١٢٩

الدفاع عن الهندسة الإكلينيكية
Clinical Engineering Advocacy

Thomas J. O'Dea
Hemoxy, LLC
Shoreview, MN

يهتم هذا الفصل بالدفاع عن الهندسة الإكلينيكية والأخلاقيات المرتبطة بممارستها. يتناول النظام الداخلي للكلية الأمريكية للهندسة الإكلينيكية (ACCE) كلا هذين الموضوعين. فمثلاً تعرف الـ ACCE المهندس الإكلينيكي بأنه "مهني يدعم ويساهم في تقدم رعاية المريض من خلال تطبيق مهارات هندسية وإدارية على تكنولوجيا الرعاية الصحية" (Bauld, 1991).

توسع الـ ACCE هذا التعريف في كودها (code) ذي النقاط السبع للأخلاقيات كما يلي:

١- منع الإصابات في البيئة الإكلينيكية (السريرية).

٢- التمثيل الدقيق لمعرفة المهندس الإكلينيكي ومستوى مسؤوليته وتعليمه وسلطته وخبرته.

٣- الكشف عن تضارب المصالح.

٤- حماية المعلومات السرية.

٥- تحسين إعطاء الرعاية للمريض.

٦- احتواء التكاليف عن طريق الاستفادة من التكنولوجيا.

٧- الترويج لمهنة الهندسة الإكلينيكية.

وسيتناول هذا الفصل النقاط المذكورة فيما سبق بناء على معرفة المؤلف الذي هو مهندس إكلينيكي لديه ٣٥ عاماً من الخبرة، ويصف علاقة هذه المجالات مع الأخلاقيات والدفاع.

الأساس للدفاع
Basis for Advocacy

إن الأساس للدفاع هو التصور بأن المهندس الإكلينيكي، كما هو معرَّف من قبل الـ ACCE وعملية الترخيص، يضيف قيمة لسلامة الأجهزة ووظائف التكنولوجيا التي غالباً ما يؤديها موظفون مختلفون في بيئة الرعاية الصحية. يشكل تبرير هذ التصور الأساس للدفاع ضمن مجتمع التكنولوجيا الطبية وبالنسبة للجمهور على حد سواء، وذلك باستخدام الخبرة لمهندس إكلينيكي متوسط. إن هدف تحسين رعاية المريض يبرر الجهود المبذولة لصون وتقوية المهنة. يعتمد نمو مهنة الهندسة الإكلينيكية والاعتراف بها جزئياً على ما إذا كان هؤلاء الذين في المهنة يعلّمون ويشرحون لمهنيين آخرين في الرعاية الصحية وللجمهور العام عن الدور الحاسم الذي تلعبه الهندسة الإكلينيكية في الرعاية الصحية.

يتم تقدير عمل المهندس الإكلينيكي على النحو الأفضل على المدى الطويل في الغالب، وذلك لأن كثيراً من مسؤولياتهم تتضمن التخطيط الإستراتيجي وتطوير الأنظمة والتدريب على تطبيق تكنولوجيات الرعاية الصحية وتثمين وتقييم التكنولوجيا وإدارة تكنولوجيا الرعاية الصحية وتطوير المنتجات. ربما يكون من الأسهل شرح منافع عمل فنيي الأجهزة الطبية الحيوية (BMETs) الذين تكمن مسؤوليتهم الرئيسية في الحصول على نتائج فورية في مجالات مثل إصلاح وصيانة الأجهزة.

خبرة الهندسة الإكلينيكية
Clinical Engineering Expertise

إن لدى المهندسين الإكلينيكيين خبرة فريدة في تطبيقات الأجهزة الطبية وهم ذوو قيمة لبحوث تكنولوجيا الأجهزة الطبية وجهود التطوير. يستطيع المهندسون الإكلينيكيون البدء بفكرة عن جهاز ويتأكدون من أن الفكرة تتطور إلى نماذج أولية ونماذج تجارب سريرية ومنتجات نهائية. تم تفصيل مثال ذلك في " جهاز جديد لقياس تأثير الكولسترول على إطلاق الأكسجين من خلايا الدم الحمراء إلى نسيج العضلة القلبية" (O'Dea et al., 2000). عمل المؤلف في هذا المشروع مع فريق لدراسة تأثيرات الكوليسترول على انتشار الأوكسجين عبر غشاء خلية الدم الحمراء. ساهمت خبرة الهندسة الإكلينيكية في إنشاء جهاز لقياس أزمنة الانتشار لخلايا الدم الحمراء عن طريق التحقق من عمل الجهاز بنتائج مخبرية وذلك بإعداد خطة للجودة لتلبية اللوائح (الضوابط) القائمة وبالمشاركة في تجارب سريرية.

يجب، بالإضافة إلى إنشاء الأجهزة، أن يتم تقديم الأجهزة الموجودة للمرضى من قبل أناس على معرفة بالهندسة وبالبيئة السريرية. وهذا يتطلب التكيف مع البيئة المادية وقدرات الكادر وحاجات المرضى في مؤسسة معينة للرعاية الصحية.

سلامة المريض Patient Safety

تتطلب سلامة المريض مهنيين على دراية في المجالات التقنية من أجل اكتشاف وتقييم والتخفيف من المخاطر على المريض. إن عمل المؤلف (O'Dea et al., 1998) حول التفاعل بين مدفئات الرضع وأضواء البيليروبين مع تنظيم درجة حرارة الأطفال حديثي الولادة مثال على مشكلة سلامة غير متوقعة اكتُشفت في أثناء الواجبات العادية لمهندس إكلينيكي. عانت الممرضات في وحدة العناية المركزة بحديثي الولادة (NICU) مشاكل مع استخدام حاضنات الأطفال الرضع في صيغة التحكم المؤازر (servo-controlled mode) بدرجة الحرارة مع بعض حديثي الولادة. كانت الصيغة اليدوية تقدح إنذاراً صوتياً كل بضع دقائق مما أضاف إلى مستوى الصوت المرتفع أصلاً في الـ NICU. وبالنظر إلى الوضع برمته، فإن التفاعل بين مدفئ الرضيع وأضواء البيليروبين المستخدمة في نفس الوقت على حديث ولادة منخفض الوزن منع التحكم الفعال بدرجة حرارة الجسم، لأن الطاقة غير المتحكَّم بها التي تعطيها مصابيح البيليروبين واسعة الطيف كانت كبيرة بالمقارنة مع تلك التي تقدمها الحاضنة. وبمجرد ما تم تحديد سبب المشكلة، سمحت تغييرات تشغيلية في الاستخدام المتزامن للجهازين برعاية فعالة.

إن التحديد الكمي لجرعة إشعاع على بشرة مريض أثناء إجراءات تداخلية عصبية (O'Dea et al., 1999) مثال على الجمع بين تخصصات الهندسة الإكلينيكية والفيزياء الطبية. حددت هذه الدراسة احتمال تأذي بشرة المريض الناجم عن الإشعاع الذي يتم تلقيه أثناء إجراءات مثل المخططات الوعائية (angiograms) الدماغية والانسدادات (embolizations). وباستخدام بيانات من هذه الدراسة، فقد تم اقتراح وسيلة لتقدير احتمال تأذي المريض، وذلك باستخدام زمن التنظير الفلوري (fluoroscopy) وعدد الصور الوعائية الرقمية، وكلاهما يمكن الحصول عليه بسهولة من جهاز التصوير بالأشعة. كان لبعض الإجراءات التداخلية العصبية احتمال ضئيل لتأذي المريض ويمكن حذفها من برنامج مراقبة تفصيلي معقد، بينما كان لإجراءات أخرى احتمال أكبر للأذى وينبغي أن تكون جزءاً من برنامج كهذا. أثمر جهد آخر للتعاون مع فيزيائي طبي عن نظام مراقبة جودة من أجل قياس جرعة آلي وتقدير الخطأ والتخفيف منه (Li et al., 1999).

هندسة البيئة Engineering the Environment

إن تأمين الظروف البيئية التي تساهم في التوصل الى نتيجة إيجابية للمريض من خلال التقييم والتوصيف والتصميم والإدارة هو جزء من ممارسة الهندسة الإكلينيكية. شرح المؤلف الطريقة التي يستطيع بها المهندس الإكلينيكي هندسة البيئة عندما حدد متطلبات العزل للمرضى ناقصي المناعة وقيَّم نظام التهوية وطوَّر أساليب قياس وحلولاً عملية لتحقيق التوازن بين العزل عن الجراثيم وبين راحة المريض وكفاءة النظام (O'Dea, 1996).

تشترك الأمثلة على كيفية توفير الهندسة الإكلينيكية بيئة آمنة للمريض بثلاث خصائص مشتركة:

١- نشأت نتيجة ظروف لوحظت أثناء أداء واجبات عادية للهندسة الإكلينيكية.

٢- أثرت على مجالات لا تُذكر عادة في ممارسة الهندسة الإكلينيكية (أي: هندسة المنشآت والأشعة والتمريض). إن التعاون مع مهنيي الرعاية الصحية في تلك المجالات أمر أساسي.

٣- لم يكن حل المشاكل ممكناً بإصلاح معياري أو أساليب إدارة التكنولوجيا. تطلبت الحلول دراسة متعمقة للمسائل الطبية وطرقاً هندسية وتطبيقات لأجهزة (hardware) عملية للسلامة.

توضح هذه الحالات كيف أن للهندسة الإكلينيكية أثراً فريداً وإيجابياً على السلامة في مجال الرعاية الصحية.

إدارة تكنولوجيا الرعاية الصحية Health Care Technology Management

تتأثر إدارة مؤسسة للرعاية الصحية بتطبيق مبادئ الهندسة الإكلينيكية على صيانة وأداء والتحقق من وتحديد والتلاؤم مع التكنولوجيا الجديدة. قام O'Dea and Marshall (1995) بإجراء دراسة لتوفير التكاليف على صيانة معدات التعقيم وطاولات غرف العمليات موضحاً دور الهندسة الإكلينيكية في الإدارة. تم القيام بوصف الخطوات المتخذة لإدخال صيانة داخلية (in-house) للتكنولوجيا إلى مجال كان يتم تخديمه سابقاً من قبل مقاولين خارجيين. لم تسفر العملية عن وفورات في التكاليف فقط وإنما أيضاً عن إعادة هندسة لغسالة معقمة ليتم استخدامها بأمان كوعاء ضغط. كما أن العملية سمحت للمنشأة بمرونة أكبر في شراء طاولات غرف عمليات أرادها الجراحون ولكن لم يكن باستطاعتهم الحصول عليها نتيجة لانعدام الدعم من الشركة المصنِّعة.

إن إصلاح جهاز طبي ببساطة ووضعه في الخدمة ثانية دون النظر في أسباب العطل قد ينشأ عنه فرصة ضائعة لتعديل نظام على مدى المستشفى أو ممارسة تساهم روتينياً في تعطل الجهاز. طوَّر O'Dea et al. (1997) عملية للتحقق من أنظمة تنظير فيديو. تم القيام بهذا العمل بعد أن اكتشفنا أثناء تنفيذ عملية إصلاح روتينية أنه لم يتم التحقق من الأداء وأن البرامج التعليمية للمقيمين كانت ناقصة وأن إجراءات التنظيف كانت غير كافية. أدت هذه المشاكل إلى زيادة في التكاليف وانخفاض في الموثوقية (الاعتمادية) لأنظمة التكنولوجيا، إلا أن التغييرات الإدارية أنقصت بشكل ملحوظ من تكاليف التشغيل.

يجب أن تستمر خطط الدفاع في التأكيد على أن المهندسين الإكلينيكيين يستطيعون تحليل المشاكل وتركيب الحلول. أوصى المهندسون الإكلينيكيون على سبيل المثال باستخدام مضاعفات المجال الترددي (frequency domain multiplexing) وحمل الشبكات الإكلينيكية المحلية والنهايات الطرفية وتمديدات الإطار الرئيسي وفيديو الأمن عبر نظام التوزيع التلفزيوني عريض الحزمة بدلاً من إعادة تمديد الكابلات لكامل المبنى من أجل البيانات. وبتأجيل إعادة التمديد هذه لمدة عشر سنوات، فقد تم تمديد العمر الافتراضي للتكنولوجيا القائمة بوفورات كبيرة للمستشفى. غالباً ما حل المهندسون الإكلينيكيون مشكلات أنظمة مثل ربط أنظمة جمع بيانات ذات

توجه بحثي مع النظم الإكلينيكية القائمة. لقد صمم مهندسون إكلينيكيون أنظمة لأبحاث التنبيه الكهربي القلبي ذات أربع قثاطر و ١٦ قناة للاستخدام في مختبر القثطرة القلبية مما مكّن المستشفى من تقديم المزيد من الخدمات للمجتمع.

تبيّن هذه الأمثلة بوضوح فوائد المهندسين الإكلينيكيين. يجب أن توصل الدفاعات هذه الأمثلة وأخرى مثلها إلى أولئك في أعمال الرعاية الصحية وإلى عامة الجمهور.

لجنة دفاع الـ ACCE

ACCE Advocacy Committee

شكلت الـ ACCE لجنة دفاع لمساعدة الأعضاء في تثقيف مهنة الرعاية الصحية والجمهور العام في قيمة الهندسة الإكلينيكية لرعاية المريض (انظر الفصل ١٣٠ من أجل وصف تفصيلي للـ ACCE). من بين أنشطة اللجنة الحالية منح جوائز سنوية للدفاع عن الهندسة الإكلينيكية في المجالات التقنية والإدارية وفي السلامة. تشمل الأعمال الأخرى للجنة تطوير أدوات للاحتفال بأسبوع الهندسة الوطني ومساعدة المهندسين الإكلينيكيين المنقولين والرد على أولئك الذين يشوّهون دور أو أهمية المهندسين الإكلينيكيين. على سبيل المثال، إذا ما أعلن مستشفى يبحث عن مهندس إكلينيكي في مجلة ولكنه ذكر مؤهلات غير مناسبة (مثل متطلب درجة مشارك مدتها سنتان)، فإن اللجنة سترد على المستشفى وعلى المجلة المعلنة بالمتطلبات التعليمية الصحيحة لمهندس إكلينيكي: درجة هندسة مدتها أربع سنوات. ستعطي اللجنة أيضاً توجيهات بشأن الإجراءات التي يجب اتخاذها عندما يصف أفراد أنفسهم بشكل غير صحيح كمهندسين إكلينيكيين والذين يمكن وصفهم بشكل أدق كفنيي هندسة طبية حيوية.

الاستنتاج

Conclusion

إن رعاية المريض هي الهدف الأسمى، ويستطيع المهندس الإكلينيكي أن ينشئ بيئة أكثر أماناً وكفاءة من أجل تلك الرعاية. لقد حصل المهندسون الإكلينيكيون على الاعتراف وأثبتوا قيمة من خلال تطبيق المهارات الهندسية والإدارية على الرعاية الصحية كما سبق وصفه. تستمر جهود الدفاع من خلال لجنة دفاع الـ ACCE في إعطاء المعلومات بخصوص الدور الذي يلعبه المهندسون الإكلينيكيون في الرعاية الصحية.

المراجع

References

Bauld TJ. The Definition of a Clinical Engineer. J Clin Eng 16:403–05, 1991.

Li S, O'Dea TJ, Geise RA. Establishing a Quality Control Program for an Automated Dosimetry System. Medical Physics 8:1732–1737, 1999.

O'Dea TJ, Koch S, Holte JE, et al. Improving Video-Endoscope Reliability at a Large University Hospital. Biomed Instrum Technol 31:579–598, 1997.

O'Dea TJ, Saly G, Holte JE. Safety Investigation: Interaction of Infant Radiant Warmers and Bilirubin Phototherapy Lights in the Regulation of Temperature of Newborn Infants. Biomed Instrum Technol 32:355–369, 1998.

O'Dea TJ, Menchaca HJ, Michalek VN, et al. A Novel Device for Measuring the Effect of Cholesterol on the Release of Oxygen from Red Blood Cells Into Myocardial Tissue. Biomed Instrum Technol 34:283–289, 2000.

O'Dea TJ, Geise RA, Ritenour ER. Estimation of Patient Skin Dose During Cerebral Angiograms and Embolizations from Fluoroscopy Time and Number of DSA Frames: A Study of 256 Cases. Medical Physics (submitted for publication).

O'Dea TJ, Marshall JW. Cost-Savings Case Study: Clinical Engineering Management; Maintenance of Sterilizers and Operating Room and Procedure Tables. Biomed Instrum and Technol 29:24–26, 1995.

O'Dea TJ. Protecting the Immunocompromised Patient: the Role of the Hospital Clinical Engineer. J Clin Eng 21:466–482, 1996.

O'Dea TJ, Geise RA, Ritenour ER. The Potential for Radiation-Induced Skin Damage in Interventional Neuroradiological Procedures: A Review of 522 Cases Using Automated Dosimetry. Medical Physics 9:2027–2033, 1999.