٦٥

الجدال الكبير حول السلامة الكهربائية – بمنظور رجعي

The Great Debate on Electrical Safety — In Retrospect

Malcolm G. Ridgway
Sr. Vice President
Technology Management and Chief Technology Officer
MasterPlan Inc.
Chatsworth, CA

شهدت ستينيات القرن العشرين بدايات جراحة القلب المفتوح وتزايد استخدام إجراءات القثطرة القلبية. أصبحنا بشكل متزايد نرى مرضى بقثاطر عابرة للشرايين خارجة من الجسم تحوي عادة أسلاك يمكن وصلها بسرعة إلى ناظم خطى قلبي خارجي في العناية القلبية الجديدة أو وحدات العناية الخاصة في المستشفيات. وفي اللحظة التي تيقّن فيها الأطباء أن هذا الممر عالي الناقلية لا يتجاوز فقط الطبقات التي تحمي عادة والمكوّنة من أنسجة جسم مقاومة، وإنما يوجِّه أيضاً تياراً إلى المناطق الأكثر حساسية كهربائياً من جدران القلب الداخلية، نما قلق حول إمكانية أن هؤلاء المرضى قد يُصعقون كهربائياً بتيارات أصغر بكثير من تلك التي قد تؤثر على المناطق الخارجية من الجسم.

أصبح المرضى بممرات ناقلة يمكن الوصول إليها خارجياً وتقود مباشرة إلى القلب يُعرفون بالمرضى القابلين للتأثر كهربائياً electrically susceptible (ES) أو بالمرضى الحساسين كهربائياً electrically sensitive patients (ESPs). وأصبحت الظاهرة النظرية التي قد يُحرَّض فيها مريض ES إلى رجفان بطيني مميت بمرور مستوى صغير من تيار عبر القثطار العابر للشريان تُعرف بـ "الصعقة الكهربائية الصامتة" "silent electrocution" أو "الصدمة الصغرى" "microshock."

تم نشر القلق من هذا السيناريو الممكن باكراً في آب (أغسطس) من عام ١٩٦١م في مقالة مهمة editorial في مجلة Circulation بعنوان "أخطار مخفية لنواظم الخطى القلبية". أشارت التجارب المخبرية إلى أن مستويات التيار التي قد تقدح بشكل محتمل رجفاناً بطينياً مميتاً أخفض بشكل واضح بالفعل من المستويات المترافقة مع الانصعاق الكهربائي التقليدي (من مرتبة عشرات الميكروفولت). أسست الاختبارات أيضاً لما يُعرف الآن بظاهرة "تسرب"

"leakage" التيار، وأيضاً عملية أن التيارات الكبيرة نسبياً المارة من خلال نواقل أرضية منخفضة المقاومة قد ترسل بسهولة تيارات مرتفعة المطال إلى الممرات الناقلة المكشوفة.

لقد تم تطوير مفهوم التأريض متساوي الكمون (الجهد)، الذي يتم فيه استخدام نواقل تأريض معتبرة (خضراء) لتوصيل جميع السطوح الناقلة المكشوفة إلى نقطة تأريض مركزية في ترتيبة نجمية، كإجراء دفاعي أولي ضد هذا الخطر الجديد. دافع آخرون عن استخدام محولات العزل كأفضل وسيلة للتخفيض من تيار التسرب في دارات تأريض نظام التوزيع الكهربائي للمستشفى. وبدأ العديد من التنظيمات التي تضع القواعد الناظمة والمواصفات القياسية يأخذ علماً بذلك.

عقد قسم العلوم الطبية في مجلس الأبحاث القومي National Research Council (NRC) في نيسان (أبريل) من عام ١٩٦٨م ورشة عمل مدتها يومان حول "الأخطار الكهربائية في المستشفيات" حضرها أكثر من مئة شخص. قام الدكتور Carl Walters بتحرير أعمال ورشة العمل هذه وقامت فيما بعد الأكاديمية الوطنية للعلوم ذات التأثير بنشر أعمال ورشة العمل هذه (Walter, 1970). كان Carl Walter جراحاً مشهوراً في مستشفى Peter Bent Brigham Hospital في مدينة بوسطن Boston وعضو هيئة التدريس في مدرسة هارفارد الطبية Harvard Medical School ورئيس لجنة المستشفيات في الاتحاد الوطني للحماية من الحريق National Fire Protection Association (NFPA). يعود الفضل إلى الدكتور Carl Walter في تأسيس واحد من أوائل بنوك الدم في العالم في غرفة قبوٍ في هارفارد عام ١٩٣٤م وفيما بعد في عام ١٩٤٩م في اختراع كيس الدم الذي أنهى العملية الطويلة المعقدة والخطيرة للضخ المباشر للدم من المانح إلى المريض عن طريق أنبوب زجاجي مغلف بالبارافين. إضافة إلى ذلك فإن بصيرته وعمله الطليعي مع شركة Castle قادا إلى إدخال أجهزة التعقيم بالبخار ذي الضغط العالي (المسماة أحياناً "أوتوكلاف") من أجل تعقيم الأدوات الجراحية. لقد كانت الأدوات الجراحية قبل الأوتوكلاف "تُعَقّم" بكل بساطة في ماء يغلي.

وفي ورشة العمل التي رعاها مجلس الأبحاث القومي (NRC) قام الدكتور Walter في البداية بالتخمين speculate حول الحدوث المحتمل للموت بـ "الصدمة الصغرى" في مستشفيات الولايات المتحدة. وأثناء مناقشة الإحصاءات الوطنية حول الانصعاق الكهربائي التي كانت متاحة في حينه زعم Walter أن موظف حساب مخاطر تأمين insurance actuary هوايته الصدمة الكهربائية وإصابات الجراحة الكهربائية أكّد له أن هناك (١٢٠٠) انصعاق كهربائي تم تشخيصها خطأً سنوياً في المستشفيات أثناء عامي ١٩٦٤م و ١٩٦٥م. هذا يعني حسابياً أن "حادثة موت" "misadventure" واحدة تحدث سنويا في كل سبع مستشفيات في هذه البلاد (يعني الولايات المتحدة). وقال Walter أن حوادث الموت هذه قد تم تصنيفها كتوقف قلب، لكن حوادث الموت هذه حدثت أثناء مجهودات إنعاش غير ذات صلة بمرض المريض الأصلي أو أثناء تطبيق جهاز كهربائي. كما قال أيضاً أنه قد تم تجميع culled

الإحصائيات لبيان شيوع prevalence المشكلة وتوضيح لماذا لم يتعرف ذوو المهن الطبية إلى المشكلة (أي أنه خلال المغامرة بإنقاذ حياة، فإن هؤلاء المنخرطين في ذلك قد لا يدركون ماذا يجري). زعم Walter أنه واجه بنفسه ثلاثاً من مثل هذه اللحظات في غرفة إنعاش، وتابع قائلاً إنه عندما تم إعادة تمثيل الحالة كان ظاهراً تماماً أي جهاز سبَّب هذه المشكلة. أخيراً ذهب Walter إلى القول بكل تأكيد ووضوح أن هناك على الأقل دزينة (أي ١٢) من التحليلات في المراجع الموجودة عن مخاطر الانصعاق الكهربائي للمرضى وزعم أنه هذا هو السبب الذي يجعل كثيراً من الأطباء يصبحون مهتمين بالصدمة الكهربائية.

تم في السابع والعشرين من شهر كانون الثاني (يناير) عام ١٩٦٩م نشر تقرير بعنوان "الانصعاقات الكهربائية العرضية تحصد ١٢٠٠ مريض في السنة" في الأخبار الإلكترونية (Electronic News, 1969). استشهد التقرير بإحصائيات عن الصدمة الصغرى تم الحصول عليها من الدكتور Walter أثناء مقابلة هاتفية. تم تكرار نفس هذه الإحصائيات مرة أخرى أثناء محاضرات قدّمها الدكتور Walter وآخرون في الاجتماع الواحد والسبعين لاتحاد المستشفيات الأمريكي (AHA) في شيكاغو في آب (أغسطس) ١٩٦٩م. تم تكرار هذه الإحصائيات بعد نشر أعمال ورشة الـ NRC عام ١٩٧٠م في مؤتمر صحفي وتمت الإفادة عنها على مدى الصحافة الوطنية.

في حزيران (يونيو) من عام ١٩٧٠م وزّعت الخدمة السلكية لـ UPI تقريراً بأن رالف نادر (وهو محام وناشط في الدفاع عن حقوق المستهلكين) زعم في كلمة له بأن (٥٠٠٠) حادثة موت يمكن أن تُعزى إلى صدمة صغرى تحدث كل عام في مستشفيات البلاد. وإلى هذا اليوم لم يقدم رالف نادر أي دليل مستقل يثبت رقمه هذا.

في شهر آذار (مارس) من عام ١٩٧١م نشرت مجلة Ladies Home Journal مقالة تستشهد برالف نادر بعنوان "كشف رالف نادر الأكثر صدماً" نصت على أنه "على أقل القليل فإن ١٢٠٠ أمريكي يُصعقون سنوياً أثناء إجراءات تشخيصية وعلاجية روتينية" وأن "مهندسين طبيين مثل البروفيسور Hans von der Mosel، الرئيس المشارك للجنة الفرعية للسلامة الكهربائية في الاتحاد من أجل تقدم التجهيزات الطبية (AAMI) ومستشار السلامة لإدارة الخدمات الصحية لمدينة نيويورك، يعتقدون بأن العدد يمكن أن يكون عشرة أضعاف العدد التخميني المتحفظ ١٢٠٠" (Nader, 1971). هذا هو المصدر الذي يُستشهد به أحياناً للعدد ١٢٠٠٠ "التخميني" لحوادث الموت السنوية. مما يثير الاهتمام أن نفس المقالة نصّت على أن "ثلاث مستشفيات فقط في طول البلاد وعرضها لديها مهندسون طبيون في كوادرها الإدارية للإشراف على تشغيل وصيانة الآلات المعقدة وهي: Downstate Medical Center في مدينة نيويورك و Sinai Hospital في بالتيمور و Charles S. Wilson Hospital في مدينة جونسون في نيويورك".

قام الـ NFPA في منتصف سبعينيات القرن العشرين بتطوير وتوزيع بعض التعديلات المقترحة للمادة رقم ٥١٧ من طبعة عام ١٩٧١م من الكود الكهربائي الوطني (NEC) وذلك من أجل التعليق عليها من عموم الجمهور.

هذه التعديلات كانت سوف تتطلب من جميع المستشفيات أن يكون لديها "مراكز طاقة آمنة للمريض" مبنية على أساس محولة العزل وذلك في جميع مناطق العناية الخاصة لمستشفيات البلاد البالغة تقريباً (٦٠٠٠) مستشفى. لقد صدم التأثير المالي المحتمل لهذا الاقتراح مجتمع الرعاية الصحية. كما صدم عدم الملاءمة التقنية للحل المقترح مجتمع الهندسة الإكلينيكية الجنيني.

في ربيع عام ١٩٧١م، وقبل وقت قصير من الاجتماع السنوي للـ NFPA في سان فرنسيسكو الذي كان سيتم فيه التصويت على تعديل لجنة المستشفيات المقترح، دعت لجنة Hill-Burton Program Committee إلى اجتماع خاص في مدينة Rockville في ولاية Maryland دُعي إليه (١٠) خبراء في "الإلكترونيات في المستشفيات" للمناقشة مع الدكتور Walter ومستشاريه التقنيين حول ميزات merits المتطلبات الجديدة المقترحة. وفي تقرير متابعة، استنتج أحد الخبراء العشرة أن الدكتور Walter توصّل إلى "تخمينه" عن الـ (١٢٠٠) حادثة موت في السنة بسبب صدمة صغرى عن طريق ملاحظة موت مريض واحد في مستشفاه شك بأنه كان نتيجة لصدمة صغرى ومن ثم الاستنتاج بالاستقراء extrapolating للـ (١٢٠٠) انصعاق كهربائي بالصدمة الصغرى في السنة على أساس أن مستشفاه يرعى حوالي مريض واحد من كل (١٢٠٠) مريض من جميع مرضى الولايات المتحدة سنوياً.

أشار المشاركون في الاجتماع إلى أن الحل المقترح غير ملائم فنياً لأن جهاز مراقبة العازلية (مرقاب العازلية) الذي كان يتطلب الكود الكهربائي الوطني (NEC) استخدامه مع محولة عزل يحقن في الدارة تياراً أكبر بكثير من مستوى الـ (١٥) ميكرو أمبير "الآمن". لم يكن باستطاعة فريق الدكتور Walter أن ينفي الانتقاد. تابع التقرير لينص على أن "نتائج لجنة Hill-Burton Program Committee لم يتم نشرها أبداً، إلا أن اللجنة لم تُعلِم الـ NFPA بأنه إذا كانت الطاقة المعزولة في جميع مناطق العناية الخاصة مطلوبة من قبل الـ NFPA في مواصفاتها القياسية (معاييرها) القادمة فإن اللجنة سوف تنهي متطلبها القائم منذ زمن طويل بأن تكون المستشفيات التي تتلقى دعمها المالي مطابقة لمواصفات الـ NFPA القياسية". لقد كان هذا تهديداً جوهرياً — في ذلك الوقت كان يتم افتراضياً دعم جميع مشاريع بناء المستشفيات الجديدة ومشاريع تجديد المستشفيات بمنح اتحادية (فيديرالية) من برنامج Hill-Burton Program.

عندما تم تقديم التعديلات المقترحة إلى الـ NEC في الاجتماع السنوي للـ NFPA في سان فرنسيسكو في شهر أيار (مايو) عام ١٩٧١م تسببت بنقاش مليء بالحيوية بين المشاركين تم بعده تأجيل تبنيها وإعادتها إلى اللجنة بـ (١٠٦) ضد (٣٨) صوتاً لأعضاء القسم الكهربائي.

وبالرغم من هذه الفترة من النقاش الجريء حول حقيقة وجود أو عدم وجود هذا الخطر الجديد، وربما المهدد للحياة، وعدم اليقين حول ما إذا كانت الإجراءات المضادة المقترحة واختبارات السلامة المرافقة تستطيع أولا تستطيع إزالة أو تخفيض هذا التهديد، ظهرت مجموعة من متطلبات السلامة الكهربائية الجديدة. كثير من هذه

المتطلبات تستمر اليوم بشكل معدَّل قليلاً فقط كجزء من القواعد الناظمة المختلفة. أصدرت اللجنة المشتركة لاعتماد المستشفيات مواصفات قياسية (معايير) جديدة تطلب اختبار سلامة كهربائية موثق ربع سنوي لجميع أجهزة رعاية المريض في مرفق. أصدرت وزارة صحة الولاية في كاليفورنيا إجراءات سلامة كهربائية صارمة كجزء من متطلباتها الجديدة لمستشفيات الرعاية الحادة العامة. أدخل العنوان رقم (٢٢) من كود الولاية الإداري مفهوم "المريض الحساس كهربائياً" الذي سيصبح قديماً عما قريب ومجموعة من الاختبارات ذات الصلة. لقد كان وقتاً للأمور الغريبة مثل سلسلة من أسلاك التأريض الخضراء التي تصل كل قطعة من سطح معدني مكشوف بجوار أي سرير رعاية خاصة (وحتى في غرف الحمام المجاورة) إلى أعمدة تأريض مركزي معتبرة. ومع ذلك فإن تحقيقات نشطة مكرَّسة على مدى السنوات العديدة التالية لحدوث ممكن لصدمة صغرى فشلت في إظهار أي دليل مقنع بأن هذا الخطر المُتصوَّر ببراعة ولكن الذي يبقى نظرياً كان يقضي على أي حياة.

قدَّم الدكتور Joel Nobel مدير معهد أبحاث رعاية الطوارئ (ECRI) في شهر أيلول (سبتمبر) من عام ١٩٧٣م مرافعة أثناء جلسات استماع أمام لجنة فرعية لمجلس الشيوخ جول التعديلات المقترحة على قانون الأجهزة الطبية عام ١٩٧٣م:

"إن موضوع الانصعاق الكهربائي بالصدمة الصغرى، وحدوثه الحقيقي مقابل المزعوم، وشعبيته المنتشرة، والإعلان الرسمي للكودات والقوانين لمحاربته، والحظوظ الاقتصادية لصناعة المحولات الكهربائية، كلها أمور مندمجة من دون قابلية للفصل. لقد استُخدِمت إحصائيات مخادعة لتعزيز مبيعات أجهزة السلامة وللتلاعب بالكود الكهربائي الوطني من أجل طلب استخدام منتجات معينة. نحن لا نلمّح إلى أن موضوع الانصعاق الكهربائي بالصدمة الصغرى قد تم اختلاقه من قبل المعسكرات الصناعية والصانعة للكودات والمدافعين عن المستهلك. إلا أن كل واحد، منهم بمساهمته بتضخيم الموضوع، قد شوَّه المشاكل التقنية والأولويات إلى حد بعيد. النتيجة هي أن ملايين كثيرة تم تشتيتها من مناطق للرعاية الصحية أكثر حرجاً. إلا أن موضوع السلامة الكهربائية هذا أدى وظيفة منشطة مفيدة في لفت الانتباه إلى مشاكل أخرى مصاحبة لاستخدام التكنولوجيا من أجل الرعاية الصحية. لقد ساعد المستشفيات على فهم الحاجات الأوسع للدعم الهندسي لرعاية المريض شاملاً الشراء المتأني والفحص والصيانة الوقائية للأجهزة الطبية".

وفي شهادة لاحقة أضاف:

"إن معلوماتنا وأولوياتنا يتم مع ذلك تشويهها أحياناً من قبل مجموعات مصالح خاصة، وهذا مقبول. وعن طريق مثال، لنأخذ بالاعتبار كم من الانتباه قد تم لفته لمشكلة السلامة الكهربائية في المستشفى في الخمس سنوات الأخيرة، خصوصاً من قبل المجتمع الهندسي ومصنّعي أدوات وأجهزة السلامة. لقد تم ترجمة المزاعم إلى حقيقة أو

على الأقل إلى اعتقاد عن طريق الحقيقة المجردة لقول أو نشر. لقد تم إعلان الإحصائيات الزائفة عن الانصعاق الكهربائي في المستشفيات ونشرها من دون نهاية أو تأكيد لخمس سنوات. لقد كُتبت ملايين الكلمات عن الصدمة الصغرى وصُرفت ملايين الدولارات لتجنبها. إلا أنه من الواضح مع ذلك أننا لا نزال لا نعلم شيئاً عن حدوثها الفعلي. هل هي مشكلة منتشرة أم شبح؟ نحن لا نلمّح إلى أن مشكلة السلامة الكهربائية غير موجودة. إن بياناتنا توضح أنها موجودة وأنها واضحة ومهمة، إلا أن خصائصها ومداها تختلف بالأحرى عما يُعتقد عموماً. إن مشكلتنا الأكبر ليست الانصعاق الكهربائي بالصدمة الصغرى وإنما هي بدلاً من ذلك الطاقة غير المناسبة أو غير الموثوقة. ليس كثيراً جداً من الكهرباء وإنما القليل جداً منها".

ظهر في شهر آب (أغسطس) من عام ١٩٧٥م تقرير في مجلة الكادر الطبي (The Medical Staff) تحت عنوان:

"أسطورة الانصعاق الكهربائي التي يسببها طبيب: تأثيره على تكاليف المستشفى"

"The Myth of Iatrogenic Electrocution: Its Effect on Hospital Costs."

ناقش التقرير زعم الدكتور Walter المنشور بشكل واسع بأن هناك (١٢٠٠) انصعاقاً كهربائيا في السنة في مستشفيات الولايات المتحدة وكيف أن هذه التهمة قد تم الإفادة عنها بتقارير بشكل منتظم فيما بعد في الصحافة غير المتخصصة. ذهب التقرير إلى الإشارة إلى أن الدليل الداعم لزعم Walter لم يتم تقديمه أبداً وأن John Bruner، وهو طبيب وأستاذ مساعد في التخدير في مدرسة هارفارد الطبية، قال بوضوح في اجتماع الـ AMA العلمي السنوي عام ١٩٧٥م أنه لم يكن هناك حادثة موت موثقة سببها الكهرباء في مستشفى في الولايات المتحدة لأكثر من عقد. وبينما اعترف Bruner بأنه كان من بين أول المهتمين بالانصعاق الكهربائي الذي يسببه طبيب، إلا أنه أفاد أنه بالنتيجة طور دليلاً قليلاً لدعم القلق بأنه قد يكون حدثاً شائعاً. على العكس من ذلك قال Bruner أن القلق غير المطلوب حول الصدمة الصغرى ربما يقود إلى التخلص من أجهزة مفيدة لأجل أجهزة حديثة عالية السعر "ذات صفات سلامة". وفي حين أن معرفة احتمال الإصابة حيثما تُستعمل الكهرباء وحيث تجتمع العجلة والإرهاق والرطوبة وعوامل بيئية أخرى لتزيد من هذه المخاطرة، إلا أن Bruner رأى فيما عدا ذلك أن كثيراً من الجهود والتكاليف التي تتوافق على التوجه إلى الصدمة الصغرى لها فائدة حقيقية قليلة لأن مدى الخطر كان إلى حد كبير تخيلياً في المرتبة الأولى.

في هذه الفترة تحقق أحدهم – بضربة عبقري – من أن هذا التهديد كله يمكن إزالته بالكامل وببساطة بحماية النهايات المكشوفة الناقلة لقثطار المريض. الإنهاءات الصحيحة للقثاطر عبر الشريانية التي تقدم ممرات ذات ممانعة منخفضة إلى القلب والأوعية الكبيرة أصبحت الأمر اليومي (the order of the day)، وحاجة المرضى الحساسين كهربائياً إلى اعتبارات بيئية خاصة اختفت بين ليلة وضحاها تقريباً. ظهرت مقالات عن العزل الكهربائي للمريض. انظر على سبيل المثال المقال في مجلة الهندسة الإكلينيكية بعنوان "توجيهات لبرامج الهندسة الإكلينيكية، الجزء

الأول: توجيهات من أجل العزل الكهربائي" (Ridgway, 1980): Guidelines for Clinical Engineering Programs; Part I: "Guidelines for Electrical Isolation.

كان الناتج الجانبي لهذه الفترة المتطاولة مع ذلك هو اكتشاف أن الجودة الموجودة لصيانة الموجودات النموذجية للمستشفى المتعاظمة باستمرار من الأجهزة الإلكترونية لم تكن مناسبة. ووُلد بذلك تركيز عالي الشدة على صيانة الأجهزة وسلامتها.

كانت المناقشة الموازية ومن ثم اللاحقة حول شرح الأسباب لاستمرار متطلب الطاقة المعزولة في غرف العمليات مساراً مثيراً آخر حيث كان قد تم منع استخدام المواد القابلة للاشتعال. كان قد تم إدخال المتطلب الأصلي من أجل الطاقة المعزولة في المواصفات القياسية (المعايير) من NFPA التي تحكم مواقع التخدير في عام ١٩٤١م سوية مع إجراءات مضادة للكهرباء الساكنة كان المقصود منها تقليل عدد الحوادث التي تعود إلى إشعال المواد القابلة للاشتعال كالسيكلوبروبان cyclopropane مثلاً.

تم في عام ١٩٧٠م إعادة تسمية المواصفة القياسية المتعلقة بمواقع التخدير (الكود NFPA 56 من أجل استخدام غازات تخدير قابلة للاشتعال) ليصبح اسمها NFPA 56A وأُعطيت العنوان "مواصفة قياسية من أجل استخدم غازات التخدير الاستنشاقية (القابلة وغير القابلة للاشتعال)". وطبقاً لهذه الوثيقة الجديدة فإنه لا يجب تركيب أو استخدام أي حاميات ضد الكهرباء الساكنة كانت مطلوبة سابقاً في مواقع التخدير حيث كان ممنوعاً استخدام المواد القابلة للاشتعال فيها باستثناء الطاقة المعزولة. قد يبدو هذا بمنظور رجعي غريباً إلى أن يأخذ المرء بالاعتبار المواضيع الأخرى التي تم مواجهتها من قبل لجنة المستشفيات في الـ NFPA في ذلك الوقت. لقد كانت اللجنة تدافع عن استخدام أنظمة الطاقة المعزولة (IPS) في مناطق عناية خاصة أخرى من المستشفى كحماية ضد الصدمة الصغرى. إن الجدال العاصف غالباً التي استمر على مدى سبعينيات القرن العشرين وفي العقد التالي موثق في المقال في مجلة الهندسة الإكلينيكية بعنوان "توجيهات لبرامج الهندسة الإكلينيكية، الجزء الرابع: طاقة معزولة في مواقع التخدير؟ تاريخ استئناف" (Ridgway, 1981): Guidelines for Clinical Engineering Programs; Part IV: Isolated Power in Anesthetizing Locations? History of An Appeal. في النهاية استقر محامو نظام الطاقة المعزولة على السماح بالطاقة المعزولة في مواقع التخدير ولكن من دون أن يطلبوها. كان الجدال مثيراً بشكل خاص لأن المدافعين عن المقاربة الأقل صرامة تطلبوا شجاعة مهنية وإيماناً بتحليلاتهم أكبر بشكل معتبر من أولئك المدافعين عن الحل "الأكثر أمانا" والمبالغ فيه. أحد المقاربات الذي أثبت فائدته في تحويل المراقبين غير المتأكدين إلى الموقع الأكثر تشدداً (راديكالية) كان استخدام التوضيح الاحتمالي للتحديد شبه الكمي لمستوى المخاطرة والموثق في المقال في مجلة الهندسة الإكلينيكية بعنوان "توجيهات لبرامج الهندسة الإكلينيكية، الجزء الثالث: مخاطرة الصدمة الكهربائية في المستشفيات" (Ridgway, 1981): Guidelines for Clinical Engineering Programs; Part III: The Risk of Electric Shock In Hospitals.

لم يكن هناك نزعات سيئة واضحة في الحوادث الكهربائية في غرف العمليات على مدى العشرين سنة الماضية. استمرت الفئات السائدة للحوادث ذات الصلة بالأجهزة في غرفة العمليات لتكون الحروق العرضية للمريض بسبب إجراءات جراحة كهربائية منفّذَة بشكل سيئ وإصابة المريض باحمرارات ضغط pressure sores ناشئة عن تلامس موسَّع مع السطح القاسي لطاولة الجراحة. كلا هاتين المشكلتين يتم تشخيصهما خطأً على أنهما حروق عرضية.

المراجع

References

Accidental Electrocutions Claim 1200 Patients a Year. Electronic News January 27, 1969.

National Fire Protection Association. Standard for the Use of Inhalation Anesthetics (Flammable and Nonflammable), NFPA 56: Code for the Use of Flammable Anesthetics. Quincy, MA, National Fire Protection Association, 1970.

Nader R. Ralph Nader's Most Shocking Exposé. Ladies' Home Journal 3:98-179, 1971.

Nobel J. *Testimony before a Senate sub-committee on the proposed Medical Device Amendments of 1973.* Washington, DC, September, 1973.

Ridgway M. Guidelines for Clinical Engineering Programs. J Clin Eng 5:287-298, 1980.

Ridgway M. Guidelines for Clinical Engineering Programs. J Clin Eng 6:287-298, 1981.

Walter CW. Electrical Hazards in Hospitals. National Academy of Sciences Workshop Proceedings. Washington, DC, 1970.