفير رعاية صحية ذات جودة بسهولة وبتكلفة معقولة. ومع تطلع سكان الولايات المتحدة إلى عمر أطول واحتمال علاج طويل الأجل لأمراض مزمنة فإن توافر رعاية صحية فعالة ويمكن دفع تكاليفها يصبح قضية نوعية حياة حاسمة (critical quality-of-life issue).

القوى التنظيمية Regulatory Forces

أدت القضايا المتعلقة بجودة الرعاية الصحية وتكاليفها في السنوات الأخيرة إلى مبادرات من الحكومة والصناعة موجهة لتحسين جودة وتوافر الرعاية الصحية والحد من تكاليفها. رفعت مجموعة صناعية محترمة تقريراً إلى الكونغرس في أوائل تسعينيات القرن العشرين يفيد بأنه يمكن توفير ٧٣ بليوناً من الدولارات سنوياً إذا ما تبنت منظمات الرعاية الصحية استخدام أشكال بيانات قياسية موحدة (standardized data formats) لتبادل معلومات المرضى (Duncan et al., 2001). كانت ردة فعل الكونغرس هي تضمين أحكام التبسيط الإداري في قانون محاسَبية ومحمولية الضمان الصحي (HIPAA) وتمرير هذا التشريع في عام ١٩٩٦م. تم في تشريع الـ HIPAA توجيه وزارة الصحة والخدمات البشرية (HHS) الأمريكية بوضع لوائح (قواعد ناظمة) تطالب منظمات الرعاية الصحية بتبني استخدام بيانات قياسية موحدة، وبضمان خصوصية المعلومات الصحية المرتبطة بالمريض، وبتنفيذ إجراءات حماية لضمان سلامة وتوافر وسرية تلك البيانات. تم جدولة الأحكام المختلفة للـ HIPAA للتنفيذ بين عامي ٢٠٠٢م و٢٠٠٥م. ينبغي لاعتماد هذه الأحكام أن يساعد على تسهيل تبادل البيانات بين مجموعة متنامية بسرعة من أنظمة المعلومات والتكنولوجيا الطبية الحيوية.

أصدر معهد الطب (IOM) في عام ٢٠٠١م تقريره الذي يمثل نقطة تحول (watershed) بعنوان "عبور فجوة الجودة: نظام صحي جديد للقرن الحادي والعشرين" الذي فحص حالة نظام الرعاية الصحية في الولايات المتحدة (Institute of Medicine, 2001). يشرح هذا التقرير بالتفاصيل توصيات للصناعة بما في ذلك عدد من التوصيات الرئيسية بشأن "الاستفادة من التطورات في تكنولوجيا المعلومات لتحسين الإجراءات الإكلينيكية والإدارية" وفي الواقع فإن العديد من التوصيات الواردة في التقرير الرئيسي لا يمكن تحقيقه إلا من خلال التكامل الفعال للمعلومات والتكنولوجيات الإكلينيكية أو الطبية الحيوية. أصدر الـ IOM قبل ذلك بعام تقريراً رئيسياً آخر بعنوان "أن تخطئ فهذا إنساني: بناء نظام صحي أكثر أماناً" أشار إلى أن ما يصل إلى ٩٨ ألف أمريكي يموتون سنوياً نتيجة للأخطاء الطبية (Kohn et al., 2000). ذُكر في ذلك التقرير أن الاستخدام المتزايد لتكنولوجيات أكثر تطوراً وتعقيداً هو أحد العوامل التي ساهمت في العديد من هذه الأخطاء. ويمضي التقرير إلى التأكيد على أنه يجب

الاعتراف بالتكنولوجيا كعضو في فريق الرعاية الصحية وأن من بين أدوارها تعزيز الأداء البشري وأتمتة العمليات للقضاء على فرص البشر في ارتكاب أخطاء. إلا أن أعطال الأنظمة تحدث، وحيثما يتم استخدام التكنولوجيا فإنه لا يزال يتعين على البشر إيجاد سبل فعالة لمراقبة العمليات التي يؤتمتونها. لقد كان لكلا تقريري الـ IOM تأثير كبير على صناعة الرعاية الصحية ومن المرجح جداً أن يؤثرا على التشريعات الاتحادية ومبادرات الصناعة في المستقبل المنظور.

تم في عام ١٩٩٩م إطلاق مبادرة ترعاها الصناعة بعنوان "تكامل شركات الرعاية الصحية" (IHE). جمعت الـ IHE مهنيين طبيين وشركات صناعة أنظمة معلومات رعاية صحية وأنظمة تصوير "للاتفاق على وتوثيق وتوضيح طرق مستندة إلى معايير لتبادل المعلومات في دعم رعاية مريض مثلى (RSNA, 2001)". تمت رعاية المبادرة من قبل جمعية الأشعة لأمريكا الشمالية (RSNA) وجمعية أنظمة معلومات وإدارة الرعاية الصحية (HIMSS). يحاول هذا البرنامج الآن بعد جهود ناجحة في مجال التصوير الطبي توسيع مجاله إلى المختبرات الإكلينيكية وطب القلب ومجالات أخرى قد تستفيد من التكامل الفعال لأنظمة طبية حيوية وأنظمة تكنولوجيا المعلومات.

ربما تمثل الـ HIPAA وتقارير الـ IOM والـ IHE المبادرات التنظيمية وشبه التنظيمية الأكثر أهمية المؤثرة في تبني التكنولوجيا في صناعة الرعاية الصحية في الأوقات الحالية. وبتطلعنا إلى التكنولوجيا للمساعدة في التصدي للعدد المتزايد من مشاكل وقضايا الرعاية الصحية، فإنها سوف تتحول بلا شك إلى أن تكون سلائف فقط للعديد من المبادرات المستقبلية اللاحقة.

محصلة تأثير هذه القوى Net Impact of these Forces

ستخضع الرعاية الصحية في الولايات المتحدة بسبب القوى الموصوفة آنفاً لتغييرات كبيرة في غضون السنوات الـ ٥-٢٠ المقبلة. ستركز صناعة الرعاية الصحية بصورة متزايدة على العلاج طويل الأجل للحالات المزمنة لعينة سكانية من المرضى متقدمين في السن. تتوقع هذه العينة رعاية عالية الجودة متاحة بسهولة وبأسعار معقولة في آن معاً. ستسهل التطورات التكنولوجية مقدرة الصناعة على تلبية هذه المطالب وستدفع الضغوط التنظيمية (القانونية) إلى تكامل أفضل.

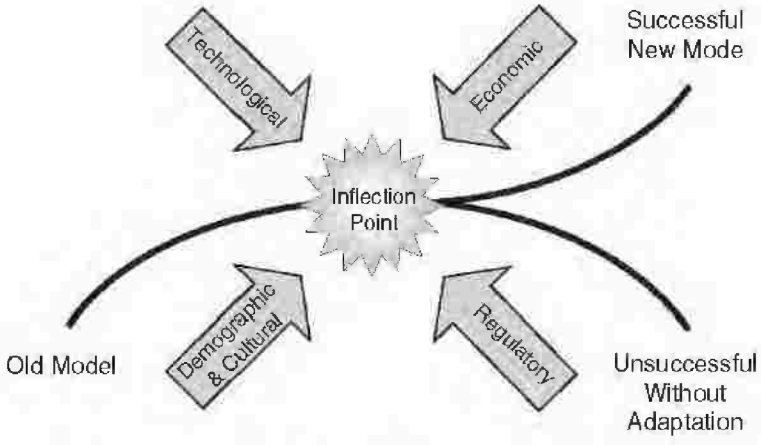
نقطة الانعطاف الإستراتيجي للهندسة الإكلينيكية

Strategic Inflection Point for Clinical Engineering

عرَّف Andrew Grove رئيس مجلس إدارة شركة Intel "نقطة الانعطاف الإستراتيجي" كمصطلح يصف الوقت الذي تغيِّر فيه قوى شديدة وإلى الأبد المنظر العام لصناعة ما منشئة فرصاً وتحديات (Grove, 1999). تتقدم الأعمال التجارية والصناعات في نموذج Grove بطريقة ثابتة سلسة حتى تصل إلى نقطة خفية حيث تفرض ديناميكيات

الأعمال تغييراً في المناخ ذلك التقدم. إن الانتقال في "نقطة الانعطاف" هذه من النعومة والخفاء بحيث لا توجد علامات عميقة واضحة أو كبيرة أو كارثية (cataclysmic). إلا أنه من المحتمل، واعتماداً على الإجراءات التي يتم اتخاذها، أن تتقدم الأعمال عبر نقطة الانعطاف على طول ممر إلى مستويات مرتفعة لم يسبق لها مثيل، أو أنها سوف تجد نفسها تسير في طريق نحو الغموض (obscurity). إذا ما ضيّعت الأعمال الفرصة وبدأت بالفرع الهابط من المنحني فإنه من الصعب بشكل متزايد إعادة التقدم إلى نقطة البداية وتصحيح الإجراءات التي لم تتخذ عند نقطة انعطاف. ولذلك فإن من الأهمية بمكان أن يتم التوقع والتصرف قبل الوصول إلى نقطة الانعطاف.

تصل برامج الهندسة الإكلينيكية، وربما المهنة، إلى نقطة الانعطاف الإستراتيجي كما هو مبين في الشكل رقم (١٣٥,١). تعتمد قابلية حياة الهندسة الإكلينيكية على المدى الطويل كوظيفة وخدمة مستقلتين على النموذج الذي تتبناه برامج الهندسة الإكلينيكية من أجل المستقبل. يضمن اختيار النموذج الصحيح دوراً مستقبلياً للهندسة الإكلينيكية كعنصر منتج بنجاح وهام في مجال الرعاية الصحية. ينشأ عن اختيار النموذج الخاطئ تراجع للدور إلى أن تستوعب برامج خدمات تقنية أخرى أي وظيفة متبقية للهندسة الإكلينيكية.



الشكل رقم (١٣٥,١). نقطة الانعطاف الإستراتيجي في برامج الهندسة الإكلينيكية.

المنظور التاريخي Historical Perspective

واجهت الهندسة الإكلينيكية نقطة انعطاف إستراتيجي أخرى في الماضي. بدأت المستشفيات ابتداء من منتصف وإلى أواخر ستينيات القرن العشرين بزيادة كبيرة في تبنيها واستخدامها للأجهزة الطبية الحيوية. كتب ناشط المستهلكين رالف نادر في عام ١٩٧٠م مقالاً في مجلة Ladies Home Journal زاعماً فيه أن ما لا يقل عن ١٢٠٠ أمريكي يُصعقون بالكهرباء سنوياً في المستشفيات أثناء الإجراءات التشخيصية والعلاجية الروتينية (Nader, 1971).

أفاد معهد أبحاث رعاية الطوارئ (ECRI) وهو منظمة غير ربحية تقيّم سلامة وفعالية الأجهزة الطبية بأن "نسبة مثيرة للقلق من... الأجهزة الطبية غير فعالة بشكل واضح أو ذات نوعية رديئة أو خطيرة". حوالي نصف الأجهزة الطبية الجديدة التي يتم شراؤها وتسليمها الى المستشفيات كانت معيبة إلى حد ما (Health Devices, 1971). ساعدت تقارير ECRI عن مواضيع جودة الأجهزة الطبية جنباً إلى جنب مع تصريحات رالف نادر بشأن السلامة الكهربائية في رفع مستوى الاهتمام العام، وتم عقد سلسلة من جلسات الاستماع في الكونغرس حول سلامة الأجهزة الطبية بشكل متلاحق. اعتمدت إدارة الغذاء والدواء الأمريكية (FDA) واللجنة المشتركة لاعتماد المستشفيات (JCAH) والاتحاد الوطني للحماية من الحرائق (NFPA) ومختبرات Underwriters Laboratories (UL) والاتحاد من أجل تقدم الأجهزة الطبية (AAMI) والعديد من الولايات على مدى السنوات الخمس اللاحقة معايير أو لوائح (قواعد ناظمة) تتصل بتصميم و/ أو تصنيع و/ أو اختبار الأجهزة الطبية.

أدى الجمع خلال هذه الفترة بين التبني السريع للتكنولوجيات الجديدة وتزايد القلق العام حول السلامة وإصدار اللوائح (القواعد الناظمة) إلى حدوث نقطة انعطاف. سيكون لنقطة الانعطاف هذه أثر كبير على نمو المجال الجديد نسبياً للهندسة الإكلينيكية. كان لدى قليل مما يقرب من الـ ٧٠٠٠ مستشفى في الولايات المتحدة برامج هندسة إكلينيكية في أوائل سبعينات القرن العشرين. وضعت JCAH (أكبر منظمة لاعتماد المستشفيات في الولايات المتحدة) في عام ١٩٧٥م متطلباً بأن تقوم المستشفيات بفحوص استلام لجميع الأجهزة الطبية الجديدة وإجراء اختبارات سلامة كهربائية روتينية لجميع الأجهزة الطبية المستخدمة في مرافقها. عندما حدثت نقطة الانعطاف هذه في أوائل سبعينيات القرن العشرين كان هناك العديد من الفرص لأولئك الأشخاص والمؤسسات التجارية التي كانت مؤهلة ومستعدة لتقديم خدمات أجهزة طبية حيوية. وظفت المستشفيات الكبيرة مهندسين إكلينيكيين وفنيي معدات طبية حيوية لتطوير وتشغيل برامج داخلية لإدارة الأجهزة الطبية. أما المستشفيات الصغيرة التي لم يكن باستطاعتها توظيف موظفين مكرَّسين فقد تعاقدت في العادة مع منظمات خدمات هندسة إكلينيكية لتحصل على خدمات لأجهزتها الطبية.

انصب التركيز الأساسي لخدمات الهندسة الإكلينيكية في السنوات الأولى على فحوصات الاستلام والفحوصات الروتينية (مع تركيز على اختبار السلامة الكهربائية) وعلى إصلاح الأجهزة الطبية الحيوية. وفي حين أن دور الهندسة الإكلينيكية على مدى السنوات الـ ٢٥ الماضية قد اتسع نطاقه، إلا أن فحص الأجهزة الطبية الحيوية و اختبارات السلامة الكهربائية والإصلاحات لا تزال تمثل جزءاً كبيراً من معظم جهود البرامج. يمكن لخدمات برامج الهندسة الإكلينيكية اليوم أن تتضمن ما يلي:

خدمات إدارة الأجهزة:

- إدارة المخزون.

- تحليل المخاطر.
- تقييم الأجهزة والأنظمة الجديدة قبل اقتنائها .
- إدارة شؤون البائعين.
- المطابقة (للوائح الحكومية و معايير الاعتماد على سبيل المثال).
- خدمات التعليم (لمستخدمي الأجهزة وكادر الهندسة الإكلينيكية).
- تتبع الأجهزة (الأخطار والاستدعاءات).
- تحليل الأسباب الأصلية (الجذرية) للمخرجات السيئة والتحقيق في الحوادث وتقديم التقارير.
- ضمان الجودة .
- تقييم الأجهزة والعمليات والإجراءات التحقيقية.
- تصميم وتصنيع وتعديل أجهزة جديدة أو موجودة.

الخدمات التقنية:

- الفحص والاختبار (وظيفي، سلامة، أداء).
- المعايرة .
- الصيانة الوقائية.
- الصيانة التصحيحية (أي الإصلاح).

لم يطرأ تغيير كبير على الهندسة الإكلينيكية بخلاف توسيع نطاق الخدمات التي تقدمها. بأخذ الديناميكيات التكنولوجية والاقتصادية والثقافية والتنظيمية الفاعلة في صناعة الرعاية الصحية الآن بالاعتبار فسوف تتحول الهندسة الإكلينيكية قبل عام ٢٠١٠م. تعتمد طبيعة ونجاح هذا التحول على ما نقوم به الآن كمهندسين إكلينيكيين.

بادر بالعمل الآن!

"إذا كنت تريد أن تزدهر على الجانب الآخر من نقطة الانعطاف الإستراتيجي فعليك أن تبادر بالعمل قبل أن تصل إلى هناك" (رئيس مجلس إدارة شركة Intel وأحد مؤسسيها : Andrew S. Grove).

وفي حين لا نفتأ نفكر في أعمالنا الحالية فإنه يجب علينا وضع أسس للمستقبل الآن. لا يمكننا انتظار الأحداث لتغمرنا، وإلا فسوف نخاطر بعدم الجدوى.

يجب على الهندسة الإكلينيكية...

تبني مقاربة أنظمة وعمليات:

لقد تم توجيه خدمات الهندسة الإكلينيكية تقليدياً نحو إدارة أجهزة منفصلة (أي إدارة أجهزة). تمت إدارة الأنظمة والعمليات (أي إدارة التكنولوجيا)، إذا أُديرت أصلاً، بشكل هامشي فقط. يتطلب أخذ الأنظمة

والعمليات بالاعتبار النظر إلى الصورة الكبيرة؛ ليس التركيز على أجهزة منفصلة وإنما فهم الطرق التي يجب ربط الأجهزة الفردية فيها ببعضها لإنجاز عملية تقنية. يتوجب على الهندسة الإكلينيكية أن تصبح أكثر توجهاً نحو الأنظمة والعمليات. تصبح الأجهزة الطبية الحيوية على نحو متزايد جزءاً من أنظمة تكنولوجية متكاملة. سوف تساهم التكنولوجيا بشكل كبير في جودة الرعاية وسلامة المريض ونتائج المريض وسلامة البيانات الصحية وقضايا التوافر. تشتمل هذه القضايا على عمليات وتتطلب مقاربة أنظمة في إدارتها.

إضافة مهارات تكنولوجيا معلومات واتصالات أساسية:

كان الاتجاه لسنوات بالنسبة للأجهزة والأنظمة الطبية الحيوية هو معالجة كميات متزايدة من البيانات، وبالنسبة لهذه الأنظمة أن يتم ربطها ببعضها لتبادل هذه البيانات. أما اليوم فإن "المعالج الصغري" (الميكروبروسيسور) والـ"RAM" (ذاكرة الوصول العشوائي) والـ "firmware" (العتاد الثابت) والـ "software" (البرمجيات) و "I/O port" (منفذ الدخل/ الخرج) والـ "Ethernet" (الإيثرنت) مصطلحات قابلة للتطبيق بالتساوي على الأنظمة الطبية الحيوية وأنظمة تكنولوجيا المعلومات. وسوف يستمر هذا الالتقاء للتكنولوجيا الطبية الحيوية وتكنولوجيا المعلومات وتكنولوجيات الاتصالات في مجال الرعاية الصحية. ستقدم تكنولوجيا المعلومات والاتصالات العمود الفقري الذي سوف تعمل معه سوية أنظمة طبية حيوية متكاملة. يجب أن تطور الهندسة الإكلينيكية كفاءات أساسية في تكنولوجيا المعلومات والاتصالات. كما يتوجب على الهندسة الإكلينيكية أيضاً من أجل ضمان دعم وتغطية هذه التكنولوجيات المندمجة أن تكون مستعدة لمكاملة خدماتها على مستوى مناسب مع تلك التي لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات

مراقبة التطورات التكنولوجية والتنظيمية والاقتصادية وغيرها من التطورات:

يجب على الهندسة الإكلينيكية رصد التطورات التي يحتمل أن تؤثر على قيمة مساهمتها في المنظمة. وينبغي أن تكون خدمات الهندسة الإكلينيكية مهيكلة بحيث تأخذ هذه التطورات بعين الاعتبار وتقدم القيمة القصوى. ينبغي للهندسة الإكلينيكية أن تصبح خبيرة في تكنولوجيات رئيسية جديدة وأن تكون مستعدة للتصدي لضغوط تنظيمية جديدة وأن تحسب حساباً للمسائل الاقتصادية في تخطيطها التكنولوجي.

الإلمام بـ "الشؤون التجارية" ("Business") للتكنولوجيا:

يجب أن تكتسب الهندسة الإكلينيكية خبرة في الدقائق الاقتصادية المتعلقة بتبني واستخدام التكنولوجيا بما في ذلك تحليلات التكلفة والعائد (cost/benefit) وتحليلات عوائد الاستثمار (ROI) و تحليلات تكلفة دورة الحياة. إن هذه الاعتبارات هي في العادة الداعم في الوهلة الأولى (prima facie) للقرارات المتعلقة بالتكنولوجيا التي يتخذها تنفيذيو الرعاية الصحية. يجب أن تكون الهندسة الإكلينيكية مستعدة لتزويد صانعي القرار هؤلاء بهذه المعلومات.

التخطيط لمكاملة التكنولوجيات الطبية الموجودة والجديدة:

سيتم مكاملة التكنولوجيات "الموروثة" ("Legacy") (أي القائمة والجديدة). يجب أن تتوقع الهندسة الإكلينيكية الحاجة إلى التكامل وتفهم التأثيرات وتمتلك المهارات اللازمة لإدارة عملية التكامل بنجاح.

تطوير أنظمة وبنى تحتية (هياكل أساسية) لدعم التكنولوجيا في أماكن غير تقليدية:

سيتم تقديم الرعاية الصحية على نحو متزايد خارج الأماكن التقليدية (مثل المستشفيات والعيادات). يجب أن تكون الهندسة الإكلينيكية على استعداد لدمج ودعم التكنولوجيا الطبية في أماكن غير تقليدية (مثل منازل المرضى ومرافق الحياة بمساعدة والمكاتب والمدارس والأماكن العامة) من خلال تطوير الأنظمة والبنى التحتية اللازمة.

فحص خدمات وممارسات الهندسة الإكلينيكية القائمة عن كثب:

يجب أن تفحص الهندسة الإكلينيكية عن كثب خدماتها وممارساتها القائمة لتحديد تلك التي تعتبر ضرورية من أجل المستقبل وتلك التي ينبغي التخلص منها. لا تستطيع الهندسة الإكلينيكية تحمّل إنفاق موارد أو الاستمرار في تقديم خدمات فوائدها قليلة أو لا فوائد لها يمكن إثباتها.

إدماج التعليم المستمر:

إن وتيرة ثورة تكنولوجيا الرعاية الصحية آخذة في التسارع. إن الأمل الوحيد للهندسة الإكلينيكية للمساهمة في التبني الناجح لتكنولوجيات جديدة يكمن في تبني نظام للتعليم المستمر. يجب أن يتضمن مثل هذا التعليم برامج يتم تقديمها من قبل جامعات ومنظمات أقران مهنية ومجموعات تجارية وشركات مصنِّعة. ينبغي أن يتضمن هذا التعليم أيضاً بحثاً منتظماً في المراجع لتحديد التطورات الحالية في التكنولوجيا والمواضيع المتعلقة بتبنيها.

بناء علاقات مع مساهمين (أصحاب مصلحة) آخرين:

إن العمل الجماعي أمر حاسم إذا كان لصناعة الرعاية الصحية أي أمل في التصدي بفعالية للقضايا التكنولوجية والاقتصادية والتنظيمية والاجتماعية التي يتعين عليها مواجهتها في السنوات القادمة. ينبغي للهندسة الإكلينيكية تحديد المساهمين (أصحاب المصلحة) في عملية تطبيق التكنولوجيا وينبغي لها العمل على إقامة علاقات فعالة مع هؤلاء الأفراد والجماعات المهمة.

وضع خطة للانتقال من الخدمات القائمة إلى الخدمات المستقبلية:

يتوجب على الهندسة الإكلينيكية وضع خطة للانتقال من الخدمات القائمة إلى الخدمات المستقبلية والبدء في تنفيذها. يجب أن توفر الخطة اكتساب المهارات والموارد اللازمة وتثقيف العملاء وكذلك الموظفين ووضع جداول زمنية لضمان الانتقال السلس.

صياغة رؤية للهندسة الإكلينيكية ضمن المنظمة:

يتوجب على الهندسة الإكلينيكية تطوير وصياغة رؤية واضحة على تناسق وثيق مع رؤية ورسالة المنظمة (المنظمات) التي يتم خدمتها، لكنها تضمن أيضاً أن الرؤية تعزز الجودة والخدمة والابتكار.

المجالات المستقبلية لخدمات الهندسة الإكلينيكية

Future Scope of Clinical Engineering Services

يمنح التعليم والخبرة المهندس الإكلينيكي عادة فهماً أساسياً: ١) ليس فقط للتكنولوجيات ذات الصلة وإنما أيضاً للأنظمة الفيزيولوجية التي يتم تطبيق تلك التكنولوجيا عليها، و ٢) لبيئة الرعاية الصحية التي تُستخدم فيها التكنولوجيا، و ٣) للإطار التنظيمي الذي توجد فيه التكنولوجيا. يمكن أن يُتوقّع من المهندسين الإكلينيكيين أن يطوروا مهارات تنظيمية وفي إدارة المشاريع والتخطيط الإستراتيجي ومهارات في التحقيق لضمان توافر متواصل لتكنولوجيا رعاية صحية آمنة وفعالة.

نظراً لقوى التغيير والمواهب المتأصلة والفريدة للمهندس الإكلينيكي فإن من المرجح أن تتضمن خدمات الهندسة الإكلينيكية في المستقبل خدمات استشارية إدارية وخدمات دعم وخدمات تقنية.

الخدمات الإدارية والإستشارية Management and Consulting Services

إدارة المخزون والأصول

يجب أن يدير أي عمل تجاري أصوله بفعالية ليبقى على قيد الحياة. إن الجرد الدقيق للمخزون مكون أساسي من مكونات أي برنامج فعال لإدارة الأصول. يقع على عاتق الهندسة الإكلينيكية المسؤولية الأساسية للمحافظة على معلومات مفصلة عن مخزون الأجهزة والأنظمة الطبية، وينبغي أن تستمر في فعل ذلك. تتضمن المعلومات الأساسية لجرد المخزون: الكمية والنوع والمالك وتواريخ الاقتناء/ الضمان والقيمة النقدية للأجهزة والأنظمة الطبية. يتوجب على الهندسة الإكلينيكية بالإضافة إلى ذلك أن تقيّم وتحدّث بانتظام مجالاً واسعاً من المعلومات عن هذه الأجهزة والأنظمة بما في ذلك المعلومات التالية:

- الموقع الحالي.
- الأجهزة والأنظمة المرتبطة ببعضها (أي سجل للتوصيلات البينية مع أجهزة وأنظمة أخرى).
- الحالة المادية والتشغيلية الحالية.
- درجة التقادم (البلى).
- متطلبات ومسؤوليات التشغيل و الصيانة.
- تاريخ التشغيل والصيانة.
- المخاطر المتعلقة بالسلامة على المرضى والموظفين والمترافقة مع سوء تطبيق الجهاز أو النظام أوفشله أو عدم توافره.
- المخاطر المالية على المنظمة في حالة فشل الجهاز/ النظام (أي هل للجهاز أو النظام مهمة حاسمة؟).
- تاريخ الاستدعاءات (السحب من الخدمة) والأخطار المبلّغ عنها.

ينبغي للهندسة الإكلينيكية بمجرد جمع معلومات الأصول المذكورة أن تستخدمها للقيام بما يلي:

- توفير نشر وثيقة فيما يتعلق بحالة واستخدام وصيانة الأجهزة والأنظمة.
- تحضير الميزانيات الرأسمالية وجدولة التحديثات أو الاستبدالات للأجهزة والأنظمة التالفة أو القديمة.
- التشجيع على تقييس الأجهزة والأنظمة (التوحيد القياسي لها).
- تسهيل التكامل مع أجهزة وأنظمة أخرى.
- تخطيط نوع وزمن وتكرار ومصدر الصيانة (مثل المعايرة والفحص والصيانة الوقائية).
- إعداد ميزانيات الصيانة والتشغيل للأجهزة والأنظمة الطبية.
- إجراء تحليلات للمخاطر وتسهيل جهود تخفيف المخاطر (بما في ذلك التخطيط لمواجهة الكوارث).
- تحليل أداء وسلامة وموثوقية الأجهزة والأنظمة.
- تحليل جودة وفعالية الخدمات التقنية المقدمة للأجهزة والأنظمة.
- تحديد القيمة المالية الحقيقية لأصول المنظمة من التكنولوجيا الطبية.

التخطيط الإستراتيجي

يتسارع تطور تكنولوجيا الرعاية الصحية باطراد على عدد من الجبهات. وعندما تصبح هذه المجموعة المتسعة باطراد من التكنولوجيا متوافرة فإن لديها الإمكانية للتأثير بشكل إيجابي على تقديم الرعاية الصحية من خلال تحسين الجودة والسلامة والتوافر مع خفض التكاليف. إلا أنه لا يمكن تحقيق هذه الآثار الإيجابية إلا من خلال التخطيط الدقيق والتبني للتكنولوجيات المناسبة ودمجها في عملية تقديم الرعاية الصحية. إن الهندسة الإكلينيكية مؤهلة بشكل فريد للمساهمة في عملية التخطيط الإستراتيجي المتوجبة. يجب أن يكون المهندسون الإكلينيكيون مستعدين لاستخدام قدراتهم الفريدة للقيام بما يلي:

- العمل باستمرار على زيادة وعيهم بالتكنولوجيات القائمة والمتوفرة حديثاً.
- تقييم نقاط القوة الفنية وأوجه القصور في سياق التطبيقات المقصودة.
- تطبيق معارفهم للبيئة حيث تُستخدام الأجهزة أو الأنظمة من أجل الاختيار والترتيب المناسبين للأجهزة والأنظمة.
- التخطيط من أجل التركيب والتكامل مع أنظمة أخرى والتدريب، والصيانة المستمرة.
- المساهمة في تحليلات التكاليف والمنافع وتكلفة دورة الحياة.

الجودة والسلامة

لقدأصبحت الجودة والسلامة في السنوات الأخيرة مصدر قلق رئيسي لصناعة الرعاية الصحية في الولايات المتحدة ومن المرجح أن تستمر كذلك. إن لدى التكنولوجيا القدرة على المساهمة في الجودة

والسلامة ولكنها يمكن أن تكون ضارة إذا لم تُدَر بطريقة سليمة. يجب على الهندسة الإكلينيكية لضمان كون أثر التكنولوجيا إيجابياً:

- تبني نظام إدارة للجودة (مثل: ISO 9000 أو Six Sigma أو Malcolm Baldrige) من شأنه أن تسهيل تحديد:
  - معايير الأداء بالنسبة للأنظمة والعمليات التقنية.
  - الأهداف المستهدفة والغايات (المعالم المرجعية (benchmarks)) المرتبطة باستخدام التكنولوجيا.
  - الأساليب لتحقيق هذه الأهداف والغايات.
  - تقنيات لقياس التقدم المحرز باتجاه الأهداف والغايات.
  - عملية لتحليل وتحسين فعالية الأساليب للوصول إلى الأهداف والغايات.
- تنفيذ برنامج إدارة مخاطر يتضمن:
  - برنامج تقييم يحدد المخاطر من خلال تقييم الآثار المترتبة لفشل الأنظمة التقنية وعملياتها ذات الصلة على صحة المريض وسلامة المريض/ الموظفين وسلامة الوضع المالي للمنظمة.
  - برنامج تخفيف يرتب أولويات المخاطر التي تم تحديدها ويوفر وسائل للحد منها إلى مستوى مقبول.
- توفير تحليل للأسباب الأصلية (الجذرية) وتحقيق ودعم للإبلاغ عندما تكون التكنولوجيا والعمليات التقنية متورطة في نتائج أو حوادث سيئة:
  - تحديد الأسباب المساهمة.
  - اقتراح توصيات لمنع تكرار الحدوث.

المطابقة

تنتج الحكومة والصناعة مجموعة متغيرة باستمرار من اللوائح والمعايير التي تؤثر على تكنولوجيا الرعاية الصحية. يتضمن دور المهندس الإكلينيكي ضمان المطابقة مع معايير ومبادرات الحكومة والاعتماد و الصناعة ذات الصلة (مثل: FDA و SMDA و HIPAA و JCAHO و IOM و IHE). وهذا يتطلب منهم فهم القوانين والمعايير والكودات والممارسات القائمة والبقاء على اطلاع على التغييرات. يجب أن تتخذ الهندسة الإكلينيكية أيضاً خطوات لضمان استخدام وصيانة الأنظمة والعمليات التقنية بطريقة تكفل المطابقة مع جميع اللوائح والمعايير ذات الصلة.

إدارة البائعين

يتضمن بائعو التكنولوجيا الطبية المصنِّعين والموزعين ومنظمات الخدمة المستقلة. ولأن منظمات الرعاية الصحية تعمل بالضرورة مع بائعين للحصول على التكنولوجيا الطبية والخدمات التقنية فإن الهندسة الإكلينيكية بحاجة إلى ضمان أن تكون علاقة العمل فعالة لجميع الأطراف. ينبغي للهندسة الإكلينيكية أن تكون بمثابة صلة

الوصل التقني لضمان أن يحصل البائعون على جميع المعلومات والوصول الضروري بالنسبة لهم لتقديم تكنولوجيا وخدمات ملائمة. ينبغي للهندسة الإكلينيكية أيضاً:

- تقييم البائعين ومنتجاتهم وخدماتهم والتوصية بأولئك الذين يلبون حاجات ومعايير المنظمة على الوجه الأفضل.
- ضمان إدراج الأحكام والشروط الضرورية في الاتفاقات مع البائع والتأكد بانتظام من مطابقة البائع لهذه الأحكام والشروط.
- التأكد من توفير البائع لأي معلومات ووثائق وبرامج وأدوات متخصصة وتعليم ضروري لتشغيل أو صيانة التكنولوجيا.
- التحقق من سلامة التكنولوجيا المورَّدة.
- مراقبة جودة البائع وسلامة الخدمات المقدَّمة.

خدمات الدعم Support Services

التعليم

ينبغي لدور الهندسة الإكلينيكية في التعليم التقني أن يستمر في التغيير. إن من المهم تدريب المستخدمين على التشغيل السليم للأنظمة التقنية. إن خبرات المهندسين الإكلينيكيين في التكنولوجيا وفهم التطبيقات تجعلهم مناسبين تماماً بشكل فريد لاستكمال تدريب التطبيق مع تعليم المستخدمين على الاستخدام الفعال وأساسيات تحديد وإزالة أعطال الأجهزة والأنظمة.

مكتب المساعدة

ينبغي أن تتبنى الهندسة الإكلينيكية مفهوم "مكتب المساعدة". يأتي مفهوم مكتب المساعدة من صناعة تكنولوجيا المعلومات. لقد نشأ عن انتشار أجهزة الكمبيوتر التجارية على مكاتب أناس لا علاقة لهم بتكنولوجيا المعلومات حاجة إلى مصدر ذي خبرة تقنية سهل التحديد والتوافر (أي مكتب المساعدة). عندما يواجه مستخدمو الكمبيوتر مشاكل كمبيوتر لا مفر منها فإنه يمكنهم الاتصال هاتفياً بمستشار برمجيات أو أجهزة على مكتب مساعدة يمكنه التحدث مع المستخدمين عن حل، ومن ثم حل المشكلة بسرعة أكبر وبتكلفة أقل من إمكانية القيام بذلك من خلال زيارة للموقع من قبل موظف تكنولوجيا معلومات. لقد عزز استخدام برمجيات الوصول عن بعد والتحكم عن بعد في السنوات الأخيرة من قدرة العاملين في مكتب المساعدة على تقديم المساعدة وتحديد وإزالة الأعطال وحل المشاكل عن بعد. وإذا كان للهندسة الإكلينيكية أن تعتمد نهج مكتب المساعدة فإنها تستطيع استكمال الخدمات القائمة من خلال توفير بعض الدعم التشغيلي والتقني الأساسي لمستخدمي الأنظمة والأجهزة

(كالإكلينيكيين والمرضى). وبما أنه يتم بشكل متزايد ربط أنظمة طبية أكثر عبر الاتصالات السلكية واللاسلكية والشبكات والإنترنت فإنه يمكن لمكتب المساعدة القيام بتحديد وإزالة الأعطال والتشخيص وتحديثات الأنظمة عن بعد. سيكون هناك كبار موظفين فنيين أيضاً على مكتب مساعدة من هذا القبيل لدعم موظفين تقنيين أقل خبرة في المواقع النائية.

الخدمات التقنية Technical Services

التركيب والتكامل

كثيرا ما يتطلب تركيب تكنولوجيا جديدة اليوم ترتيب وتكامل برمجيات/ أجهزة مع أنظمة قائمة. سيزداد مستوى تكامل الأنظمة الطبية بشكل كبير في المستقبل. إن خبرة الهندسة الإكلينيكية في طائفة واسعة من الأنظمة والتطبيقات التقنية يجعلها مناسبة تماماً لتقديم التوجيه والمساعدة التقنية في تركيب وتكامل الخدمات.

التحديثات

سوف تصبح تحديثات الأنظمة أكثر شيوعاً مع حدوث التطورات في الأجهزة والبرمجيات الطبية. سوف يحاول مالكو التكنولوجيا الحد من التكاليف عن طريق تحديث المكونات والبرمجيات على دفعات بدلاً من تحديث النظام بأكمله مرة واحدة. يجب أن تكون الهندسة الإكلينيكية على استعداد لتقديم المشورة والمساعدة في عملية التحديث هذه.

الاختبار والفحص والصيانة الوقائية

ستتناقص أدوار الاختبار والفحص والصيانة الوقائية (PM) بدرجة كبيرة. ستظل الأجهزة والأنظمة بحاجة إلى الاختبار والفحص عند التركيب. إلا أن الاختبار الروتيني و فحص الأجهزة والأنظمة حيث تم إثبات أن نتائج الاختبار/ الفحص لم تختلف أبداً أمر مشكوك فيه سواء من حيث القيمة ومن حيث استخدام الموارد المحدودة. لقد أصبحت التكنولوجيا الطبية ذات موثوقية بما فيه الكفاية بحيث أن عمليات الفحص البصري والتحقق التشغيلي ومراقبة وسائل التشخيص الذاتي من قبل موظفين تقنيين ومستخدمين ستحل الى حد كبير محل الأشكال التقليدية للفحص والاختبار والصيانات الوقائية.

الإصلاح

سوف تستمر الهندسة الإكلينيكية في تقديم خدمات الإصلاح للتكنولوجيا الطبية، إلا أن كمية وطبيعة خدمات الإصلاح ستتغير بالتأكيد. سوف تشغل خدمات الإصلاح موارد أقل للهندسية الإكلينيكية حيث ما تفتأ التكنولوجيا تصبح أكثر موثوقية وتتضمن وسائل تشخيص ذاتي. ستركز الإصلاحات بشكل متزايد على تحديد وإزالة الأعطال وحل المشكلات المرتبطة بأنظمة أجهزة مترابطة فيما بينها.

الاستنتاج
Conclusion

إن الهندسة الإكلينيكية عند نقطة انعطاف إستراتيجي. تعمل ديناميكيات تقنية واقتصادية وتنظيمية وثقافية على تشكيل مستقبل تقديم الرعاية الصحية. وبما أنه يتم تحويل طبيعة تقديم الرعاية الصحية بهذه القوى، فإن أنواعاً ومزيجاً من إدارة التكنولوجيا وخدمات الدعم التي تحتاج إليها الصناعة آخذة في التغير بشكل ملحوظ. إن لدى الهندسة الإكلينيكية فرصة قصيرة نسبياً لتبني نموذج خدمة يلبي هذه الاحتياجات المتغيرة. إن التأخير أو الفشل في تبني نموذج فعال للخدمة ونحن نمر في نقطة الانعطاف سوف يؤدي إلى تقليص دور الهندسة الإكلينيكية في إدارة تكنولوجيا الرعاية الصحية حيث ستتحرك مهن تقنية أخرى من أجل سد الحاجة. إن السؤال هو: هل سترتفع الهندسة الإكلينيكية إلى مستوى التحدي؟

المراجع
References

CDC. Chronic Disease Prevention. Atlanta, GA, Centers for Disease Control and Prevention (CDC), http://www.cdc.gov/nccdphp/about.htm, 2003.

CSHSC. Tracking Health care Costs: Hospital Care Key Cost Driver in 2000. Washington, DC, Center for Studying Health System Change, http://www.hschange.com/content/380/, 2000.

Duncan M, Rishel W, Kleinberg K, et al. A Common Sense Approach to HIPAA., GartnerGroup, March 2001.

Fonash SJ. Micro and Nano Technology: Impact on Biomedical Science and Practice. Association for the Advancement of Medical Instrumentation (AAMI) Conference. Minneapolis, MN, AAMI, 2002.

Frenster JH. Expert Systems and Open Systems in Medical Artificial Intelligence. Proc Am Assoc Med Syst Informatics, 89(7):118–120, 1989.

George WW. The Future of 21st Century Health: Getting the Right Care. Harvard Business School

Consumer-Driven Health Care Conference. Harvard, MA, Harvard Business School, 1999.

Gibbs W. Autonomic Computing. Scientific American May 6, 2002.

Grove AS. Only the Paranoid Survive. Random House, 1999.

Guralnick JM, et al. Aging in the Eighties: The Prevalence of Comorbidity and its Association with Disability. Vital and Health Statistics 170. Hyattsville, MD, National Center for Health Statistics, 1989.

Hay J, Forrest S, Goetghebeur M Executive Summary: Hospital Costs in the U.S., Blue Cross Blue Shield Association, 2001.

Health Forum, Almanac of Policy Issues, Policy News Publishing http://www.policyalmanac.org/health/index.shtml, 2002.

Heffler S et al. Trends: Health Spending Projections for 2002–2012. Health Affairs W3:54–65, 2003. Hospital Equipment Control Programs. Health Devices (1):75–93, 1971.

IBM. Autonomic Computing: IBM Perspective on the State of Information Technology. Armonk, NY, IBM, 2001.

Institute of Medicine. Crossing the Quality Chasm: A New Health System for the 21st Century., Institute of Medicine, 2001.

Kohn LT, Corrigan JM, Donaldson MS. To Err Is Human: Building a Safer Health System. Washington, DC, National Academic Press, 2000.

Nader, R. Ralph Nader's Most Shocking Exposé. Ladies Home Journal 88:98ff, 176–179, 1971.

Public Broadcasting System. Health care Crisis: Who's at Risk? PBS, June 8, 2000. http://www.pbs.org/healthcarecrisis/healthinsurance.html.

Recovery Oriented Computing (ROC): Motivation, Definition, Techniques, and Case Studies. Berkeley, CA, UC-Berkeley, March 16, 2002.

Woolhandler S, Himmelstein DU. The Deteriorating Administrative Efficiency of the U.S. Health Care System. N Engl J Med 324:1253–1258, 1991.
Wu S, Green A. Projection of Chronic Illness Prevalence and Cost Inflation. CA, RAND Health, 2000.

المواقع الإلكترونية

Websites

RSNA. Radiological Society of North America. http://www.rsna.org/IHE/iheyr3_connectathon_2001.shtml
US Department of Commerce. Census Bureau Projections, U.S. Department of Commerce News, January 13, 2000. http://www.census.gov/Press-Release/www/2000/cb00-05.html
US Public Law. Health Insurance Accountability and Portability Act, US Public Law 104–191, August 21, 1996. http://aspe.hhs.gov/admnsimp/pl104191.htm
WHO. World Health Report 2000, World Health Organization, October 4, 2001. http://www.who.int/whr/2000/en/report.htm

لقد تم نشر هذا الفصل أصلاً في عدد آذار/ حزيران (مارس/ إبريل) من عام ٢٠٠٣م في مجلة IEEE Engineering in Biology in Medicine Magazine وتم إعادة طبعه هنا بالموافقة.