# الفصل السابع

## خلفية الصيانة الوقائية
## PREVENTIVE MAINTENANCE BACKGROUND

يميل أداء التجهيزات، بصورة عامة، إلى الانخفاض عند استخدامها بانتظام على مدى فترة من الزمن. يتم استهلاك الأجزاء الميكانيكية بسبب الاحتكاك وتتغير الخصائص الكهربائية للمكونات الإلكترونية مع مرور الوقت نتيجة لتعرضها إلى تقلبات الحرارة والتيار. وأخيراً، تصل بعض مكونات نظام الأشعة السينية إلى عمر أدائها المفيد وبعد ذلك تتوقف تماماً عن العمل. وعلاوة على ذلك، عندما تتقادم مكونات نظام الأشعة السينية ببطء، فإن جودة الصور التي يتم إنتاجها تبدأ تدريجياً في التدهور.

إن لدى تجهيزات التصوير الشعاعي متوسط عمر متوقع يمكن التنبؤ به يتم تحديده من قبل الشركة الصانعة للتجهيزات ويسمى بالعمر الإفتراضي. من المتوقع أن يكون أداء التجهيزات، خلال عمرها الافتراضي، حسب المواصفات المنصوص عليها في كتيبات التجهيزات. ومن أجل الحفاظ على هذا المستوى من الأداء الأمثل للتجهيزات، فإنه يجب تنفيذ فحص دوري وعمليات ضبط من قبل مهندس خدمة أشعة سينية مُدرَّب. في الواقع، إذا تم فحص كل مكوِّن من مكوِّنات نظام الأشعة السينية بشكل روتيني، فسيكون أداء التجهيزات موثوقاً به لتتجاوز عمرها الافتراضي المتوقع.

يُدعى الفحص الدوري وضبط التجهيزات بالصيانة الوقائية أو PM للاختصار. وينبغي إجراء الصيانة الوقائية لغرفة التصوير الشعاعي بواسطة مهندس خدمة الأشعة السينية بتردد على الأقل مرة واحدة في السنة لمعظم التجهيزات الشعاعية (كل ٦ أشهر للتجهيزات التي يتم استخدامها بشكل مفرط). وكقاعدة عامة، إن الصيانة الوقائية الكاملة لغرفة تصوير شعاعي عامة تأخذ يوماً كاملاً حتى تنتهي (٨ ساعات) بالنسبة إلى مهندس واحد.

عندما تتطلب غرفة تصوير شعاعي خاصة الصيانة الوقائية، فإن المهندس سوف يطلب عادة جدولة وقت مناسب لأداء هذه الخدمة. هذه الحقيقة (أي أن الصيانة الوقائية هي توقف مُجدوَل) هي واحدة من الأسباب الرئيسية للقيام بالصيانة الوقائية ويجب تأكيدها للزبون. إن التوقف المجدول يعني أن أخصائي الأشعة والكادر في المنشأة يعرفون مقدماً أن الغرفة لن تكون متاحة للاستخدام، وقد اتخذوا الترتيبات اللازمة لتصوير مرضاهم بالأشعة السينية في غرفة أخرى أو في موقع آخر. وعلى الرغم من أنه من الصعب أحياناً جدولة هذا التوقف،

خصوصاً في منشأة مشغولة، إلاّ أن جدولة التوقف هي بديل أفضل بكثير من التوقف الطارئ الناجم عن تعطل التجهيزات.

عندما تتعطل التجهيزات خلال ساعات العمل العادية، فإنها تتسبب بحالة خطيرة وعادة مُجهدة لكل من كادر المستشفى ومهندس الخدمة. في هذه الحالة، يتوجب إرسال المرضى في العيادة إلى منازلهم، ويجب إلغاء جميع المواعيد المتبقية وإعادة جدولتها بعد ذلك لوقت لاحق. يخلق هذا مشاكل لكل من الكادر، الذي لا يستطيع الآن "تصوير المرضى بالأشعة السينية" ولكنه مع ذلك مدفوع له للقيام بذلك، وكذلك المرضى الذين يجب عليهم إعادة ترتيب جداولهم والانتقال مسافات طويلة جداً في بعض الأحيان إلى المنشأة. إن تنفيذ الصيانة الوقائية على أساس منتظم يقلّل بشكل فعال التوقف الطارئ.

ولمة نقطة أخيرة وبنفس القدر من الأهمية تتعلق بسلامة المرضى. من المتعذر تجنب انحلال بعض الأجزاء الميكانيكية لنظام الأشعة السينية مع الاستخدام. وليس من غير المألوف السماع عن حالات سقطت فيها قطعة من تجهيزات مجموعة أنبوب الأشعة السينية أو من الطاولة وأصابت المريض أو عضواً من الكادر بأذى. تحدث هذه الحالة دائماً في التجهيزات التي لم يتم فحصها بشكل روتيني. يمكن أن يؤدي فشل في جهاز ذي نظام قيادة بواسطة محرك إلى إصابة خطيرة للكادر أو المريض. ولأسباب تتعلق بالسلامة، لا بد من فحص هذه الأجهزة بانتظام. إن إحدى الطرق التي يستطيع المهندس من خلالها وضع هذا المفهوم في منظوره الصحيح هو أن يسأل هذا السؤال: "هل كنت سأشعر بالارتياح إذا كان يجري تصوير أحد أفراد عائلتي بالأشعة السينية في هذه الغرفة؟"

**نظرة عامة Overview**

خلال الصيانة الوقائية يفحص مهندس الخدمة بعناية كل جهاز في الغرفة متحققاً من وجود أي مكونات انحلت مع مرور الزمن ومن الأجزاء التي تظهر عليها علامات الاستهلاك. ويتم فحص جميع الكابلات وتوصيلاتها إلى كل جهاز، وتنظيفها، وتثبيتها بإحكام من أجل التخلص من احتمال حدوث الأعطال المتقطعة بسبب الوصلات غير الصحيحة. كما يتم فحص وتزييت تروس مجموعات المحركات، وضبط جميع الأحزمة والسلاسل. ويتم فحص جميع لمبات المؤشرات ومفاتيح التحكم لمعرفة ما إذا كانت تعمل بشكل صحيح واستبدالها إذا كان ضرورياً.

يتم معايرة أنبوب الأشعة السينية خلال الصيانة الوقائية. ويعزى سبب المعايرة جزئياً إلى عدم الاستقرار الكهربائي في مولد الأشعة السينية، ولكن ذلك ضروري في معظم الأحيان بسبب "انحراف الفتيل" الذي يحدث في جميع أنابيب الأشعة السينية.

في كل مرة يتم فيها تسخين سلك الفتيل، تتبخر جزيئات دقيقة من التنغستين وتترسب بعد ذلك على الطبقة الداخلية لزجاج غلاف أنبوب الأشعة السينية. يسبب هذا التبخر للفتيل زيادة في مقاومة سلك الفتيل التي، بدورها، تقلّل من قيمة تسخينه. يتم زيادة جهد تغذية الفتيل، أثناء معايرة أنبوب الأشعة السينية، للتعويض عن الضياع في الفتيل.

يتم اختبار محدد الساحة خلال الصيانة الوقائية وفحص الـ AEC. عندما يتم الانتهاء من كافة عمليات الضبط، يجب على المهندس تنفيذ جميع اختبارات المطابقة المطلوبة من قبل الولاية والقوانين الاتحادية. ونظراً لأن التوجيهات تختلف من ولاية إلى أخرى، فيجب على المهندس الحصول على الوثائق المناسبة لتجهيزات الأشعة السينية للتشخيص الطبي. وهذه المعلومات متاحة من خلال وكالات حكومية، مثل مكتب الصحة الإشعاعية (أو (Bureau of Radiological Health) (BRH.

وأخيراً، بعد الانتهاء من كافة عمليات الضبط، يجب تنظيف جميع سطوح التجهيزات. وهذا أمر مهم جداً لأنه أول شيء يلاحظه الكادر بعد الصيانة الوقائية. والحقيقة هي أن أخصائي الأشعة أو المؤسسة دفعوا مبلغاً كبيراً من المال للصيانة الوقائية ويتوقعون رؤية بعض المؤشرات المادية للعمل الذي تم إنجازه. إنهم لا يستطيعون في الواقع رؤية معظم عمليات الضبط والمعايرة التي تم تنفيذها، ومن ثم فهم يحتاجون إلى بعض الأدلة المرئية على أنه تم إيلاء اهتمام كبير لتجهيزاتهم وأنه تم التعامل معها بعناية.

على سبيل المثال، ينطبق نفس المبدأ عندما يتم أخذ سيارة إلى التاجر لفحص خدمة الـ ٣٠٠٠٠ ميل. عندما يتم رفع غطاء محرك السيارة فإنه مؤشر جيد للتاجر إذا استطاع المالك رؤية علامات واضحة بأن شخصاً ما كان يعمل فعلاً في هذه المنطقة. ويجب أن تبدو شمعات الاحتراق والفلاتر جديدة، أو على الأقل نظيفة. ويوافق القارئ أيضاً على أن شحم بصمات الأصابع المتروك على غطاء محرك السيارة لن تكون مقبولة على الإطلاق.

قبل البدء بالصيانة الوقائية، ينبغي لمهندس الخدمة مراجعة أخصائي الأشعة و/أو رئيس الفنيين لمعرفة ما إذا عانى من أية مشاكل في الغرفة. ويتم ذلك حتى يتسنى للمهندس التركيز على تلك المناطق الخاصة ويعالج المشاكل التي تم مواجهتها هناك مباشرة.

قد يعمل الجهاز في كثير من الأحيان عند مستوى أداء مقبول، ولكن قد يرغب كادر المستشفى بضبطه وفقاً لما يفضله. وبدون التشاور أولاً مع الكادر، فقد لا يقوم المهندس عادة بأية تعديلات على الجهاز، ومن ثم، سوف يضطر للعودة إلى معالجة هذه الشكوى الخاصة. وتسبب هذه الممارسة إضاعة الوقت للمهندس والكادر وغالباً ما تنعكس سلباً على مهندس الخدمة الذي قام بذلك.

إذا واجه مهندس الخدمة أية أجهزة متضررة أو فيها خلل، فيجب عليه تقييم الوضع وتقرير ما إذا كان يجب إصلاح الجهاز في ذلك الوقت أو تنفيذ الإصلاح في وقت لاحق. إذا كان يجب طلب قطع غيار، فيجب على المهندس، بالطبع، العودة مع قطع الغيار الجديدة في وقت لاحق. وينبغي إجراء الإصلاحات الصغرى، تلك التي تستغرق أقل من ساعة، خلال الصيانة الوقائية.

يرى الكثيرون من مهندسي الخدمة أنه من الأفضل وضع ملاحظات للإصلاحات المطلوبة وتحديد يوم آخر لتنفيذ هذه الإصلاحات في الغرفة، وذلك لأنه يجب تنفيذ واجبات أخرى كثيرة خلال الصيانة الوقائية. هذه الطريقة جيدة إذا كان الكادر في المنشأة مستعداً للتعاون. بالإضافة إلى ذلك، ينبغي للمهندس دائماً الحصول على موافقة الزبون قبل طلب أي قطع غالية.

إن قائمة الفحص المرجعية للصيانة الوقائية هي نفسها التي تم استخدامها في الفحص النهائي للغرفة في نهاية فصل التركيب. وللراحة سيتم وضعها في نهاية هذا الفصل.

## إجراء الصيانة الوقائية (وصف تفصيلي)
## Pm Procedure (Detailed Description)

### الفحص الميكانيكي Mechanical Inspection

من الأفضل أن يكون هناك روتين منتظم عند تنفيذ الصيانة الوقائية. وينبغي أن يبدأ الروتين الجيد للصيانة الوقائية بتنظيف وفحص جميع المجموعات الميكانيكية وجميع التوصيلات الكهربائية في غرفة التصوير الشعاعي. ويشمل هذا شد أو استبدال أي من المكونات المفكوكة أو المفقودة، بالإضافة إلى إزالة الأوساخ والغبار والمواد الغريبة الأخرى من المجموعات الميكانيكية. وينبغي أيضا تنظيف وتزييت جميع سطوح الارتكاز (الرولمانات) ومساراتها في هذا الوقت.

ينبغي لمهندس الخدمة إجراء فحص عام لجميع المفاتيح، والأقفال، و الصمامات الكهربائية، وتلامسات الريليهات (الحاكمات)، وتصحيح أية مشاكل يواجهها. كما ينبغي فحص جميع التوصيلات في مولد الأشعة السينية وتثبيتها بإحكام؛ لأن أي وصلة مفكوكة يمكن أن تؤثر على المعايرة. بعد ذلك ينبغي فحص الأحزمة و/أو السلاسل في مجموعات قيادة المحرك وضبطها إذا لزم الأمر. كما ينبغي فحص وتزييت نظام التوازن ومجموعات المحرك في هذا الوقت.

يتم تنفيذ الفحوصات الميكانيكية دائماً أولاً لعدة أسباب. بادئ ذي بدء، من المهم أن يكون هناك وصلات نظيفة وجيدة قبل إجراء أي محاولة ضبط. وفي كثير من الأحيان تؤثر الوصلة المفكوكة على وثوقية الضبط ويمكن أن تسبب أعطالاً متقطعة أيضاً. إذا لاحظ المهندس مشكلة متقطعة خلال مرحلة المعايرة والضبط، فيجب عليه عندئذ

وقف الإجراء للعثور على الوصلة السيئة. ينتج عن هذا وقت ضائع ؛ لأنه يجب على المهندس بعد تصحيح المشكلة إعادة عمل المعايرة بشكل كامل.

هناك سبب آخر لتنفيذ الاختبارات الميكانيكية أولاً وهو ضمان أن جميع التروس، والسكك، والمسارات، وسطوح الارتكاز (الرولمانات) مشدودة بما فيه الكفاية قبل التحقق من المحاذاة. وكما هو موضح في الفصل السابق، تؤثر عمليات ضبط سطوح الارتكاز على المحاذاة بين الأجهزة.

يتم أيضاً إنشاء الكثير من الغبار عندما يتم تنظيف السكك السفلية والأقسام العلوية لدعامة الأنبوب. ولا يمكن الوصول إلى هذه المناطق العليا بدون سلم، ومن ثم لا يمكن تنظيفها وفحصها إلاّ من قبل مهندس الخدمة. ينبغي إجراء "الصيانة الوقائية" أولاً لدعامة الأنبوب حتى يتمكن الغبار من الاستقرار في الأسفل قبل تنظيف أي تجهيزات أخرى. وينبغي ارتداء قناع للغبار (أو قناع جراحي) أثناء مرحلة التنظيف إذا كان الغبار كثيراً جداً.

بعد فحص وضبط التوصيلات الميكانيكية والكهربائية لدعامة الأنبوب، يمكن للمهندس تنفيذ اختبارات مماثلة على طاولة التصوير الشعاعي والمستقبل الجداري. وعند فحص الطاولة، ينبغي للمهندس بكل تأكيد التحقق من مفاتيح إقفال السلامة التي يمكن أن تكون انحلت أو تضررت منذ تنفيذ الصيانة الوقائية السابقة.

**صيانة كبل الجهد العالي High Voltage Cable Maintenance**

ينبغي لمهندس الخدمة فحص كابلات الجهد العالي بعناية لمعرفة ما إذا كان هناك أي قطع مرئي في الغطاء العازل المطاطي. وينبغي أيضاً تنظيف نهايات الكبل (قُم بتفريغها من الشحنة أولاً!) كما ينبغي مباعدة الأرجل (pins) الفردية للموصّل الرئيسي عن بعضها بعضاً إذا لزم الأمر. تتوفر مباعدات الأرجل من قبل بعض الشركات الصانعة للتجهيزات، ولكن يمكن استخدام سكين جيب أيضاً.

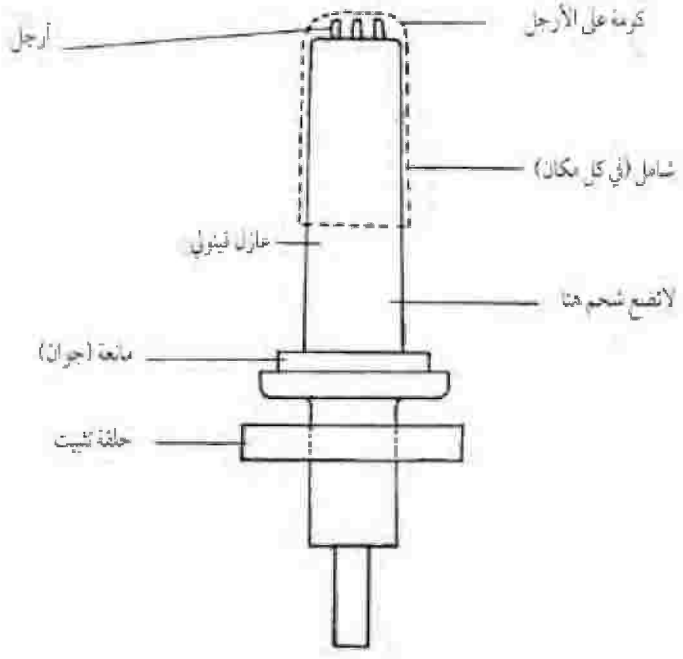
في كلتا الحالتين، لا بد من توخي الحذر عند مباعدة الأرجل لأنها هشة ويمكن كسرها بسهولة. وبما أن كابلات الجهد العالي لم يعد يتم إصلاحها في هذا المجال، فيجب استبدال الكبل ذي الرجل المتضررة. وينتج عن هذا الخطأ تكلفة غير متوقعة للزبون (كابلات الجهد العالي غالية جداً). بالإضافة إلى ذلك، يمكن للغرفة أن تكون "خارج الخدمة" لعدة أيام بينما يؤدي اثنان من المهندسين المهمة الصعبة في كثير من الأحيان والمتمثلة في سحب كابلات الجهد العالي خلال القناة المملوءة الآن بكابلات أخرى كثيرة.

في محاولة للتخلص من مشكلة صيانة اتصال جيد للرجل في بئر الجهد العالي، تستخدم بعض الشركات الصانعة لأنابيب الأشعة السينية مقبساً حديث التصميم يحتوي على نابض في كل تجويف من تجاويف أرجل أنبوب الأشعة السينية. يضمن هذا التصميم اتصالاً جيد للرجل ويلغي الحاجة إلى مباعدة أرجل كبل الجهد العالي. بالإضافة إلى ذلك، فإن عدداً قليلاً الآن من مصنّعي الكابلات يبيع كابلات الجهد العالي التي تحتوي على أرجل قابلة للاستبدال. يلغي هذا التصميم الجديد الإزعاج الكبير الذي يسببه كسر الأرجل.

بعد فحص الكابلات وتنظيفها، يجب وضع مادة جديدة مقاومة للبخار على الموصّلات الرئيسية التي يتم إدخالها في أنبوب الأشعة السينية. يتم استخدام المادة المقاومة للبخار (معروفة أيضاً باسم المادة العازلة كهربائياً أو شحم الأنبوب) لعزل الأرجل الفردية للموصّل عن الأرضي. وعند وضعها بشكل صحيح، فإن شحم الأنبوب يحيط تماماً بالموصّل عند وصله إلى بئر الأنبوب. تطرد المادة الهواء (وهو موصّل جيد للجهد العالي) من البئر، مما يؤدي إلى القضاء على أي فرصة لنشوء الأقواس (arcing).

ينبغي وضع المادة بواسطة أداة صغيرة (applicator) (على سبيل المثال، خافضة لسان خشبية) على نهاية كل موصّل رئيسي. يتم ذلك من أجل التخلص من أي تلوث (أي الأملاح والزيوت) يمكن إدخاله من أيدي مهندس الخدمة. يمكن ارتداء قفازات مطاطية، وهي متوفرة في معظم المرافق الطبية، أثناء وضع المادة لضمان عدم إدخال أي مواد أجنبية إلى نهايات الكبل.

ينبغي استخدام كمية كافية من المادة لتشكيل كومة على النهاية التي تغطي الأرجل تماماً (الشكل رقم ٢٧). وينبغي بعد ذلك وضع المادة بالتساوي على ٢/١ الجزء العازل الفينولي للموصّل الرئيسي. بعد أن يتم تنظيف آبار الأنبوب بالكامل، يمكن إدخال نهاية الكبل إلى البئر من خلال محاذاة "وتد" الكبل مع "الفتحة" في بئر الأنبوب، ومن ثم ضغطه بقوة في مكانه[٢١].




**الشكل رقم (٢٧). وضع مادة مقاومة للبخار. يضمن الوضع الصحيح للمادة عدم تشكيل فراغات الهواء في مقبس أنبوب الأشعة السينية.**

(٢١) ينبغي للمهندس التأكد من أن نابض التأريض في مكانه! إن نابض التأريض هو الحلقة المعدنية الدائرية المنحنية قليلاً لتكون بمثابة نابض. يجب تركيب هذا النابض لضمان سلامة التأريض وبالتالي تجنب مشاكل الجهد العالي.

ينبغي أن يكون برغي حلقة التثبيت محلزن (threaded) حتى يتم ضغط الحلقة الدائرية (O-ring) المطاطية بإحكام. تعمل الحلقة الدائرية المطاطية بمثابة مانعة واقية تبقي الرطوبة خارج بئر الأنبوب وتساعد أيضاً على منع الشحم من الجفاف. وإذا كانت البراغي المسدسة متوفرة كبراغي تثبيت، فإنه يتم شدها في هذا الوقت. بعد إحماء شحم الأنبوب خلال معايرة أنبوب الأشعة السينية، ينبغي إعادة شد الحلقات مرة أخيرة لضمان أنها مانعة تماماً وأنه تم إزالة كل الهواء من البئر.

ينبغي للمهندس تنفيذ نفس الصيانة على الموصّلات الرئيسية في محولات الجهد العالي. ولكن لا ينبغي استخدام مادة عازلة كهربائياً في هذه الآبار. بدلاً من ذلك، يتم استخدام زيوت المحولات؛ لأنها عازلة أفضل بكثير من المادة العازلة كهربائياً ولا تتحلل بسرعة. ينبغي تعبئة الآبار في المحول إلى عمق ٢/١ إنش تقريباً. وعندما يتم توصيل الكبل في المأخذ، فإن كمية صغيرة من الزيت ينبغي خروجها، مؤكدة أن الكبل معزول بشكل كافٍ.

من الناحية المثالية، يمكن استخدام زيوت المحولات في آبار أنبوب الأشعة السينية لأنه عازل أفضل. ومع ذلك، يتم استخدام المادة العازلة كهربائياً الأكثر لزوجة؛ لأن الزيت قد يتسرب كلما دار الأنبوب من الوضعية العمودية. على الرغم من أن المادة المقاومة للبخار تعالج بنجاح مشكلة التسرب، إلاّ أنها ليست سوى بديلٍ متوسط الجودة للزيت.

تتحطم المادة المقاومة للبخار كيميائياً وتجف عند تعرضها للحرارة. وعندما تجف هذه المادة، تتشكل الفراغات الهوائية في آبار الجهد العالي مما يوفّر ممراً لنشأة الأقواس. ولذا لا بد من استبدالها، من دون أن تنهار، في كل صيانة وقائية. ليس من الضروري استبدال زيت المحول في كثير من الأحيان تقريباً، ولكن ينبغي مع ذلك فحصه بشكل دوري [٢٢].

تقدّم بعض الشركات الصانعة لكابلات الجهد العالي قرصاً عازلاً مطاطياً مصبوباً يناسب مباشرة نهايات الكبل. إن ميزة استخدام هذا القرص هو أنه يلغي الحاجة للمادة المقاومة للبخار. بدلاً من ذلك، يتم تغليف القرص بلطف بكمية صغيرة من زيت السيلكون ووضعه على نهاية كابلات الجهد العالي. يتم إدخال الكابلات في الآبار وشدها لضغط القرص.

إن الأقراص هي بديل جيد للشحوم وبالتأكيد أقل فوضى. ومع ذلك، لا يمكن استخدام القرص إلاّ مرة واحدة! وإذا تمت إزالة الكبل من البئر، لأي سبب من الأسباب، فلا بد من تركيب قرص جديد. يتعلق سبب

(٢٢) إن زيوت المحولات أكثر دواماً من الشحوم العازلة كهربائياً ولكنها تتحطم (تفرط) مع مرور الوقت عند تعرضها للحرارة. عندما يتدهور الزيت، فسوف يتغير لونه، متغيراً من اللون الأبيض الباهت إلى اللون البرتقالي الأصفر الداكن. وينبغي تغيير الزيت عندما يكون التغير في اللون ظاهراً بسهولة.

استبدال القرص بحقيقة أن القرص يصبح مشوهاً بشكل دائم عند ضغطه ولن يأخذ مكانه بشكل صحيح إذا تم استخدامه مرة ثانية.

عندما ينهي مهندس الخدمة الفحوصات الميكانيكية والكهربائية، فإنه يمكن "تغذية النظام بالطاقة" بحيث يمكن فحص اللمبات والمفاتيح. بالإضافة إلى ذلك، يمكن أيضاً في هذا الوقت اختبار جميع الوظائف الأخرى للمولد مثل دارات سلامة الأنبوب ووظيفة الذاكرة.

هذه نقطة توقف مريحة في عملية الصيانة الوقائية لأخذ استراحة. بعد تنفيذ جميع الفحوصات الميكانيكية، فإن الصيانة الوقائية نصف منتهية. ويستمر الجزء الثاني من الصيانة الوقائية أولاً بعمليات ضبط المعايرة، ثم تليها عمليات التحقق من المحاذاة، والتحقق من جودة الصور، والإصلاح، واختبار المطابقة، وأخيراً، تنظيف التجهيزات.

**عمليات الضبط الإلكترونية Electronic Adjustments**

ينبغي أن يبدأ النصف الثاني من الصيانة الوقائية بمعايرة أنبوب الأشعة السينية. فيما يتعلق بهذه المعايرة، فإنه يمكن لمهندس الخدمة استخدام جهاز kVp غير تداخلي لقياسات الـ kVp ومقياس mAs رقمي للقياسات التداخلية للـ mA/mAs. وإذا كان المولد يوفّر نقاط اختبار للـ kVp الفعلي والتغذية الراجعة للـ mA، فإنه يمكن استخدامها لأنه ينبغي أن يكون قد تم التحقق من دقتها عند التركيب.

ينبغي إحماء أنبوب الأشعة السينية قبل الشروع في المعايرة باستخدام الإجراء المذكورة في الفصل السادس (انظر إحماء أنبوب). وينبغي بدأ المعايرة على المحرق الكبير أولاً، تليها المعايرة على المحرق الصغير. إن هذا هو التسلسل المقبول المُستخدَم للمعايرة لأن الفتيل الصغير أكثر هشاشة من الفتيل الكبير، وأكثر سهولة للعطب. إن ضرب الفتيل الصغير لأنبوب بارد، حتى بتقنية تعريض معتدلة، يمكن أن تجهد الفتيل بما يكفي للتسبب في ضرر دائم. ونظراً لأن الفتيل الكبير هو أكثر دواماً، فإنه تتم معايرته دائما أولاً.

ينبغي توخي الحذر حتى لا ترتفع حرارة أنبوب الأشعة السينية بشكل زائد. إذا تم استخدام فاصل زمني من ١٥– ٢٠ ثانية بين التعريضات، فإن الأنبوب يجب أن يبقى بارداً نسبياً، وينبغي أن لا يقترب أبداً من استطاعته الحرارية العظمى. وحتى مع ذلك، ينبغي فحص الغلاف الخارجي للأنبوب بشكل دوري (عن طريق اللمس) خلال المعايرة للتأكد من أنه لم يسخن بشكل زائد. إذا تم الشعور بأن الأنبوب ساخن باللمس، فإنه ينبغي إيقاف المعايرة لمدة تتراوح من ١٥ دقيقة إلى نصف ساعة. كما هو موضح في مناقشة تحديد الأعطال في الفصل التاسع، تسهم الحرارة في معظم أعطال أنابيب الأشعة السينية.

ينبغي للمهندس خلال المعايرة الاستماع إلى سطوح ارتكاز (رولمانات) الجزء الدوار وملاحظة أي ضجيج زائد. لقد تم إعداد زمن الرفع/التشغيل (boost/run) عند التركيب، وينبغي تصحيحه، ولكن يجب التحقق منه عن طريق إما قياس زمن الرفع ومقارنته مع مواصفات صانع التجهيزات، أو ينبغي التحقق من الدوران الفعلي بواسطة

مقياس سرعة دوران سهمي مهتز. وعادة ما يلاحظ المهندس تغييرات واضحة في الصوت بين عمليات الرفع المتعاقبة التي قد تشير إلى ضبط غير صحيح.

عند الانتهاء من المعايرة، ينبغي تسجيل نتائج المعايرة والتحقق منها للتأكد من أنها تقع ضمن توجيهات الصانع. ويجب إعادة معايرة أية قيم تقع خارج المجال.

بعد معايرة أنبوب الأشعة السينية، ينبغي اختبار محدد الساحة. ينبغي للمهندس اتباع قائمة الفحص المرجعية لمحدد الساحة الموجودة في الفصل السادس. وينبغي التحقق من محاذاة الأنبوب/المستقبل في هذا الوقت، وضبط مفاتيح التوسيط إذا لزم الأمر.

ينبغي التحقق من الـ AEC للتأكد من الدقة وقابلية التكرار. ومع ذلك، إذا كان الزبون سعيداً بكثافات الفيلم الحالية، **لا تضبط التحكم بالـ AEC!** كلما قرر مهندس خدمة ذو ضمير حي، بحسن النية تماماً، ضبط نظام الـ AEC الذي يعمل بالفعل على نحو مرضٍ، فإنه يعود دائماً في اليوم التالي إلى "إعادة تغييره إلى ما كان عليه من قبل!".

يقوم مهندس الخدمة، في الخطوة الأخيرة من الصيانة الوقائية، بتنظيف جميع سطوح التجهيزات. وينبغي لجميع خزائن التجهيزات وخاصة سطح طاولة التصوير الشعاعي أن تكون خالية من الشحم وأي بصمات لليد حصلت خلال الصيانة الوقائية. بعد ذلك ينبغي للمهندس أخذ الوقت الكافي لإزالة الشريط اللاصق (يستخدم فنيو الأشعة السينية شريطاً لاصقاً لمجموعة متنوعة من الأغراض الخلاقة!) عن سطوح التجهيزات وتنظيف جميع السطوح الدبقة الناجمة عن الغراء المتبقي من الشريط. ويمكن استخدام مُنظِّف متعدد الأغراض على معظم سطوح التجهيزات لإزالة الأوساخ والشحم. إذا كان هناك أي خدوش كبيرة على التجهيزات، فإنه ينبغي تغطيتها بطلاء تجديد (روتشة). لا بد أيضاً من تفقد الأرضية فيما يتعلق بالزيوت ومواد التشحيم الأخرى التي قد تكون انسكبت خلال الصيانة الوقائية. ويمكن تنظيف هذه الانسكابات بواسطة الكحول أو غيره من المذيبات الموافَق عليها.

### قائمة فحص التركيب/الصيانة الوقائية (PM)
### Installation/Pm Checklist

**دعامة الأنبوب The Tube Support**

١- افحص توصيلات الأسلاك والوصلات الكهربائية.

٢- افحص ثني الكابلات.

٣- افحص حركة دعامة الأنبوب.

٤- تأكد من أنه تم ضبط جميع الأقفال بشكل صحيح.

٥- افحص مجموعة الأوزان المعاكسة.

٦- افحص أدوات تركيب الأنبوب.

٧- تحقق من محاذاة الأنبوب بالنسبة إلى المستقبلات.

٨- افحص جميع اللمبات والمؤشرات.

٩- تحقق من دقة مؤشر الـ SID.

١٠-تأكد من أن جميع الأغطية في مكانها ومُثبَّتة.

**الطاولة The Table**

١- افحص حركة سطح الطاولة.

٢- افحص الحركة العمودية.

٣- افحص تشغيل الأقفال.

٤- افحص البوكي وصينية الكاسيت.

٥- تحقق من أقفال السلامة.

٦- افحص جميع اللمبات والمؤشرات.

**المستقبِل الجداري The Wall Receptor**

١- افحص الحركة العمودية.

٢- افحص ضبط القفل.

٣- افحص مجموعة الأوزان المعاكسة.

٤- افحص البوكي وصينية الكاسيت.

**المولد/التحكم The Generator/Control**

١- تأكد من أن جميع التوصيلات الكهربائية آمنة.

٢- افحص جميع المؤشرات واللمبات.

٣- تأكد من أن جميع أنماط التشغيل جاهزة للعمل.

٤- افحص جميع المفاتيح والأزرار والمقابض.

**وحدة محول الجهد العالي The High Voltage Transformer Unit**

١- افحص كابلات ووصلات الجهد العالي.

٢- تحقق من جميع توصيلات واجهة الربط للمولد.

٣- افحص مستوى الزيت في المحول.

٤- تأكد من أن جميع الأغطية في مكانها ومُثبَّته بشكل آمن.

**أنبوب الأشعة السينية The X-ray Tube**

١- تأكد من أن نهايات كبل الجهد العالي نظيفة، ومُشحَّمة بشكل كاف، ومشدودة بشكل آمن.

٢- افحص سطوح ارتكاز (رولمانات) الجزء الدوار (الصوت والسرعة).

٣- افحص معايرة الأشعة السينية (بشكل غير تداخلي)-سجِّل نتائج المعايرة في نموذج المعايرة.

٤- خذ فيلم اختبار باستخدام فانتوم دقة التمييز (الوضوحية) مثل شبكة فطائر (pie mesh) أو فانتوم بزوج خطوط للتأكد من دقة تمييز الأنبوب.

٥- تحقق من حجم البقعة المحرقية للأنبوب.

**محدد الساحة The Collimator**

١- اختبر لمبة التشغيل.

٢- تحقق من دقة مؤشر الـ SID.

٣- تحقق من دقة الحقل الضوئي.

٤- تحقق من الحجم الفعلي لحقل الأشعة السينية مع مؤشرات حجم الحقل.

٥- تحقق من تشغيل النظام الآلي.

**الـ AEC The AEC**

١- اختبر تشغيل الـ AEC بواسطة فانتوم حقل مسطح.

٢- تحقق من الكثافة الصحيحة (أي 1.2 D).

٣- اختبر قابلية تكرار التعريض.

٤- اختبر الحجرات الثلاث فيما يتعلق بالتوازن الصحيح.

٥- اختبر وظيفة المؤقت الاحتياطي.