٣٧

صيانة الأجهزة الطبية وإصلاحها

Maintenance and Repair of Medical Devices

James McCauley
Director, Biomedical Engineering, Central Coast Hospital
Gosford, New South Wales, Australia

ينظر هذا الفصل إلى السبل التي يمكن بموجبها إدارة أعمال الصيانة والإصلاح. لم يتم وضع أي قوانين صارمة أو سريعة وإنما تم تبني الأسلوب الأكثر عموميةً بهدف تشجيع أولئك المسئولين عن إدارة أو تقديم خدمات الصيانة والإصلاح بأن يُفكروا بمنظور أوسع بحيث يكون لديهم الثقة لتطوير واكتشاف إستراتيجيات وأفكار مختلفة. والأكثر من ذلك، فإن هذا الفصل لا يحاول أن يكون مُحدداً أو شاملاً ولا أن يعرِّف أي من المتطلبات الموجودة لأن ذلك سوف يضمن القِدَم في عالم سريع التغيير.

إن أعمال الصيانة والإصلاح مطلوبة من أجل ضمان المحافظة على عمل الأجهزة ضمن الحدود التي تفرضها معايير الاختبارات ولإرجاع الأجهزة إلى مستوى العمل المطلوب بعد العطل أو الفشل. إضافة إلى ذلك، فمن المطلوب إجراء اختبار الأمان والأداء من أجل تحديد الأجهزة الطبية التي تعمل بشكل غير آمن أو غير صحيح والتي يمكن أن تُشكل مخاطر إما على المرضى أو على الكادر. عادة ما يُجرى هذا الفحص عند القبول وبعد ذلك على أساس روتيني. يُشكل اختبار الأمان والأداء مجتمعاً مع الإصلاح والصيانة الأساس لأي برنامج إدارة للأجهزة الطبية (انظر إلى الفصل ١٢٢). ورغم ذلك، فإنه يُنظر إلى هذين الأمرين غالباً على أنهما أعمال منفصلة، باعتبار أن اختبار الأمان والأداء على الأغلب هو إلزامي (عادة كل ١٢ شهراً)، بينما أن أعمال الصيانة والإصلاح تُجرى عادة كرد فعل لعطل أو فشل الجهاز. تتم إدارة الصيانة والإصلاح في الحياة العملية بشكلٍ عام بطريقة مختلفة عن الطريقة التي تتم فيها إدارة اختبار الأمان والأداء. ورغم أنه يُنظر إلى الصيانة والإصلاح على أنهما أعمال "خبز وزبدة" أساسية، إلا أنها في الحقيقة مثل "الطباشير والجبنة". أنهما الوجهين المتقابلين لنفس العملة وغالباً ما يكونان نقيضي بعضهما. تأتي كلمة الصيانة (Maintain) من اللغة اللاتينية "الإمساك بيد أحدهم" وتعني أن تحميه وأن تهتم

به. بينما تعني كلمة (Repair) إرجاع الأشياء لما كانت عليه أو الإصلاح. إن الهدف الرئيسي لعمل الصيانة هو تخفيض أو إلغاء الحاجة إلى الإصلاحات.

لسوء الحظ، سوف لن يكون ممكناً على الإطلاق تخفيض عمل الإصلاح إلى الصفر رغم برامج الصيانة الفعالة التي تُزيل المشاكل التي يمكن التنبؤ بها والتي تحافظ على عمل الأجهزة ضمن المعايير المقبولة للأمان والأداء. سوف لن يكون ممكناً استئصال الفشل العشوائي للعناصر بشكلٍ كامل، كما أن الحقيقة العملية تضمن تعطل الأجهزة وهي في الاستخدام رغم تدريب وموقف الكادر. يمكن من ناحيةٍ أخرى تخفيض أعمال الصيانة إلى الصفر وفي هذه الحالة فإنه يتم تخصيص جميع الموارد المتوفرة إلى الإصلاح (ولاختبار الأمان والأداء الروتيني المطلوب). وفي الحقيقة، ما إن تكون الموارد محدودة حتى تتجه العديد من المنظمات باتجاه الصيانة المنخفضة والإصلاح العالي. ما إن تصل أعمال الإصلاح إلى مستوى محدد حتى يُصبح من الصعب الاستمرار في أي خطة صيانة أو أعمال إصلاح بشكلٍ متوازن مع اختبار الأمان والأداء. ولولا الالتزامات الإجبارية أو المهنية لأصبحت بعض المنظمات تقوم بالقليل من اختبار الأمان والأداء حيث تنتهي بأن تعمل في نمط "العمل حتى العطل". بينما أن مثل هذه الإستراتيجية هي إكلينيكياً غير مقبولة، إلا أنها قد تكون الأكثر فعالية بالنسبة إلى كلفة إدارة التجهيزات والتخصيص الملائم للموارد وذلك لأن إدارة الأجهزة الطبية غالباً ما تكون صعبة التحقيق في بيئة الرعاية الصحية. يأخذ تمويل إدارة الأجهزة الطبية أولوية على الحاجات الإكلينيكية فقط عندما لا يمكن المحافظة على تقديم الخدمات الإكلينيكية أو الالتزامات القانونية (الأمر الذي قد يتسبب بانخفاض في الدخل أو ارتفاع في التعرض إلى المسئولية القانونية).

يتم تمويل إدارة الأجهزة الطبية بالعديد من الطرائق. تشمل هذه الطرائق على التمويل التاريخي والتمويل الذي يعتمد على عدد ونوع الأجهزة والتمويل الذي يعتمد على عدد ونوع الأسرة والخدمات في منظمة الرعاية الصحية أو بمزيج من هذه الطرائق إضافة إلى عوامل أخرى مثل أنظمة التأمين (انظر إلى الفصل ٣٩). بغض النظر فيما إذا كانت المنظمة تنفذ الصيانة والإصلاح داخلياً أو أنها تُعهد بعض أو جميع هذه الخدمات خارجياً بأي طريقة ممكنة، فمن الضروري فهم الطريقة التي يتم فيها الحصول على التمويل والتخصيص (انظر إلى الفصل ٤٨). تُساعد وجهة النظر هذه في أيجاد مصادر للموارد الملائمة وتوزيعها والاحتفاظ بها لمواجهة التغيرات المستمرة في متطلبات إدارة الأجهزة الطبية.

إطار العمل الموجِّه للصيانة والإصلاح
Framework Guiding Maintenance and Repair

الضوابط Regulation

من المهم قبل القيام بأعمال الصيانة والإصلاح تأسيس إطار عمل تنظيمي يتم بموجبه القيام بهذا العمل وذلك من أجل ضمان مطابقة المتطلبات المحلية (انظر إلى الفصل ١٢٤). تتغير المتطلبات اعتماداً على الموقع ونوع

الأجهزة التي تتم إدارتها وطبيعة التشغيل لمنظمة الرعاية الصحية وبين مصنعين مختلفين. يوجد في بعض الدول القليل من الضوابط حيث يمكن القيام بالعمل من قبل أي شخص قادر على ذلك بغض النظر عن مؤهلاته أو خبرته أو تدريبه. توجد هذه الحالة إلى حدٍ ما في كل مكان، مع توظيف بعض المنظمات (أو تعهيد العمل خارجياً) مُستخدمي إصلاح لديهم تدريب محدود وكادر إشراف ذو مهارة عالية بحيث يقوم الأشخاص ذوي المؤهلات المنخفضة بالقيام بالعمل (انظر إلى الفصل ٣٨). تقوم بعض الدول بتنظيم تسجيل المُستخدمين التقنيين بمن فيهم مُستخدمي الإشراف كما يمكنها إضافة إلى ذلك أن تُنظم الصيانة والإصلاح إلى درجة معاينة هذه النشاطات لضمان المحافظة على ضبط الجودة (انظر إلى الفصلين ١٩ و٢٧). يمكن أن تصل المعاينة إلى أبعد من بلد التصنيع بحيث تكون جميع الإصلاحات التي تتم من قبل المصنِّع أو المورِّد متوفرة للمعاينة بغض النظر عن مكان إجراءها (وبالأخص إذا كان هناك احتمل لإعادة دخول الجهاز إلى بلد المصنِّع) مع وجود عقوبات إذا تم اختراق معايير الجودة (انظر إلى الفصل ١٢٦). في مثل هذه الحالات فإنه من النادر أن يأخذ المصنع على عاتقه مسئولية الصيانة والإصلاح التي تُجرى من قِبَل أشخاص غير معروفين (انظر إلى الفصل ١٣).

إضافة إلى ذلك، هناك معايير عديدة (انظر إلى الفصل ١١٧) تحكم إدارة الأجهزة الطبية وتتبنى معظم البلدان على الأقل أحد هذه المعايير إما كجزء من عملية الجودة ككل أو بالشكل الأكثر صرامة بأن تكون متطلب تشريعي. تُعرِّف هذه المعايير عادة طبيعة وتكرارية اختبار الأمان والأداء ولكنها لا تُحدد متطلبات الصيانة إلا في مصطلحات عامة. نادراً ما تُحدد هذه المعايير مواضيع جودة الإصلاح.

يجب إعلام المستخدمين المسئولين عن برامج إدارة الأجهزة الطبية بشكلٍ جيد عن المتطلبات التنظيمية النافذة في منطقتهم. والأكثر من ذلك، يجب أن يكونوا على علم فيما إذا كانت هناك متطلبات تتعلق بمؤهلات المستخدمين التقنيين وفيما إذا كانت هناك معايير تغطي إجراءات الصيانة والإصلاح. إذا كان بالإمكان تحقيق جميع المتطلبات التي تغطي إدارة الأجهزة، عندئذ يجب أن تحقِق منظمة الرعاية الصحية المستفيدة تَوقُعاً عاماً معقولاً في تقديم رعاية صحية ذات جودة عالية كما يجب ضمان مقدراتها.

إدارة المخاطر Risk Management

في الحقيقة فإن العديد من برامج إدارة الأجهزة الطبية هي قليلة الموارد بشكلٍ نسبي وبالأخص مع تبني عدد كبير من التكنولوجيات المعقدة. يمثل ذلك حالة صعبة إذا تم تخصيص موارد قليلة لاختبار الأمان والأداء السنوي (وقد يكون ذلك من أجل أسباب إلزامية أو أسباب تتعلق بالاعتماد) عند ذلك فإن تراكم أعمال الإصلاح غير المنجزة سوف يزداد إلى مستوى يؤثر على تقديم الخدمات الإكلينيكية. إضافة إلى ذلك، إذا ازداد تراكم أعمال الإصلاح غير المنجزة فإن أعمال الصيانة سوف تنخفض مما يؤدي إلى تضاعف المشكلة.

لقد تم تبني تقنيات عديدة للعمل في ظروف الموارد المحدودة من أجل تبرير تخفيض تكرارية اختبارات الأمان والأداء وللتحديد الدقيق لمتطلبات الصيانة (Fennigkoh and Smith, 1989; Fennigkoh and Lagerman, 1997; Gullikson, David and Blair, 1997). تضمنت هذه التقنيات تصنيف لحاجات وبنود أو بروتوكولات الصيانة لتبرير إطالة الفترات الزمنية لاختبارات الأداء والأمان. اعتمدت هذه التقنيات إما على مقياسٍ ما لتحديد مدى خطورة الجهاز أو أهميته أو على بيانات إحصائية موثوقة وصحيحة. عادة ما تتوفر بيانات غير كافية من أجل التحليل الإحصائي الصحيح، وعندئذ يجب أن تعتمد هذه التقنيات على تقنيات إدارة المخاطر. تشمل إدارة المخاطر عادة على تطوير مصفوفة يُشكل فيها احتمال العطل احد المحاور بينما تُشكل عواقب هذا العطل (من الدنيا إلى العظمى) المحور الآخر. يمكن وضع الأجهزة في هذه المصفوفة وفقاً إلى المكان الذي يناسبها على كل محور وعلى ترتيبها ، مما يسمح للموارد بأن توجه إلى البنود ذات الخاطر الأعلى (أي تلك البنود التي لها أعلى احتمال عطل وأعلى عواقب). يجب توثيق الأسباب المنطقية وراء تبني أي تقنية (انظر إلى الفصل ٥٦).

إستراتيجية الصيانة
Maintenance Strategy

بغض النظر عن التقنية التي تم تبنيها لموازنة الموارد المتوفرة مقابل المخاطر، فإن إستراتجيات الصيانة الأساسية والمعايرة سوف تساعد في تحسين فعالية إدارة الأجهزة مع الزمن. يجب التفكير دائماً بالإستراتيجيات الجديدة ويجب أخذها بعين الاعتبار وبالأخص إذا كانت تساهم في زيادة الفعالية لأن ذلك يمكن أن يُخفض المخاطر ككل.

إن أحد الخطوات الأساسية هي التحرك باتجاه تقييس الأجهزة التي تتم إدارتها وتخفيض الأنواع المتخلفة للأجهزة عبر منظمة الرعاية الصحية. يمكن القيام بذلك بدون تعريض تقديم الخدمة إلى المخاطر وبنفس الوقت السماح لدرجة معينة من الاختيار الإكلينيكي. إذا تم تطبيق ذلك بشكلٍ حذر فإنه سوف يعود بالفائدة على المنظمة بسبب تقليل التفاوت في متطلبات الصيانة والإصلاح مما يسمح للموارد المحدودة بأن تُطبق بشكل أكثر فاعليةً. كما يمكن لتدريب الكادر (التقني والإكلينيكي) أن يُصبح مُركزاً بشكلٍ أكبر. نادراً ما تحتاج مثل هذه الإستراتيجية إلى تبريرات. يحتاج مُزود خدمات الصيانة والإصلاح أو مدير الأجهزة الطبية لكي يكون على دراية قيمة بهذه العملية إلى معرفة إكلينيكية وكذلك ومعرفة تقنية بالأجهزة التي يتم استخدامها.

يجب الأخذ بعين الاعتبار تخمين ما قبل الشراء للتكاليف المتوقعة للصيانة وبالأخص باعتبار أن هذه التكاليف قد ما تتجاوز كلفة رأس المال الجهاز على مدى عمر الجهاز (انظر إلى الفصل ٣٠). ورغم أن الكادر الإكلينيكي والإدارة غالباً ما تتغاضى عن ذلك، إلا أنه يجب أن يكون هناك اعتبار أساسي لهذه التكاليف في أي عملية شراء للأجهزة. إذا كان بالإمكان موازاة متطلبات الصيانة مع الأجهزة المتوفرة (مثل استخدام نفس نوع

البطاريات أو العناصر الأخرى)، عندئذ يجب دراسة مثل هذه العوامل لأنها من الممكن أن تخفّض العمل الإجمالي على المدى البعيد وكذلك تكاليف القِطع.

أما ملكية الأجهزة فهي الموضوع الآخر الذي يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار. هل الجهاز مشترك بين عدة أقسام أم أنه ينتمي إلى قسم مُحدد أو إلى موقع آخر؟ غالبا ما يكون هناك مزج في الملكية عبر منظمة الرعاية الصحية. مهما يكن نموذج الملكية المُطبَّق، فسيكون له تأثير عندما يتعلق الموضوع بتحديد موقع الأجهزة وتمويل الإصلاح والصيانة. لم تظهر أي إستراتيجية مُلكية وحيدة على أنها الأفضل. غالباً ما تظهر الملكية كجزء من العملية التجارية الأوسع لمنظمة الرعاية الصحية. غالباً ما تساهم هذه الحقيقة إضافة إلى رأي الكادر في جعل تغيير أنماط الملكية أمراً صعباً. يمكن أن تساهم المراقبة في تحديد المجالات التي تكون فيها الممارسات الحالية للمالك معيقة للإدارة الفعالة للأجهزة حيث يمكن تبني ممارسات مختلفة. يجب أن يكون مُزود خدمات الصيانة والإصلاح جاهزاً للتكيف مع الشروط الموجودة.

تشمل الإستراتيجيات الأخرى على الموازنة الداخلية والخارجية لمستوى الدعم مقابل المقدرة التقنية المتوفرة. من المستحيل تقريباً في بعض البلدان الحصول على الدعم التقني اللازم للأجهزة الطبية بينما يكون توفُر وقدرات هذه الخدمات في بلدانٍ أخرى عالياً. يُعتبر التفحص الدقيق لجميع الموارد التقنية المتوفرة لمنطقة معينة أمرٌ ضروري من أجل ضمان تقديم أعلى جودة وكذلك خدمة ذات فعالية كلفة عالية في منظمة الرعاية الصحية.

سوف يكون هناك دائماً إستراتيجيات جديدة ومختلفة للأخذ بعين الاعتبار. وسوف تنتج بعض هذه الإستراتيجيات من التغيرات في التكنولوجيا والتحسينات في تقنيات إدارة الأجهزة. بينما تنتج إستراتيجيات أخرى من التغيرات في المتطلبات المالية ومتطلبات العمل. يجب عدم اعتبار أي إستراتيجية على أنها مُبجلة، يجب دائماً التفكير واعتبار الإستراتيجيات الجديدة.

ربط متطلبات الصيانة مع جداول الاختبار Linking Maintenance Requirements to Test Schedules

إن أحد المشاكل الرئيسية في إدارة الأجهزة الطبية هي صعوبة الحصول على الجهاز عند الحاجة إليه. غالباً ما يكون الجهاز في الاستخدام أو يكون من المستحيل تحديد موقع جهاز معين. لقد تبنت منظمات مختلفة إستراتيجيات عديدة للمساعدة في ضمان فحص التجهيزات عندما يكون ذلك مطلوباً. وقد تفاوتَ نجاح هذه المنظمات في هذه العملية. اعتمدت أفضل الإستراتيجيات وبشكلٍ كبير على المعرفة المحلية والاتصالات. ومع ذلك، يمكن أن تكون عملية الحصول على صلاحية الوصول إلى الجهاز مُستهلِكة للوقت وغالباً ما تُشكل استنزافاً غير متوقعاً للموارد.

إن أبسط خيار والأقل تطوراً هو ربط أعمال الصيانة إلى اختبار الأمان والأداء. عادة ما يُطلب تنفيذ إجراء اختبار الأمان والأداء لجميع الأجهزة كل ١٢ شهراً. وقد تم حديثاً إطالة هذه الفترة لبعض الأجهزة المُحدَّدة اعتماداً

على الوثوقية وتحليل الأعطال. تتطلب بعض الأجهزة تكرارية أكثر من كل ١٢ شهراً لإجراءات صيانة معينة كما يتطلب البعض الآخر تكرارية أقل. تعتمد الصيانة في أنواع مُحددة من التجهيزات على الاستخدام أو على ساعات عمل الجهاز.

ومع ذلك، يمكن لمعظم أعمال الصيانة أن تكون مشمولة في جدول الاختبار الروتيني بغض النظر عن طريقة إدارة جدول الاختبار. إن العامل الذي سوف يؤدي إلى ازدياد الفعالية من دون زيادة المخاطر هو آلية إدراج الصيانة جدول الاختبار الروتيني (وليس فيما إذا تم شملها أم لا). إن استبدال البطاريات هو مثال جيد لتوضيح مثل هذه النقطة. عادة ما تتطلب الأجهزة التي تستخدم البطاريات فحصاً ما لسعة البطارية يُحدِّد مدى تلف البطارية. إن أحد سبل إجراء مثل هذا الفحص كجزء من الفحص الروتيني هو التأكد أولاً من شحن الجهاز بشكلٍ كامل ومن ثم ترك الجهاز يعمل لفترة مُحدَّدة. إذا هبط خلال هذه الفترة جهد البطارية دون مستوى مُحدَّد (يُعرَف عادة من خلال إنذار انخفاض جهد البطارية) عندئذ يمكن اعتبار أن سعة البطارية غير كافية ويجب تغييرها. تُعتبَر هذه العملية مُستهلِكة للوقت بالنسبة إلى مسئولي الفحص حيث يجب عليهم شحن البطارية بشكل كامل ومن ثم تفريغ شحنتها (ربما لمدة عدة ساعات) ومن ثم شحنها مرة أخرى قبل إعادة الجهاز إلى الخدمة. إن أحد الإستراتيجيات البديلة هي تغيير البطارية بعد عمر مُحدَّد. وبافتراض تَوفُر بطاريات ذات نوعية عالية (لقد أصبح من الصعب ضمانه) عندئذ وبدلاً من فحص سعة كل بطارية يمكن تبني سياسية تغيير البطاريات بعد استخدامها لمدة ١٨ شهراً. في هذه الحالة، ومع وجود الفحص السنوي، يجب ألا يكون في الخدمة أي بطارية مُستخدَمة لأكثر من ٣٠ شهراً. ورغم وجود حجج مع وضد كلا الإستراتيجيتين تستند إلى المخاطر والكلفة والفعالية، فإن هذا المثال يخدم لتوضيح أن هناك طرائق مختلفة لدمج الصيانة ضمن جدول الفحص الدوري. يجب تطوير إستراتيجيات مختلفة من أجل جميع أعمال الصيانة. يجب على مُزوِّد الصيانة والإصلاح أو مدير الأجهزة الماهر أن يأخذ بعين الاعتبار تبني إستراتيجيات صيانة مختلفة إذا كانت تساهم في زيادة الفعالية، بشرط عدم ازدياد المخاطر بشكلٍ غير مقبول، وذلك لأن ازدياد الفعالية يمكن أن يُستخدَم لتحسين إدارة الأجهزة ككل.

تخطيط الصيانة

Maintenance Planning

يُعتبر التخطيط المُسبَق لإجراءات الصيانة أمراً مهماً حيث تتطلب هذه العملية معرفة مُفصَّلة لمتطلبات الصيانة والموارد المطلوبة للقيام بها. تشمل الموارد المطلوبة على تكاليف اليد العاملة والقِطع والمواد والأدوات. إذا تم تعهيد أعمال الصيانة، عندئذ تندمج جميع هذه التكاليف ضمن كلفة واحدة. ومع ذلك، يتم في بعض التعهدات فصل تكاليف القِطع.

لا تسمح جميع قواعد البيانات المُستخدَمة لإدارة الأجهزة الطبية بالتخطيط المُسبق لمتطلبات الصيانة. غالباً ما تكون قواعد بيانات الصيانة الصناعية، والمصممة على الأغلب للمصانع الإنتاجية، جيدة من أجل التخطيط المُسبق للصيانة والتخمين المُسبق لمتطلبات الموارد ولكنها تفتقر إلى الفعالية المطلوبة والمتوفرة في قواعد البيانات الخاصة بإدارة الأجهزة الطبية. يُحدِّد نظام قواعد البيانات المُستخدَم درجة التطور الذي يمكن أن يصله التخطيط المُسبق للصيانة (انظر إلى الفصل ٣٦). ومع ذلك، وبغض النظر عن قاعدة البيانات أو المنهجية المُستخدمة، فيمكن للمحاولات العادية للتخطيط المُسبق لمتطلبات الصيانة أن تكون مُفيدة لكل من مُزود الخدمة ومُنظمة الرعاية الصحية المُستفيدة. تتضمن هذه الفوائد على توقعات أفضل للميزانية وفرصة لتحديد الأجهزة التي لا تكون صيانتها ذات فعالية كلفة عالية وإمكانية لتبرير مصاريف الصيانة عبر المُنظمة.

من أجل تأسيس متطلبات الصيانة يجب تحديد الوضع الحالي وتاريخ الصيانة للتجهيزات التي سوف تتم إدارتها. إذا لم يتوفر تاريخ صيانة موثوق عندئذ يمكن للمعاينة ومراقبة وضع الجهاز أو فحصه أن يُساعد في تأسيس وضع الجهاز. يمكن للإطلاع المباشر على المناطق التي تتواجد فيها الأجهزة الطبية أن يكون مفيداً في الحصول على تقييم شامل لمتطلبات الصيانة في المُنظمة. تُساعد هذه المراجعة في تأسيس ظروف استخدام وتخزين الأجهزة. يُعتبر ذلك ضرورياً لأن لبعض التجهيزات متطلبات استخدام وتخزين مُحدَّدة مثل الحاجة لأن تبقى مشحونة أو في وضعية عمودية. سوف يؤدي عدم ملاحظة مثل هذه المتطلبات (لأي سببٍ كان) إلى تداعيات على إدارة الصيانة والإصلاح. يجب تشجيع المجالات التي يمكن أن تكون فيها "صيانة مُستخدِم الجهاز" محدودة أو يجب التحريض عليها إذا كانت مَقدرات المُستخدِمين مضمونة. سوف يؤدي ذلك إلى تحرير الموارد وإعطاء درجة معينة من الملكية والمسئولية للمُستخدِمين كما أنه يؤدي إلى تخفيض الحاجة إلى الإصلاحات.

يجب أن يكون تخطيط الصيانة عملياً وقابلاً للتنفيذ. يجب أن يُركِّز التخطيط بشكلٍ أولي على متطلبات الصيانة العامة (مثل تبديل البطاريات) وأيضاً على المواد الأكثر خطورة (مثل أجهزة التنفس). عندما تكون معالجة متطلبات الصيانة الرئيسية هي أول مرحلة، فإن أي زيادات في الفعالية سوف تؤدي إلى تَحَسُّن في توفر الموارد مما يسمح بمعالجة المواضيع الأصغر (وربما الأكثر صعوبةً). كما أن ذلك سوف يساهم في زيادة الثقة، وهي الفائدة غير الملموسة. مع مرور الوقت ووجود الثقة فإن مُزوِّدي أو مدراء الصيانة والإصلاح سوف ينتقلون من الإستراتيجيات المألوفة والتفاعلية إلى تقنيات إدارة أكثرُ إبداعيةً وإيجابيةً. ومن خلال ذلك تزداد السعة والمقدرة كما تتحسن قابلية التكيُّف مع الشروط المتغيرة.

إستراتيجية الإصلاح
Repair Strategy

تشخيص العطل Fault Diagnosis

يُعتبر التشخيص الصحيح للأعطال أمراً حرجاً وقد يكون بسيطاً أو بالغاً في التعقيد (انظر إلى الفصل ٥٩). قد يكون ضرر الجهاز أو افتقار الأداء الوظيفي له واضحاً. ومع ذلك، لا يكون السبب الأساسي للعديد من الأعطال واضحاً بسهولة مما يجعل مُستخدَمي الإصلاح يعتمدون على مهاراتهم وخبرتهم من أجل التحديد الصحيح لسبب العطل (انظر إلى الفصل ٥٥). مع الأخذ بعين الاعتبار أن العطل قد ينشأ عن عوامل منفصلة، فمن المهم المحافظة على رؤية واسعة عند محاولة تحديد أسباب العطل. على سبيل المثال، يمكن أن تكون الصمامة الكهربائية (fuse) المحترقة ناتجة عن فشل عنصر داخلي ولكنها يمكن أيضاً أن تنتج عن ذروة حادة عابرة في تغذية الطاقة لا يمكن التحكم بها. والأكثر من ذلك، تساهم الخبرة في التحديد الأكثر وضوحاً لأسباب الأعطال كما تُصبح بعض الإستراتيجيات المُحددة أكثر فاعليةً. يُلخص المَثَل القديم القائل "عندما لا يُكتشف أي عطل في وحدة التغذية، عندئذ يجب فحص وحدة التغذية" قيمة الخبرة عند محاولة تشخيص العطل بشكلٍ صحيح. عندما لا يكون سبب العطل واضحاً بشكلٍ سريع، عندئذ يجب اتباع إستراتيجيةٍ ما. إن الهدف من مثل هذه الإستراتيجية هو التحديد الصحيح لسبب العطل في أقصر وقت ممكن بحيث يمكن إجراء الإصلاح المناسب.

يجب الحصول على معلومات من المُستخدِم حول العطل إذا كان ذلك ممكناً. يمكن إيصال هذه المعلومات إما بشكلٍ مباشر من خلال المُستخدِم أو بشكلٍ مكتوب على بطاقة العطل. يجب تقييم المعلومات التي يُقدمها المُستخدِم بحذر لأنها يمكن أن تكون إما قيِّمة وتُحدد السبب بشكلٍ صحيح أو مُربكة وغير صحيحة وتوجِّه كادر الإصلاح بالاتجاه الخاطئ.

يجب محاولة تكرار العطل إذا كان ذلك آمناً. قد يكون العطل بسيطاً من أجل عملية التكرار (مثل عدم إمكانية تشغيل الجهاز) أو قد يكون معقداً (مثل عدم تزامن ناظم الخطى الخارجي مع مخطط كهربية القلب). قد يكون الصعب تحديد الأعطال المُعقَدة لأن العطل قد يوجد فقط في شروط إكلينيكية مُحدَّدة ومع أنواع مُحدَّدة من المرضى. ومع ذلك، إذا ارتبط العطل بعملية إكلينيكية ما (مثل قراءة مقياس الحرارة لدرجة حرارة عالية)، عندئذ يجب على عامل الإصلاح أن يكون حذراً لأن الجهاز قد يكون في الحقيقة يعمل بشكلٍ صحيح إلا أن الكادر الإكلينيكي قد اعتمد على مشاهدات مُسبقة لحالة المريض بدلاً من الجهاز. يجب عدم إهمال أي عطل حقيقي

إذا لم يكن بالإمكان تكرار أي نوع من الأعطال، عندئذ يجب الافتراض أن المسئولية تقع على خطأ المُستخدِم. قد يكون منشأ مثل هذه الأعطال معرفة المُستخدِم غير الكافية بتشغيل الجهاز أو الخطأ غير المقصود من قِبَل المُستخدِم. أن التسرُّع إلى أي من النتيجتين سوف يكون في غير محله، وقد يتعرض العديد من مُستخدَمي الخدمة

للارتباك عندما يضعون المسئولية على المُستخدِم ويستنتجون لاحقاً أن العطل هو بالأصل من الجهاز نفسه. إذا كان خطأ المُستخدِم هو المسئول، عندئذ من المهم محاولة منع هذا الخطأ من الحدوث مرة أخرى. غالباً ما تكون البطاقة الإستراتيجية أفضل وسيلة للتخلص من المشكلة وبالأخص إذا كانت وظائف مُحدَّدة للجهاز غير واضحة أو صعبة التحديد (انظر إلى الفصل ٨٣). والأكثر من ذلك، يمكن لبعض التعديات البسيطة أن تساهم في منع تكرار المشكلة. إذا كان خطأ المُستخدِم هو المسئول، عندئذ فإن المواضيع المحيطة بتدريب الكادر تحتاج إلى الأخذ بعين الاعتبار.

قد تحتوى معظم الأجهزة الحديثة ذات التحكم بالمعالج الصغري على قائمة خدمة أو سجل أخطاء أو أنماط تشخيص.للتشغيل. يمكن الوصول إلى هذه الإمكانات إما مباشرة عبر الجهاز أو من خلال رابط إلى برنامج تشخيصي موجود في حاسبٍ بعيد. يجب أن تكون جميع الطرائق المحتملة لتحديد الأعطال مألوفة لكادر الإصلاح ويجب أن يمتلك هذا الكادر صلاحية الدخول إليها. غالباً ما يكون السبيل الوحيد لتحديد الأعطال المُتقطِعة هو عن طريق هذه الوسائل وبالأخص إذا كان هناك تاريخ للجهاز يحتوي على سجل للأخطاء.

قد يكون هناك أكثر من عطل واحد، ربما يكون هناك دخول سائل أو تضرر ميكانيكي إضافي. وقد لا يُصبح أحد الأعطال واضحاً حتى إصلاح عطل آخر. لا يوجد لهذه التبادليات والتجمعات حدود ولكن مع الخبرة والاعتماد على التحليل الموضوعي يمكن في نهاية المطاف اكتشاف معظم الأعطال.

تصحيح العطل: الإصلاح Fault Rectification: Repair

إن مستوى تنفيذ أي إصلاح هو مجموعة من المهارات التقنية وتوفر القِطع والحاجة الإكلينيكية والكلفة. يجب إجراء الإصلاح فقط عندما يمتلك المُستخدَمون التدريب الكافي والمعلومات التقنية والأدوات وأجهزة الفحص والقِطع اللازمة. إذا كان هناك نقص في أي من هذه العوامل، عندئذ يجب إجراء الإصلاح في مكان آخر أو تأجيله حتى تتوفر هذه العوامل. يجب وضع حدود حول نوعية الإصلاحات التي سوف تتم محاولة القيام بها. إذا تمت محاولة القيام بإصلاح بالغ التعقيد، عندئذ يمكن هدر الوقت وقِطع التبديل إذا كان الإصلاح فاشلاً أو إذا تعرض أمان الجهاز إلى الخطر. مع بوردات الدارات الحديثة متعددة الطبقات ومع العناصر المُبرمجة ذات التثبيت السطحي فإن الخيار الوحيد غالباً ما يكون تبديل البورد وإصلاح البورد المُعطَّل من قِبَل المُصنِّع الأصلي للجهاز.

تتمثل المهارة التقنية في تجميع التدريب والخبرة. يُطوِّر التدريب بأكمله المهارة التقنية ويجب أن يتوفر كلاً من التدريب العام والمتخصص. تُكتسَب الخبرة مع الزمن كما يمكن استخدام خبرة الآخرين. يمكن لتأسيس العلاقة الجيدة مع المورِّدين ومُنظمات الإصلاح الأخرى أن يكون ذو قيمة مهمة. تسمح محاولات اللقاءات الرسمية أو غير الرسمية بتبادل الآراء والخبرة والمعلومات. يجب تشجيع أعضاء الكادر على تبادل الأفكار لأن ذلك سوف يُزيد من معرفتهم ويُطوِّر مهاراتهم.

يمكن أن يكون موضوع الحصول على المعلومات التقنية أمراً صعباً. إذا كانت المخططات والرسومات التوضيحية ومعلومات العناصر غير متوفرة، فإنه من المستحيل تنفيذ أي عملية إصلاح بغض النظر عن المهارة التقنية. ومع ذلك، فإن لجميع الأجهزة معلومات خدمة شاملة في مكانٍ ما. ولسوء الحظ، لا تتوفر هذه المعلومات دائماً بيُسر. وحتى لو تم إلزام البائع بتقديم المعلومات التقنية كجزء من عملية الاقتناء، إلا أنها قد تفتقر إلى التفاصيل الكافية لتنفيذ الإصلاح في المستقبل. يمكن لبعض الشركات الصانعة أن تُقدِّم المعلومات التقنية على قرصٍ مضغوط CD أو أن تجعلها متوفرة على الإنترنت. يمكن استخدام هذه المصادر لدرجة كبيرة.

يُعتبر تَوفُّر الأدوات الصحيحة عالية الجودة وأجهزة الفحص المناسبة أمرٌ أساسي. بينما يمكن للعامل الضعيف أن يضع المسئولية على أدواته، فإن العامل الجيد لا يستخدم الأدوات رديئة النوعية. إن الأمور البسيطة مثل مفك البراغي ذي النوعية العالية سوف يمنع تضرر رؤوس البراغي ومن ثم يسمح بصيانة وإصلاح الجهاز عدة مرات من دون أن يتسبب بقلق حول انتزاع البراغي المتضررة في المستقبل. كما أن الحماية من الكهرباء الساكنة هو أمرٌ ضروري لأن الكهرباء الساكنة يمكنها إما إضعاف أو تخريب العناصر الإلكترونية الأمر الذي يؤدي إلى أعطال غير متوقعة أو مُبكرة في الجهاز.

يُعتبر توفر وتخزين القِطع موضوع مُعقَّد لأنه يجب أن يأخذ أمور زمن التوريد والنوعية ومستويات التخزين بعين الاعتبار. يمكن تخفيض زمن الإصلاح إلى الحد الأدنى من خلال إبقاء القِطع المشتركة متوفرة دائماً. ولكن قد يؤدي ذلك إلى توقف بعض الأجهزة باهظة الثمن عن العمل إضافة إلى انتهاء صلاحية بعض القِطع مع الزمن. أما المعضلة دائمة الوجود فهي فيما إذا كان يجب استخدام القِطع التي يُقدمها المُصنِّع الأصلي للجهاز أو التي تُقدمها المصادر الثانوية. وكذلك الأمر بالنسبة لمستوى القِطع التي يجب الاحتفاظ بها في التخزين والقِطع التي يجب الحصول عليها عند الحاجة، وبالأخص بالنسبة لبعض القِطع التي يكون من الصعب الحصول عليها بشكلٍ سريع أو أنها تتلف مع الزمن. يمكن من أجل الإصلاح استخدام القِطع التي يتم استردادها من الأجهزة قيد التنسيق أو المكوِّنات المُرممة. يمكن لمثل هذه الإستراتيجية أن تُحسِّن من توفُّر القِطع، ولكنها تُعرِّض الجودة والوثوقية على المدى البعيد إلى الخطر. يجب تطوير إستراتيجية قِطع تُخفض إلى الحد الأدنى من زمن إتمام عملية الإصلاح وبنفس الوقت تكون ذات فعالية مالية وآمنة.

الفحص
Testing

من المفروض بعد أي عملية صيانة أو إصلاح إجراء فحص لضمان أن الجهاز آمن ويعمل وفقاً للمواصفات. أما موضوع ما إذا كان ينبغي تنفيذ فحص أمان وأداء كامل أم لا فإنه يعود إلى الرأي المهني اعتماداً على مستوى

الإصلاح. والأكثر من ذلك، يجب أخذ الفحص المُرهِق للأجهزة المُصلَّحة بعين الاعتبار من خلال ترك الجهاز بحالة العمل لفترة زمنية مُعتبرة وبالأخص إذا كان العطل الأساسي مُتقطِّع.

استنتاج
Conclusion

يُراجع هذا الفصل بعض المفاهيم الأكثر عمومية في إدارة الصيانة والإصلاح. تُرشِد هذه المراجعة المسئولين عن صيانة وإصلاح الأجهزة الطبية للبحث عن إستراتيجيات أو خيارات مختلفة أو مُبدعة (بدلاً من أن يكونوا متفحصين) عندما يحاولون التطرق إلى المتطلبات الحرجة والضخمة لإدارة الأجهزة الطبية

المراجع
References

Fennigkoh L, Lagerman B. Medical Equipment Management. JCAHO Environment of Care Series (1):47-54, 1997.

Fennigkoh L, Smith B. Clinical Equipment Management. JCAHO Plant, Technology & Safety Management Series (2)5-14, 1989.

Gullikson ML, David Y, Blair CA. The Role of Quantifiable Risk Factors in a Medical Technology Management Program. JCAHO Environment of Care Series (3):11-26, 1996.