٨٠

التكنولوجيا في الرعاية الصحية
Technology in Health Care

Jonathan A. Gaev
International Programs, ECRI, Plymouth Meeting, PA

تشتمل التكنولوجيا الطبية على مجموعة واسعة من الأجهزة الطبية. غالباً ما تُركز ممارسة المهندسين الإكلينيكيين على عدد قليل من مجالات تكنولوجيا الأجهزة الطبية مثل أجهزة إزالة الرجفان ووحدات الجراحة الكهربائية وأجهزة المراقبة الفيزيولوجية. يتناول هذا الفصل الطيف الكامل للأجهزة الطبية التي ينبغي أن يهتم بها المهندس الإكلينيكي، أي الأجهزة الطبية المطلوبة لغالبية التداخلات التشخيصية والعلاجية الطبية. إن لهذه الأجهزة أعماراً مختلفة لأنها قد تكون مُخصصة للاستخدام لمرة واحدة (Disposable) أو قابلة لإعادة الاستخدام (reusable) أو قابلة للزرع في الجسم (implantable). تُصنع الأجهزة من مجموعة من المواد مثل البلاستيك والسيراميك والمعادن والخشب والمنتجات البيولوجية، كما أنها تعتمد في عملها على جميع أنواع المبادئ الفيزيائية (مثل الإلكترونيات والهيدروليك والميكانيك والكيمياء والبصريات والإشعاع). يستخدم الناس هذه الأجهزة لتحسين صحة المريض. تُحقق الأجهزة الطبية عملها دون دخول المسالك الأيضية مباشرة وهذا ما يجعلها مُميزة عن الأدوية.

تُعتبر الأجهزة الطبية مثل نظم الجسم من حيث تخصصها في أداء مهام محددة. يوجد في السوق اليوم أكثر من ٥٠٠٠ نوع مختلف من الأجهزة ويجب على المهندس الإكلينيكي أن يكون مرتاحاً بالعمل مع هذه المجموعة الكبيرة والمتنوعة من الأجهزة. تتمثل المعالم الرئيسية التي يجب أخذها بعين الاعتبار عند التعامل مع الجهاز الطبي في محيط الرعاية الصحية بـ: (١) الحالة الإكلينيكية التي ينبغي معالجتها، (٢) مُستخدم الجهاز، (٣) الاحتياجات اللازمة للاستخدام بما في ذلك الطاقة والتدريب والتخزين والصيانة، (٤) التكلفة. يجب في الإدارة الفعالة لتكنولوجيا الأجهزة الطبية الأخذ بعين الاعتبار الأجهزة القابلة لإعادة الاستخدام والأجهزة المخصصة للاستخدام لمرة واحدة

والإكسسوارات والمواد الاستهلاكية. عادة ما تكون الأجهزة جزءاً من سلسلة من التجهيزات. على سبيل المثال، قد تتطلب وحدة الأشعة السينية أفلام أشعة ومعالجات الأفلام من أجل إنتاج صورة يتمكن طبيب الأشعة من قراءتها.

يكاد يكون من المستحيل العثور على مداخلة طبية لا تشمل التكنولوجيا الطبية. تُشكل الأجهزة البسيطة مثل الميزان والسماعة وميزان حرارة وقفازات اللاتكس (latex) ومقاييس ضغط الدم جزءاً من معظم الفحوص الطبية. تشتمل الأجهزة المعقدة على تجهيزات التصوير وتجهيزات المختبرات الإكلينيكية والمزدرعات. تُستخدم بعض الأجهزة لمرة واحدة فقط ويُستخدَم بعضها الآخر لمدة ٢٠ عاماً أو أكثر. إن مجال التطبيقات الهائل وتطور وتكلفة وعمر ووظيفة التجهيزات الطبية وعلاقتها الوطيدة مع الناس تميزها عن غيرها من التكنولوجيات. يجب أخذ التدريب والصيانة والاختيار والاستخدام بعين الاعتبار للتأكد من أن الجهاز سوف يؤدي مهمته في مساعدة الناس على البقاء بصحة جيدة. يناقش هذا الفصل دور تكنولوجيا الأجهزة الطبية في مجال الرعاية الصحية.

سوق الرعاية الصحية
The Health Care Market

علم الأوبئة Epidemiology

إن الهدف من مُقدم الرعاية الصحية هو حل المشاكل الإكلينيكية (وليس شراء أو استخدام أو صيانة الأجهزة الطبية). يجب على المرء أن يفهم العلاقة بين المشكلة الإكلينيكية والأجهزة المستخدمة. على سبيل المثال، يمكن تحقيق تخثر الدم باستخدام ضمادة بتكلفة عشرة سنتات أو باستخدام وحدة جراحة كهربائية بتكلفة ٣٠٠٠ دولار أو باستخدام الليزر بتكلفة ١٢٠٠٠٠ دولار.

تختلف أسباب الأمراض والوفيات. يميل الناس في البلدان وقطاعات السكان الأكثر ثراءً إلى العيش حياة أطول وغالباً ما يُصابون بالأمراض المزمنة أكثر بما في ذلك مرض الشريان التاجي والسرطان والسكتة ومرض الانسداد الرئوي المزمن. تُعاني قطاعات السكان الأكثر فقراً من الأمراض المعدية بشكلٍ أكبر بما في ذلك الإسهال والملاريا (Coe و Bamta، ١٩٩٢). فيما يلي قائمة بالأمراض الرئيسية العشرة القاتلة في العالم في عام ١٩٩٦ (MHMG، ١٩٩٨a):

- مرض القلب التاجي: ٧,٢ ملايين.
- السرطان (جميع المواقع): ٦,٣ ملايين.
- الأمراض الوعائية الدماغية: ٤,٦ ملايين.
- المرض التنفسي السفلي الحاد: ٣,٩ ملايين.
- السل: ٣,٠ ملايين.

- مرض الانسداد الرئوي المزمن: ٢,٩ مليون.
- الإسهال (بما في ذلك الدوسنتاريا): ٢,٥ مليون.
- الملاريا: ٢,١ مليون.
- HIV/AIDS: ١,٥ مليون.
- التهاب الكبد: ١,٢ مليون.

الإنفاق في الرعاية الصحية والصحة Health Care Spending and Health

توفر غالبية دول العالم معظم الخدمات الصحية من خلال القطاع العام. أما الولايات المتحدة فهي استثناء لأنها توفر غالبية الخدمات من خلال القطاع الخاص. أُنفِق في العالم المتقدم في عام ١٩٩٨ أكثر من ٢٠٠٠ دولار سنوياً على كل شخص وهو ما يُمثل في المتوسط ٨٪ من الناتج الإجمالي المحلي للبلاد.

يبين الجدول رقم (٨٠,١) من أجل المقارنة عينة من البلدان التي تتمتع بأعلى نفقات للفرد الواحد وفقاً لمناطق وجودها في العالم. على الرغم من أن الولايات المتحدة تنفق على الرعاية الصحية أكثر من أي بلد آخر في العالم إلا أن سكانها لا يتمتعون بحياة أطول. لذا، لابد للمرء أن يسأل: "ماذا يشتري المال بدلالة مفاهيم الصحة؟".

الجدول رقم (٨٠,١). نفقات الرعاية الصحية وتوقع العمر.

المنطقة	نفقات الرعاية الصحية %GDP (دولار أمريكي)	نفقات الرعاية الصحية لكل شخص (دولار أمريكي)	توقع العمر للذكور من مواليد ١٩٩٩ (سنة)	توقع العمر للإناث من مواليد ١٩٩٩ (سنة)
الولايات المتحدة	١٤	٤٢٧٠	٧٣,٨	٧٩,٧
سويسرا	١٠,١	٣٥٦٤	٧٥,٦	٨٣
إسرائيل	٨,٢	١٣٨٥	٧٦,٢	٧٩,٩
الأرجنتين	٨,٢	٦٧٦	٧٠,٦	٧٧,٨
جنوب إفريقيا	٧,١	٢٦٨	٤٧,٣	٤٩,٧

من تقرير WHO لتخمينات ١٩٩٧، (جدول ٨ الصفحات ١٩٢-١٩٥) (جدول ٢ الصفحات ١٥٦-١٦٣).

هناك طلب قوي على الأدوية والأجهزة في البلدان الغنية. تُمثل الرعاية طويلة الأجل للمسنين نفقات كبيرة ومتنامية. يتركز الإنفاق في البلدان الأقل غنى على الأدوية التي تُعتبر عموماً فعالة من حيث التكلفة لعلاج الأمراض. يتوفر في هذه البلدان تمويل أقل للأجهزة الطبية ولصيانة الأجهزة (الجدول رقم ٨٠,٢). لا تقوم غالبية الأجهزة الطبية في كثير من البلدان النامية بأي وظيفة بسبب عدم توفر الصيانة أو التدريب أو المستهلكات أو الطاقة أو غيرها من المتطلبات.

الجدول رقم (٨٠,٢). إنفاقات الرعاية الصحية المتوقعة في عام ١٩٩٦.

	العالم المتطور	العالم النامي
الإجمالي (مليار دولار)	٢٣٧٤	٥٥٢
رعاية المستشفيات	٪٣٧	٪٤٢
خدمات الأطباء	٪١٩	٪٢٢
الأدوية والأجهزة الطبية الخفيفة	٪١٢	٪١٩
الرعاية طويلة الأجل	٪٦	٪٣
إنفاقات أخرى	٪٢٦	٪١٤

من دليل الرعاية الصحية الطبية وعالم التجارة (MHMG، ١٩٩٨b).

لا تُمثل الأجهزة سوى ٤,٤٪ من إجمالي ما يتم إنفاقه على الرعاية الصحية. نظراً لحجم السوق فإن هذا المال يُنفق بطريقة مختلفة في كل جزء من العالم. توجد علاقة مباشرة في الأسواق الضخمة للعالم المتطور بين جهات الشراء والشركات المصنعة للأجهزة. أما في الأسواق الأصغر حجماً في العالم النامي فإن المصنعين يعملون من خلال الموزعين المحليين. يمكن لمعلومات التحذير من المخاطر والاسترجاع أن تضيع بسبب هؤلاء الوسطاء كما يتطلب توفير قطع الغيار وعمليات الإصلاح عند العمل من خلال الموزعين وقتاً أطول.

تُشكل الأجهزة جزءاً صغيراً نسبياً من الإنفاقات العالمية للرعاية الصحية (الجدول رقم ٨٠,٣). يُنفق على الأدوية أكثر بكثير مما يُنفق على الأجهزة الطبية. إن ما يقارب من نصف نفقات الأدوية هو من أجل معالجة المشاكل الوعائية القلبية وجهاز التنفس والجهاز العصبي المركزي والأمراض المعدية.

الجدول رقم (٨٠,٣). إنفاقات الأجهزة الطبية في عام ١٩٩٦.

عالمياً (مليار دولار أمريكي)	١٢٩
الولايات المتحدة	٪٤٢
الاتحاد الأوربي	٪٢٧
اليابان	٪١٥
بقية دول العالم	٪١٦

من MHMG، ١٩٩٨c

مبيعات الأجهزة الطبية Medical Device Sales

تُمثل تجهيزات التصوير وغيرها من الأجهزة باهظة الثمن في الولايات المتحدة جزءاً من سوق الأجهزة الطبية أصغر من الجزء الذي تمثله الأجهزة ذات الاستخدام لمرة واحدة (الجدول رقم ٨٠,٤). كانت نسب مُبيعات

التجهيزات الطبية في عام ١٩٩٦ على الشكل التالي (نسبة مئوية من إجمالي المبيعات): (١) تجهيزات الأشعة السينية ٧٪، (٢) التجهيزات الطبية الكهربائية العامة ١٤٪، (٣) أجهزة ولوازم الجراحة ٣٠٪، (٤) الأدوات الجراحية والطبية ٣٠٪، (٥) المنتجات التشخيصية (معظمها في المختبرات الإكلينيكية) ١٥٪، (٦) تجهيزات ولوازم طب الأسنان ٤٪.

ومن الواضح أن معظم الأموال التي تنفق على الأجهزة الطبية لا تذهب في اتجاه الأجهزة باهظة الثمن. تُشكل نفقات العمل أكبر النفقات حيث بلغ متوسط هذه النفقات في الولايات المتحدة ٥٣,٨٪ في عام ١٩٩٨ (Health Forum، ٢٠٠٠). تُشكل التجهيزات الطبية باهظة الثمن جزءاً صغيراً من ميزانية المستشفى النموذجي. كما تُشكل أجهزة الاستخدام لمرة واحدة نفقات كبيرة أيضاً بالنسبة لمعظم المستشفيات وربما تتجاوز تكلفة التجهيزات الطبية باهظة الثمن (الجدول رقم ٨٠,٤).

يرى المرء نمطاً مشابهاً عند تحليل الإجراءات الفردية. على سبيل المثال، تتوزع تكاليف شق الصدر لسرطان الرئة في أحد المؤسسات الصحية على الشكل التالي: استأثرت الرواتب بنسبة ٥٤٪ واللوازم والأدوية بنسبة ٢٧٪ والتجهيزات باهظة الثمن بحوالي ٧٪ فقط (Marrin et al، ١٩٩٧).

الجدول رقم (٨٠,٤). مُبيعات الأجهزة الطبية في عام ١٩٩٩.

المنتَج	الدخل الإجمالي لعام ١٩٩٩ (مليار دولار أمريكي)
إمدادات غير مضبوطة	٢٠١٠
مُنتجات مراقبة جلوكوز الدم في المنزل	١٧١٠
مُنتجات إغلاق الجروح	١٥٠٠
مُزيلات الرجفان القابلة للزرع	١٣٣٤
العدسات العينية	١١٥٩
تجهيزات الأشعة السينية	١١٤٠
أجهزة التثبيت العظمية	١١٢٢
ناظمات الخطى	١١١٢
قفازات الفحص	١٠٨٨
موسعات إكليلية	١٠٨٦
تجهيزات الأمواج فوق الصوتية	١٠٧٠
أدوات ومُلحقات تنظير المفاصل	٩١٩
الرنين المغناطيسي	٨٩٠
الطبقي المحوسب	٧٩٠

من MDDI، ٢٠٠٠ و MHMG، ٢٠٠٠

تعاريف
Definitions

رغم أن الأجهزة الطبية لا تمثل أكبر نفقات المجتمع في الرعاية الصحية، إلا أنها تظل حاسمة بالنسبة لتقديم الرعاية الصحية. غالباً ما تُشارك الحكومات في جميع المجتمعات في استخدام وبيع هذه الأجهزة. تُعرِّف هيئة الغذاء والدواء في الولايات المتحدة (FDA) الجهاز الطبي على النحو التالي: "أداة أو جهاز أو تنفيذ أو آلة أو وسيلة أو مُزدرع في محلول مخبري أو مادة مماثلة أو ذات صلة بما في ذلك أي جزء أساسي (أو قطعة مُلحقة) يكون:

١- مُعترف به في كتيب الوصفات الطبية الوطنية الرسمي أو في دستور الأدوية في الولايات المتحدة أو أي ملحق لهما.

٢- مُعدّ للاستخدام في تشخيص أي مرض (أو حالات أخرى) أو لمداواة الأمراض أو لتخفيف من آثارها أو لعلاجها أو للوقاية منها في الإنسان أو الحيوانات الأخرى.

٣- مُعدّ للتأثير على أي بُنية أو أي وظيفة في الإنسان أو الحيوانات الأخرى، وهو لا يحقق الغرض الأساسي المقصود منه من خلال فعلٍ كيميائي داخل (أو على) جسم الإنسان أو الحيوانات الأخرى ولا يعتمد في تحقيق أي هدف من أهدافه الرئيسية المقصودة على استقلابه في الجسم (MDA، ١٩٧٦)".

تشمل الأجهزة التي تحقق هذا التعريف على المستهلكات (بعضها يتم إعادة استخدامه لمريض واحد وبعضها الآخر يتم التخلص منه بعد استخدامٍ واحد) والأجهزة القابلة لإعادة الاستخدام والمزدرعات. إن الأجهزة الطبية هي عنصر من عناصر الرعاية الصحية التي تشمل الإجراءات الطبية والإجراءات الجراحية والأدوية.

يُعتبر مجال الأجهزة الطبية التي تعتمد على المعلومات مجالاً جديداً من مجالات تكنولوجيا الأجهزة الطبية ويشمل على نظم المعلومات وأدوات التشخيص وأنظمة أرشفة وتبادل الصور (PACS) والسجلات الإلكترونية للمرضى. ومن المؤكد أن يشمل هذا الاتجاه المزيد من القدرة على معالجة المعلومات في جميع الأجهزة الطبية (انظر الفصول ٩٧ و ٩٨ و ١٠٠ و ١٠٢).

المواقف والطباع Attitudes

تُعتبر العلاقات الجوهرية بين التكنولوجيا والطبيب الممارس والمريض ميزات حاسمة في المجال الطبي. تُستخدم الأجهزة لتؤثر على صحة المريض. يشعر الطبيب الممارس بالمسؤولية لتحقيق أفضل نتيجة ممكنة ولذلك يجب عليه أن يشعر بالراحة عند استخدام هذه الأجهزة. يحتاج الأطباء الممارسين إلى الخبرة في استخدام الأجهزة ويجب أن يثقوا بأن هذه الأجهزة تعمل بشكلٍ صحيح. تُعتبر المعرفة بالأجهزة والنتائج التي يمكن الحصول عليها بهذه الأجهزة من الأمور الهامة لمهني الرعاية الصحية. يُعتبر إثبات الفعالية الإكلينيكية أمرا صعباً ويمكن للأطباء الممارسين أن يكونوا بحالة شك بما يتعلق بالنتائج المقبولة التي يمكن الحصول عليها عن طريق أي تكنولوجيا جديدة.

تؤدي هذه الحاجة للموثوقية والانتظام والحاجة إلى التدريب على استخدام التكنولوجيا بالعديد من المهنيين الطبيين إلى مقاومة التغيرات في التكنولوجيا إلا إذا تم إثباتها في الممارسة الإكلينيكية. إذا كان الجهاز الحالي مناسباً لمهارة الطبيب الممارس فإنه سوف يقاوم قبول التكنولوجيا الجديدة لاسيما إذا كانت تحتاج إلى مزيد من التدريب أو إذا كانت ستغير طريقة عمل الطبيب.

يجب أن تكون مواقف وبيئة المستخدم مُتفهمة لكي يستطيع المهندس الإكلينيكي أن يقوم بعمله بشكلٍ فعال. يتدرب مهنيو الرعاية الصحية على استخدام الأجهزة ولكن ليس بالضرورة أن يتدربوا على المبادئ العامة للهندسة والرياضيات والفيزياء المتعلقة بالأجهزة. يرى العديد من مهنيي الرعاية الصحية الأجهزة كأدوات، حيث إنهم يفضلون عدم إنفاق الكثير من الوقت على الأداة لكي يتمكنوا من التركيز على الاحتياجات الطبية لمرضاهم. يكون الوقت عادة استثنائياً في محيط الرعاية الصحية بحيث لا يمتلك مهنيو الرعاية الصحية دائماً الكمية اللازمة من الوقت لتعلم كيفية استخدام جهاز جديد. قد لا يكون الأطباء على دراية ببدائل الأجهزة التي يستخدمونها. يمكن للمهندسين الإكلينيكيين أن يسدوا الفجوة بين المعارف التقنية والاحتياجات الطبية ومن ثم يمكنهم أن يساعدوا الطبيب على تقديم أفضل رعاية للمرضى.

التسميات والتدوين Nomenclature and Codification

تُعتبر أنظمة التسميات أساسية لإدارة المجموعة الكبيرة والمتنوعة من الأجهزة الطبية. يسمح المرجع الفريد لكل جهاز للمرء بتنظيم المعلومات ذات الصلة بهذا الجهاز مثل أوامر العمل وتاريخ الخدمة ومعلومات عقد الخدمة والمخاطر والاسترجاعات والتدريب أثناء الخدمة والنفقات الأخرى المُتعلقة بالجهاز. تتشابه هذه المشكلة مع المشكلة التي تواجه المكتبات. إن وجود الملايين من الكتب هو مورد عديم الجدوى إذا لم يكن بالإمكان تحديد مكانها. مثلما تستخدم المكتبة نظام التصنيف لتنظيم كتبها، فإن المهندس الإكلينيكي يحتاج إلى وجود نظام التسميات لتحديد الأجهزة الطبية بشكلٍ فريد. يستغرق وضع نظام التسميات وقتاً طويلاً جداً، ولذلك تستخدم معظم المؤسسات نظاماً موحداً مثل نظام تسميات الأجهزة الطبية العالمي (UMDNS™) والمتوفر من دون أي تكلفة من ECRI (www.ecri.org).

ليس من المستغرب أن توجد المعايير والقواعد والأنظمة الخاصة باستخدام التكنولوجيات التي تؤثر على الصحة. يوجد في دليل الـ ECRI للمعايير الوطنية والدولية أكثر من ٤٣٠٠٠ معيار للتجهيزات الطبية أعدتها أكثر من ١٤٠٠ وكالة من جميع أنحاء العالم. كما نشرت الجمعيات الإكلينيكية مبادئ توجيهية لأعضائها بشأن التكنولوجيا الطبية. يُعتبر المركز الوطني لتبادل معلومات التوجيهات (The National Guidelines Clearinghouse) (http://www.guideline.gov) مصدراً جيداً. تشترط بعض المستشفيات إن يُكمل الطبيب الممارس برنامجاً تدريبياً قبل استخدام بعض التكنولوجيات المُحدَّدة مثل الليزر أو المناظير الجراحية.

السلامة Safety

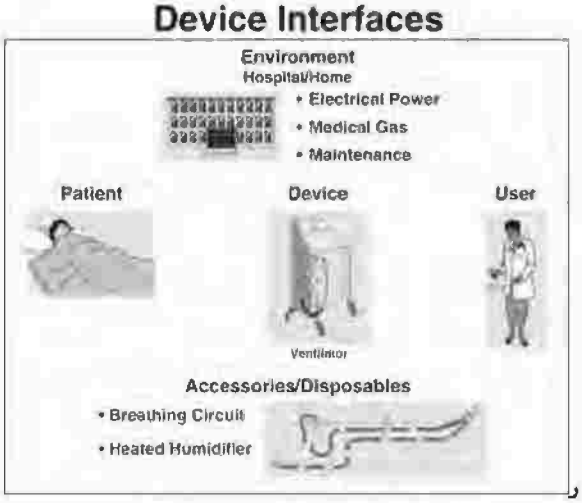
تتعلق السلامة أيضاً بالمعايير والمبادئ التوجيهية وبالمقام الأول بالحس السليم. بالطبع تُعتبر صيانة واختيار الجهاز أموراً مهمة إلا أن غالبية المشاكل تأتي من الطريقة التي تُستخدم فيها التجهيزات والعلاقات بين الجهاز والأنظمة الأخرى (انظر الفصل ٦٠). إن للأجهزة المنتجة للطاقة، مثل تجهيزات الليزر والتجهيزات الإشعاعية، متطلبات سلامة هندسية خاصة.

تعتمد أنظمة تصنيف الأجهزة على وجهات النظر. يمكن للمرء، عند تصنيف الأجهزة من أجل السلامة، أن يستخدم "المخاطر العالية" لأجهزة دعم الحياة، و"المخاطر المتوسطة" للأجهزة التي يؤثر فشلها على المرضى ولكنها لا تُسبب ضرراً جسيماً، و"المخاطر المنخفضة" للأجهزة التي على الأغلب لا يُسبب فشلها أي ضرر على المرضى.

بيئة الجهاز The Environment of a Device

لا يمكن للأجهزة لوحدها أن تساعد الناس. إنها تساعد الإنسان فقط عندما تكون جزءاً من المداخلة الطبية. تحتاج المداخلة إلى المريض والطبيب وقد تحتاج إلى الأدوية والجهاز والمنشأة الطبية. يجب على المرء أن يفهم هذا السياق لضمان المساهمة الملائمة للأجهزة في النتائج إكلينيكية. بشكل أكثر تحديداً، لا بد للمرء من اتباع نهج النظم (انظر الفصل ٥٩) ويجب أن يأخذ بعين الاعتبار الروابط الأربعة التالية (الشكل رقم ٨٠,١) (انظر Bruley، ١٩٩٤):

- الجهاز– المستخدم.
- الجهاز– المريض.
- الجهاز– البيئة المحيطة/المنشأة (مستشفى أو منزل أو غيرها).
- الجهاز– الملحقات/المستهلكات/المواد المُستهلَكة.



الشكل رقم (٨٠,١). روابط الأجهزة.

الجهاز– المستخدم Device-User

على الرغم من أن المرء يعتقد أن الذي يستخدم الجهاز هو الطبيب، إلا أن المستخدم الفعلي للجهاز في معظم الأوقات هو الممرض أو الفني. يجب على المرء أن يكون على بينة من الاختلافات في وجهات النظر والتدريب والتعليم بين الشخص الذي يحدد الجهاز والشخص الذي يستخدمه. يجب أن يتم تدريب المستخدمين على تشغيل الجهاز وتفسير النتائج. تتعلق معظم مشاكل الأجهزة الطبية في المستشفيات بخطأ المستخدم. يمكن لقسم الهندسة الإكلينيكية في كثير من الأحيان ومن خلال تدريب المستخدمين أن يساعد في تقليل الأخطاء (انظر الفصل ٧٤).

الجهاز– المريض Device-Patient

تُلامس جميع الأجهزة تقريباً أجساد المرضى أو أنها تقوم بسحب العينات منهم. ويجب تفهم التباين الواسع في أوساط مجموعة المرضى من أجل الفهم الكافي للسبل التي يمكن للجهاز بموجبها استيعاب هذا التباين. من الأهمية بمكان فهم كيفية ترابط الجهاز مع المريض بشكلٍ دقيق وكيف يمكن للجهاز أن يستوعب مجموعة واسعة من المرضى. قد تحتاج فئات معينة من المرضى (مثل حديثي الولادة والأطفال والبالغين الكبار والصغار والمرضى المسنين) احتياجاتٍ خاصة. تتطلب بعض الأجهزة ملحقات خاصة لكي تتمكن من استيعاب مجموعات من المرضى.

الجهاز– المنشأة Device-Facility

إن لجميع الأجهزة شروطاً ومتطلبات للتخزين والاستخدام بما في ذلك درجة الحرارة والرطوبة والطاقة الكهربائية والمياه ودرجة الحموضة والتدريع من الحقول الكهرومغناطيسية والتوصيل إلى غازات خاصة. يجب توخي الحذر بشكل خاص عندما تكون الأجهزة مصممة للاستخدام في بيئة محددة (مثل مستشفى رئيسي) ويتم استخدامها في بيئةٍ أخرى مثل المنزل (Dyro، ١٩٩٨). وبالمثل، يجب توخي الحذر عند استخدام الأجهزة المُصممة للبالغين على الأطفال. كما يترتب على الأجهزة البسيطة (مثل حاويات الأدوات الحادة) عواقب خاصة بها حيث يجب أن توضع هذه الحاويات في مستشفى الأطفال بعيداً عن متناول الطفل لأن الطفل قد يعتبر الحاوية لعبة وبذلك قد يرغب في وضع يده في داخلها للعب.

الإكسسوارات والمستهلكات والأدوية Accessories, Disposables, and Drugs

الجهاز– الإكسسوارات/المستهلكات/المواد المُستهلَكة Device-Accessories/Disposables/Consumables

إن لمعظم الأجهزة مكونات قابلة لإعادة الاستخدام ومكونات مُستهلَكة. إن لمضخة الحقن (infusion pump) مجموعة حقن مُستهلكة كما يمكن أن يكون لمزيل الرجفان إلكترودات مُستهلَكة كما تحتوي وحدة الأشعة السينية عادة على خرطوشة للفيلم. يجب أن تعمل المجموعة بأكملها بشكلٍ صحيح. قد لا تبيع الشركة المصنعة للجهاز أو قد لا تنتج المستهلكات والمواد الاستهلاكية. وعلى العكس، فإن الشركة المصنعة للمُستهلكات والمواد الاستهلاكية

قد لا تبيع أو قد لا تنتج الجهاز الطبي. في بعض الأحيان، فإن مصنعاً واحداً هو الذي يصنع المستهلكات والمواد الاستهلاكية. تؤثر العلاقة بين المُستهلكات والمواد الاستهلاكية على استخدام وتكلفة الجهاز. إن أرباح المواد الاستهلاكية مرتفعة للغاية بالنسبة لبعض التجهيزات الإكلينيكية المخبرية بحيث إن الشركة المصنعة للجهاز تُقدم الجهاز إلى المستشفى من دون أي تكلفة إذا التزمت المستشفى بشراء المواد الاستهلاكية من الشركة المصنعة.

الأجهزة المُستهلَكة Disposable Devices

تُصمم الأجهزة المُستهلَكة ليتم التخلص منها بعد أول استخدام أو بعد استخدامات متعددة على المريض نفسه. إن بعض هذه الأجهزة مكلف جداً (يمكن أن تُكلف القساطر المُستخدمة في القسطرة ما يقارب ٤٠٠ دولار أو أكثر)، وبذلك فإن هناك حوافزاً مالية قوية لإعادة استخدام الأجهزة حتى ولو كانت هذه الأجهزة مصممة للاستخدام لمرة واحدة. تقوم بعض المؤسسات الصحية بإعادة استخدام الأجهزة المُخصصة للاستخدام لمرة واحدة. هناك جدل كبير حول المخاطر التي يتعرض لها المريض عندما يتم إعادة استخدام الأجهزة المُخصصة للاستخدام لمرة واحدة. هناك بدائل في كثير من الحالات للجهاز الذي يمكن إعادة استخدامه وللجهاز المُخصص للاستخدام لمرة واحدة.

تربط بعض الجهات الخصائص التالية بالأجهزة القابلة لإعادة الاستخدام: القوة وصعوبة التنظيف والتكلفة المنخفضة (أي، إذا كانت تكاليف العمل لإعادة معالجة الجهاز منخفضة). تُعتبر الأجهزة المُستهلَكة أكثر نظافةً وأسهل للمحافظة عليها مُعقمة كما أنها أقل قوة وهي في نهاية المطاف أكثر تكلفةً. من المهم عند اتخاذ قرار الاختيار أن يكون المرء متأكداً من سبب قراره بشأن الجهاز القابل لإعادة الاستخدام أو الجهاز المُخصص للاستخدام لمرة واحدة وكذلك مراجعة الافتراضات مع مرور الوقت. يمكن أن تتغير تكلفة إعادة المعالجة مع تغير تكاليف العمالة وتوفر التكنولوجيات الجديدة للمساعدة في إعادة المعالجة والتعقيم. لا يزال كلا النوعين من الأجهزة (التي يمكن إعادة استخدامها والمُخصصة للاستخدام لمرة واحدة) بحاجة إلى المعاينة قبل الاستخدام.

الاختلافات بين الأجهزة والأدوية Differences Between Devices and Drugs

كثيراً ما تُحدد الأدوية والأجهزة (التي تلتقي مباشرة في بعض الأحيان كما هو الحال مضخة داخل الوريد وبشكلٍ غير مباشر كما هو الحال أجهزة تحليل المختبرات الإكلينيكية)، طبيعة ونوع الأدوية التي يصفها الطبيب. تكون بعض الأجهزة (مثل الموسعات) مشربة بالأدوية خلال عملية التصنيع. إن الخط الفاصل بين الأدوية الأجهزة هو في تغير مستمر ومن المهم أن نقدر الاختلافات بينهما.

تحتاج الأجهزة والأدوية التي تُستخدم لمساعدة المرضى إلى شخص مُدرَّب. إلا أن الأدوية لا تحتاج إلى صيانة دورية كما أنها لا تنكسر ولا تحتاج إلى عدد كبير من الأشخاص لإبقائها في حال العمل. ليس للأدوية "تاريخ عمل"

كما أنها لا تحتاج إلى عقود خدمة وسجلات حفظ. إن طريقة تعليم الطبيب عن كيفية وصف الأدوية تختلف تماماً عن طريقة تعليم الطبيب أو الممرضة أو الفني كيفية استخدام الجهاز الطبي.

مثال: علاج المرضى المصابين بداء السكري
Example: Treating Patients with Diabetes

تُفصِّل المناقشة التالية الاحتياجات اللازمة لعلاج داء السكري (أحد الأمراض الأكثر شيوعاً في العالم). من المتوقع أن يؤثر مرض السكري على ما يزيد على ٢٠٠ مليون شخص في العالم بحلول عام ٢٠٠٥. تم في الولايات المتحدة تشخيص نحو ١٠ ملايين شخص بداء السكري بينما يعاني سبعة ملايين نسمة آخرين من هذا المرض من دون أن يعرفوا ذلك. يتم في الولايات المتحدة تشخيص أكثر من ٦٠٠٠٠٠ حالة جديدة سنوياً حيث يصيب المرض الرجال والنساء بنسب متساوية. إن مرض السكري هو السبب السابع الرئيسي للوفاة في الولايات المتحدة (NDIC، ٢٠٠١).

يُعتبر مرض السكري والمضاعفات المرتبطة به من بين أكثر الأمراض انتشاراً وكلفةً في العالم. تتجاوز السوق العالمية لمنتجات مراقبة الجلوكوز ٤,٧ مليار دولار. تُقدر التكاليف المباشرة لرعاية مرضى السكري في الولايات المتحدة بنحو ٥٠ مليار دولار، أي نحو ٦٪ من مجموع النفقات الشخصية على الرعاية الصحية، في حين تتسبب مضاعفات مرض السكري غير المنضبط بتكاليف صحية سنوية تُقدَّر بـ ١٠٠ مليار دولار.

إن داء السكري هو اضطراب مزمن لتنظيم السكر في الدم ويؤدي عادة إلى تطور مضاعفات قلبية وعائية وعينية وعصبية وكلوية. يُصنَّف هذا المرض إلى نوعين رئيسيين: النوع الأول (قلة إنتاج مادة الأنسولين والإفراج عنها) والنوع الثاني (مقاومة فعل الأنسولين). تكون الخلايا الجزيرية في مرض السكري من النوع الأول قد تم تدميرها من قبل استجابة ذاتية المناعة حيث ينخفض إنتاج الأنسولين إلى مستويات غير كافية من أجل الحفاظ على تنظيم الجلوكوز في الدم، ومن ثم فإن نقص الأنسولين هو السبب الرئيسي. أما في مرض السكري من النوع الثاني، فإن الجسم لا يتمكن من الاستجابة بشكل ملائم للأنسولين الذي تم إنتاجه من قِبَل البنكرياس حيث إن الجلوكوز يبقى في الدم بدلاً من تزويد الجسم بما يحتاجه من الوقود.

يبلغ عدد المصابين بمرض السكري من النوع الأول (الذي عادة ما يبدأ في الطفولة) في الولايات المتحدة حوالي ٥٠٠٠٠٠ شخص. أما المصابون بداء السكري فهم مصابون بالسكري من النوع الثاني الذي عادة ما يتطور بعد سن الأربعين. غالباً ما يُصيب مرض السكري من النوع الثاني كبار السن كما أنه يرتبط بالسمنة. أظهرت العديد من الدراسات التي أجريت مؤخراً أن الحفاظ على مستويات السكر قريبة من المستوى الطبيعي توافق مع انخفاض كبير في المضاعفات الثانوية لمرض السكري على المدى الطويل. يتطلب هذا الترتيب من مريض السكري من النوع الأول إجراء اختبار جلوكوز الدم عدة مرات في اليوم إضافة إلى ثلاث أو أربع جرعات من الأنسولين يومياً وتغيير

في نمط الحياة. يُنصح بالضبط الدقيق لمستوى الجلوكوز في الدم باعتباره وسيلة هامة لتأخير ظهور مضاعفات داء السكري على المدى الطويل (مثل اعتلال الشبكية واعتلال الأعصاب وأمراض الكلى والأمراض الوعائية القلبية) ولإبطاء تقدم هذه المضاعفات بشكلٍ كبير. يحتاج حوالي ٤٠٪ من المرضى الذين تم تشخيصهم بمرض السكري من النوع الثاني إلى العلاج بالأنسولين وسيستفيدون من الضبط المحكم لمستويات الجلوكوز في الدم لديهم. يجب تدبر هذا المرض طوال حياة المريض بسبب عدم وجود علاج له.

فيما يلي مناقشة لتشخيص وعلاج المرضى البالغين المصابين بداء السكري من النوع الثاني. سوف يتم شرح التجهيزات المستخدمة وموقع التجهيزات المستخدمة والممارسين المهتمين في علاج المريض. يتراوح نطاق التجهيزات من الأجهزة البسيطة إلى الأجهزة المعقدة وتشمل التجهيزات المستهلكة والتجهيزات القابلة لإعادة الاستخدام وتجهيزات الرعاية المنزلية (أي أن هناك مجموعة واسعة من التكنولوجيا التي تستخدم في علاج المريض). كما سيتم شرح التجهيزات المناسبة للمريض بافتراض التطور المتفاقم للمرض. لحسن الحظ، لن يعاني جميع المرضى من جميع أعراض المرض.

التشخيص Diagnosis

قد يشكو المريض خلال الفحص الطبي الروتيني من أعراض مثل الإفراط في تناول الطعام أو العطش أو كثرة التبول أو فقدان الوزن. يتم التأكد من التشخيص من خلال اختبارات الدم. باعتبار أن العديد من المصابين ليس عندهم أعراض، فإن الفحص يتم عن طريق قياس مستوى الجلوكوز كجزء من اختبارات الدم العامة التي تُجرى على المرضى فوق سن الـ ٤٥. لم تعد اختبارات البول من أجل الجلوكوز تستخدم لتشخيص مرض السكري في الولايات المتحدة.

يتم سحب الدم في مكتب الطبيب وتوضع العينة إما في أنبوب اختبار معزول يحتوي على مادة حافظة لمنع انحلال الجلوكوز أو في أنبوب خاص مع حاجز للحفاظ على المصل/البلازما منفصلة عن خلايا الدم الحمراء. يجب من أجل قراءة العينة على المحلل الإكلينيكي الكيميائي تدويرها بسرعة في جهاز طرد مركزي منضدي (تكلفة الشراء: ٢٠٠٠ دولار) بسرعة دوران من ٣٢٠٠ إلى ٣٥٠٠ دورة في الدقيقة لفصل المصل/البلازما عن بقية العينة. (لا تتقبل معظم تجهيزات المختبرات الإكلينيكية الدم الكامل بل تتقبل المصل/البلازما فقط). يجب المحافظة على برودة العينة عند تخزينها كما ينبغي أن تُرسل إلى المختبر الإكلينيكي في غضون ساعات قليلة من سحبها من المريض.

ما إن يتم استلام العينة في المختبر الإكلينيكي حتى يقوم فني المختبر باختبارها على المحلل الإكلينيكي الكيميائي (تكلفة الشراء: ١٠٠٠٠٠ دولار). تُشير مستويات الجلوكوز الواقعة خارج نطاق القيم المحددة مسبقاً إلى أن المريض يعاني من مرض السكري. ينبغي تكرار التجارب في يوم آخر لتأكيد التشخيص.

الحمية والتمارين Diet and Exercise

يمكن علاج الكثير من مرضى السكري من النوع الثاني بالحمية وممارسة الرياضة. تُعتبر الاستشارة مهمة بالنسبة للعلاج حيث يمكن للمريض من الناحية المثالية أن يجتمع مع اختصاصي التغذية أو مُمرضة التعليم للحصول على المشورة بشأن التغيرات في النظام الغذائي والنشاط. تتم مراقبة وزن المريض في المنزل وخلال زياراته لمكتب الطبيب وذلك باستخدام مقياس وزن المريض.

إذا لم يتمكن النظام الغذائي والتمرين من السيطرة على مستويات السكر في الدم، فتوصف للمريض الأدوية الفموية أو الأنسولين في بعض الحالات. سوف يحتاج المريض إلى مراقبة مستويات السكر في الدم في المنزل وذلك باستخدام جهاز مراقبة نسبة الجلوكوز في الدم.

أجهزة مراقبة جلوكوز الدم Blood Glucose Monitors

إن أجهزة مراقبة الجلوكوز في الدم هي أجهزة محمولة تعمل بالبطاريات (ECRI، ٢٠٠٠a). يضع المريض قطرة دم من الإصبع على شريط ورقة اختبار مُشرب بأنزيم مُحدد الجلوكوز والذي يتفاعل مع جلوكوز الدم. يتم إدخال الشريط في مقياس جلوكوز الدم حيث تتم قراءته إما باستخدام مقياس ضوء انعكاسي أو باستخدام تكنولوجيا كهروكيميائية لتحديد مستوى الجلوكوز في الدم. كما تُستخدم أجهزة المراقبة هذه أيضاً لمراقبة مستويات الجلوكوز في الدم في الأحوال الإكلينيكية.

إن متوسط التكلفة لجهاز مراقبة جلوكوز الدم في المنزل هو ٥٥ دولاراً وهي تعمل لمدة ثلاث سنوات تقريباً (أما وحدات مراقبة جلوكوز الدم المستخدمة في المستشفيات فلديها قدرات إضافية لتخزين ونقل المعلومات وتبلغ تكلفتها ١٠٠٠ دولار) وتبلغ تكلفة الشرائط حوالي ٠,٣٥ دولاراً لكل شريط لأجهزة المراقبة ذات الاستخدام المنزلي (٠,٧٠ دولاراً لأجهزة المستشفيات). وعلى افتراض إجراء قراءتي جلوكوز في اليوم الواحد، فإن شرائط الاختبار تكلف حوالي ٢٦٠ دولاراً في السنة. تُقدَّر السوق العالمية لأجهزة قياس السكر والشرائط بحوالي ثلاثة مليارات دولار أمريكي سنوياً ويتوقع أن تتضاعف بحلول عام ٢٠٠٨.

يحتاج الأشخاص المصابين بداء السكري إلى قياس مستويات السكر في الدم عن طريق المختبرات الإكلينيكية مرتين إلى أربع مرات في السنة اعتماداً على مدى شدة المرض. يتم إجراء اختبار الهيموجلوبين A1c في المختبرات الإكلينيكية باستخدام تجهيزات يدوية أو آلية على الأقل مرتين في السنة. كما يمكن إجراء اختباراتٍ أخرى، بما في ذلك اختبار وظيفة الكلى واختبار الألبومين الدقيق في البول (urine-microalbumin) حسب الحاجة.

يمكن أن توصف الأدوية التي تُساعد جسم المريض على استخدام الأنسولين الذي يُنتجه بكفاءةٍ أكبر. يُراقب معظم هؤلاء المرضى مستوى السكر في الدم في المنزل باستخدام جهاز مراقبة نسبة الجلوكوز في الدم.

حقن الأنسولين Insulin Injections

سوف يتطلب بعض مرضى السكري من النوع الثاني حقن الأنسولين من أجل الحفاظ على المستويات المناسبة للسكر في الدم ومن ثم تقليص خطر حدوث المضاعفات التي يمكن أن تشمل العمى والفشل الكلوي وتلف الأعصاب ومشاكل الدورة الدموية. تُعتبر المراقبة المنزلية باستخدام جهاز مراقبة نسبة الجلوكوز في الدم جزءاً مهماً من العلاج.

يجب على هؤلاء المرضى أن يحقنوا أنفسهم بالأنسولين مرتين أو أكثر في اليوم الواحد وذلك باستخدام محقنة الأنسولين. يجب الاحتفاظ بالأنسولين في الثلاجة ويجب حمايته في جميع الأوقات من درجات الحرارة الأعلى من ٨٦ درجة فهرنهايت (٣٠ درجة مئوية) أو الأقل من ٣٦ درجة فهرنهايت (درجتين مئويتين). تُعطى الحقن بدرجة حرارة الغرفة لتسهيل الامتصاص ومن ثم يمكن للمريض أن يُبقي إمدادات شخصية في درجة حرارة الغرفة. يبقى الأنسولين مستقراً لمدة شهر في درجة حرارة الغرفة. يحتاج المريض دائماً للاحتفاظ بقنينة إضافية من الأنسولين في متناول اليد من أجل حالات الطوارئ.

تُكلِّف المحاقن نحو ٢٨ دولاراً للعلبة التي تحتوي على ١٠٠ محقنة. تُباع هذه المحاقن على أنها أجهزة للاستخدام لمرة واحدة على الرغم من أن بعض المرضى يختارون إعادة استخدامها. تبلغ التكلفة السنوية لحقنتين في اليوم حوالي ٢٠٠ دولار.

فحص الدم Blood Testing

يقوم المرضى الذين يعانون من السكري من النوع الثاني عادةً بإجراء اختبار جلوكوز الدم كل ثلاثة أشهر واختبار الهيموجلوبين A1C كل ستة أشهر. تُشكل مراقبة نسبة الجلوكوز ١٩٪ من جميع الاختبارات التشخيصية السنوية التي تتم في المختبر في الولايات المتحدة.

باعتبار أن المريض يستخدم جهاز مراقبة مستوى سكر الدم في المنزل للتأكد من مستويات الجلوكوز وضبط جرعات الأنسولين، فمن المهم مقارنة نتائج أجهزة المراقبة المنزلية مع نتائج جهاز التحليل الإكلينيكي الكيميائي ويجب أن يكون التوافق ضمن ١٥٪.

باعتبار أن مرضى السكري معرضون بشكل أكبر لخطر الإصابة بأمراض القلب، فيتم إجراء اختبار الكوليسترول (أو بتعبير أدق، اختبار الدهون والشحوم الثلاثية) مرة واحدة أو أكثر في السنة. يُصاب بعض مرضى السكر بأمراض الكلى التي قد تتقدم إلى النقطة التي تتطلب غسيل الكلى (الديلزة).

الديلزة Dialysis

إن الديلزة هي إزالة السموم من الدم عن طريق الآلة (ECRI، ٢٠٠٠b). يمكن لبعض المرضى علاج أنفسهم في المنزل عن طريق تنظيف تجويف البطن (الديلزة الصفاقية التي عادة ما تتم يومياً). أما في أكثر الأحيان فإن

المطلوب هو غسيل الكلى الذي يتم عبر ثلاث جلسات تستغرق كل جلسة منها خمس ساعات وذلك باستخدام جهاز غسيل الكلى في المستشفى أو دار الرعاية أو أي منشأة صحية أخرى. تشمل التجهيزات المطلوبة لعملية الديلزة على نظام لتنقية المياه وآلة ديلزة (تكلفة الشراء: ٢٥٠٠٠ دولار) ومُديلز ومُستهلكات. يقوم فني الديلزة بتوصيل المريض إلى جهاز الديلزة. تقوم آلة الديلزة بتصفية دم المريض وإزالة السموم ثم يُعاد الدم إلى المريض. يقوم أخصائي طبي بالإشراف على تشغيل المنشأة.

فحص العين Eye Examination

يقوم طبيب العيون بإجراء اختبارات مُفصلة للعين عدة مرات في السنة للوقاية من العمى. غالباً ما يكون مطلوب إجراء جراحة للشبكية حيث تتم باستخدام جهاز ليزر عيني (ECRI، c٢٠٠٠) (تكلفة الشراء: ٥٥٠٠٠ دولار تقريباً).

القلب Heart

باعتبار أن مرض السكري يمكن أن يؤدي إلى مرض الشريان التاجي، فإنه تتم مراقبة الحالة الوعائية القلبية للمرضى بعناية باستخدام تخطيط الـ ECG واختبارات الجهد. تشمل الوقاية على ضبط الوزن وجهاز التمارين والنظام الغذائي. إذا تطور مرض الشريان التاجي، فيمكن إجراء العلاجات الجراحة التحويلية (bypass surgery) وشبكات التوسيع (stents) وتقويم الأوعية الدموية والليزر.

يمكن أن تؤدي مضاعفات الدورة الدموية إلى الحاجة إلى بتر القدمين والساقين. إن أكثر من نصف حالات بتر الأطراف التي تجري في الولايات المتحدة تتم على مرضى السكري. لا تلتئم الجروح بشكل جيد عند مرضى السكري كما يُعتبر التئام الجروح في الأطراف أمراً صعباً.

موجز عن الأجهزة المستخدمة في داء السكري Summary of Devices used in Diabetes

إن داء السكري هو أحد الأمراض الأكثر كلفة في العالم. تُمثل التكاليف المباشرة لمرض السكري في الولايات المتحدة نحو ٦٪ من مجموع النفقات الشخصية على الرعاية الصحية. تبلغ تكاليف علاج المضاعفات الناجمة عن هذا المرض الرهيب ما يقرب من ١٠٠ مليار دولار سنوياً.

توجد الأجهزة التي تستخدم لتدبر أمر مرض السكري في المنزل ومكتب الطبيب والمستشفيات والمراكز المتخصصة. يقوم باستخدام هذه الأجهزة كل من المرضى ومقدمي الرعاية والأطباء والممرضين وفنيي المختبرات والأخصائيين الطبيين. تشمل سلسلة التجهيزات على المحاقن (٠.٢٨ دولاراً) والموازين ومقاييس ضغط الدم والسماعات ومنظار قاع العين وجهاز مراقبة نسبة الجلوكوز في الدم والثلاجات وأجهزة التحليل الإكلينيكية الكيميائية (١٠٠٠٠٠ دولار). إن التكلفة السنوية للمحاقن وشرائط الاختبار لقياس السكر في المنزل هي ٤٦٠

دولاراً. يتطلب حدوث المضاعفات وجود المزيد من التجهيزات المتطورة. يقتضي الأمر وجود جميع التجهيزات في هذه السلسلة لكي يتلقى المريض العلاج المناسب.

المراجع

References

Briggs J. Diagnostics Industry Overview. Clinical Laboratory Products Magazine. http://www.clpmag.com, 2001.

Bruley M. Accident and Forensic Investigation. In Van Gruting CWD (ed). Medical Devices, International Perspectives on Health and Safety, Amsterdam, Elsevier Science, 1994.

Coe GA, Banta D. Health Care Technology Transfer in Latin America and the Caribbean. International Journal of Technology Assessment in Health Care 8:2 255–267, 1992.

Dyro JF. Methods for Analyzing Home Care Medical Device Accidents. J Clin Eng 23(5):359-368, 1998.

ECRI. Portable Blood Glucose Monitors (Update Evaluation). Health Devices. 29(6):200–237, 2000a.

ECRI. Hemodialysis Units. Health care Product Comparison System, 2000b.

ECRI. Ophthalmic Lasers. Health care Product Comparison System. 2000c.

MDA, 1976. (21 USC 321h.) Medical Device Amendments of 1976.

Health Forum, LLC. Table 8, 1988 Utilization, Personnel and Finances. Hospital Statistics 2000, 164-165.

Marrin CAS, Johnson LC, Beggs VL, Batelden PB. Clinical Process Cost Analysis. Ann Thorac Surg 64:690-94, 1997.

Medical Device and Diagnostic Industry (MDDI). Industry Snapshot 12:47–56, 2000.

Medical Health Care and Marketplace Guide (MHMG), 16th Ed., Vol. 1 2000–2001. October 2000, Dorland Health care Information, Philadelphia, PA USA.p I-1010

Medical Health care and Marketplace Guide, 14th Ed., 1998, Dorland's Biomedical, Philadelphia, PA USA; 1998a, p I-21.

Medical Health care and Marketplace Guide, 1998, Dorland's Biomedical, Philadelphia, PA, 1998b, p I-28.

Medical Health care and Marketplace Guide, 14th Ed. Ed., 'Philadelphia, Dorland's Biomedical, 1998c, p I-495.

National Diabetes Information Clearinghouse (NDIC). Diabetes Statistics. http://www.niddk.ni h. gov/health/diabetes/pubs/dmstats/dmstats.com, February 2, 2001.

World Health Organization. The World Health Report 2000 Health Systems: Improving Performance. Geneva, World Health Organization, 2000.

World Health Organization. The World Health Report 1997 Health Systems: Improving Performance. Geneva, World Health Organization, 1997.

معلومات إضافية

Additional Information

Association for the Advancement of Medical Instrumentation
1110 North Glebe Road, Suite 220
Arlington VA 22201-4795
Tel: 703 525 4890
Fax: 703 276 0793
http://www.aami.org

American Hospital Association
One North Franklin
Chicago Illinios 60606-3421
Tel: 312 422 0300
http://www.aha.org

ECRI
5200 Butler Pike
Plymouth Meeting, PA 19462
Tel; 1 610 826 6000
Fax; 1 610 834 1275
http://www.ecri.org

Journal of Clinical Engineering
Aspen Publishers, Inc.
7201 McKinney Circle
Frederick, MD 21704
Tel: 800 638 8437

Canon Communications LLC
11444 W. Olympic Blvd.
Los Angeles, CA 90064
Tel: 310 445 4200
Fax: 310 445 4299
http://www.devicelink.com/mddi

National Guidelines Clearinghouse (http://www.guideline.gov).

Serpa-Flórez F. Technology Transfer to Developing Countries: Lessons from Colombia. International Journal of Technology Assessment in Health Care 9:233–237, 1993.