

أنظمة تعزيز الصحة العامة

Sanitation

Lúcio Flávio de Magalhães Brito

Certified Clinical Engineer, Engenharia Clínica, Limitada, São Paulo, Brazil

Douglas Magagna

Certified Clinical Engineer, Engenharia Clínica, Limitada, São Paulo, Brazil

مكافحة العدوى المكتسبة في المستشفيات

Nosocomial Infection Control

لمحة تاريخية History

من المستحيل النظر في تاريخ العدوى المكتسبة في المستشفيات (أي nosocomial) دون مناقشة كيفية نشوء المستشفيات. يُعتبر المستشفى الكبير في يومنا هذا مستشفى حديث ومعقد ويوفر تشكيلة واسعة من الخدمات التشخيصية والعلاجية. إن المستشفيات بالنسبة إلى كثير من الناس هي مرادفة للرعاية الصحية عالية الجودة وباهظة الثمن. إلا أن حال المستشفيات لم يكن دائماً كذلك. ففي الأيام السابقة لم يذهب إلى المستشفيات إلا الفقراء، في حين أن رعاية الطبقات العليا من المجتمع كانت تتم في المنزل. بدأ بحلول نهاية القرن الثامن عشر قبول المستشفيات على أنها مكان تلقي العلاج لجميع المرضى. وسرعان ما أدرك الأطباء أنه يمكن لبعض الأمراض (مثل الجدري) أن تنتقل إلى المرضى في المستشفيات، حيث بدأ الكثير من المستشفيات بقبول ممارسة عزل بعض المرضى. بحلول ١٨٥٠، ازداد الطلب على أسرة المستشفيات بشكل كبير في المدن الأوروبية. تم توسيع الموارد إلا أنها كانت في كثير من الأحيان غير كافية لتوفير الممارسات الصحية المقبولة.

كان Ignaz P. Semmelweis و Florence Nightingale و William Farr الرواد الأوائل في مجال مكافحة العدوى المكتسبة في المستشفيات (Wenzel، ١٩٨٣). استعرض Semmelweis وفيات الأمهات في شعبتين من مستشفى Vienna Lying-in. كانت الشعبة الأولى خدمة تدريس لطلاب الطب. بينما كان كادر الشعبة الثانية من القابلات

القانونيات المتدريبات. أشار Semmelweis إلى أن ما يقرب من ١٠٪ من النساء اللواتي أنجن في الشعبة الأولى على أيدي الأطباء والطلاب قد توفوا، بينما توفي فقط ٣٪ من النساء اللاتي أنجن في القسم الثاني على أيدي القابلات. إذا تم تحويل المرأة المريضة في الشعبة الأولى إلى مستشفى عام وتوفيت في المستشفى العام فإن وفاتها لم تُدرج في إحصائيات الشعبة الأولى لمستشفى Vienna Lying-in. بين Semmelweis أن انتشار الاتصال مع المواد الجثية أو النخرية (الشعبة الأولى) يمكن أن يكون مسئولاً عن جميع حالات حمى النفاس تقريباً. كان Semmelweis مُدركاً تماماً أنه كان مسئولاً عن العديد من حالات حمى النفاس، حيث أشار: "نظراً لقناعاتي، لا بد لي هنا من الاعتراف بأن الله وحده يعلم عدد المريضات اللاتي ذهبن إلى قبورهن قبل الأوان بسبب خطأي. لقد تعاملت مع الجثث على نطاق واسع وأكثر من معظم الأطباء. وكما أن هذا الاعتراف هو مؤلم ومحبط في الواقع، إلا أن العلاج لا يكمن في الإخفاء ولا ينبغي أن تستمر هذه المصيبة إلى الأبد ويجب أن تكون الحقيقة معروفة لجميع الأطراف المعنية" (Semmelweis، ١٨٦١).

أظهر كل من Farr و Nightingale أنه يمكن للغذاء المأمون والمياه والبيئة النظيفة أن تؤدي إلى انخفاض كبير في معدلات الوفيات في المستشفيات العسكرية (الأمر المعاكس للبيروقراطية العسكرية الراسخة وغير الودية). بين تحليل بيانات الوفيات من المستشفيات خلال حرب القرم أن معدل الوفيات الأعلى في المستشفيات العسكرية بالمقارنة مع المستشفيات المدنية نتج عن الأمراض المعدية والازدحام. أدى هذا العمل إلى تحسين الممارسات الصحية وإلى نظام إبلاغ موحد عن حالات الوفاة في الجيش. يُدرك مهنيو الرعاية الصحية الآن وبشكل جيد العدوى المكتسبة في المستشفيات ويواصلون تطوير أساليب للحد منها ومكافحتها أو القضاء عليها (Fernandes، ٢٠٠٠).

المهندسون الإكلينيكيون وممارسات مكافحة العدوى Clinical Engineers and Infection Control Practices

يمكن للمهندسين الإكلينيكيين أن يلعبوا دوراً رئيسياً في مكافحة العدوى عن طريق المشاركة في أعمال معايير ولجان نوعية المياه وإدارة النفايات والتعقيم ومكافحة العدوى وكذلك في تدريب مهنيي الصحة في مجالات التعقيم وصيانة الأجهزة الطبية. تشمل مجالات العمل على: (١) الصيانة التصحيحية والوقائية، (٢) معايرة مقاييس الضغط في أجهزة التعقيم بالبخر، (٣) تحليل تكاليف التعقيم، (٤) تحليل إنتاجية التعقيم، (٥) تقييم تأثير تكنولوجيا الأجهزة الطبية من حيث صلتها ببرنامج مكافحة العدوى، (٦) بناء وتجديد مرافق التعقيم، (٧) وضع ضوابط هندسية للحد من العدوى المكتسبة في المستشفيات. تُعتبر مهارات المهندسين الإكلينيكيين في إدارة تكنولوجيا ذخراً لبرنامج مكافحة العدوى في منشأة الرعاية الصحية. على سبيل المثال، يضمن التقييم الجيد للتجهيزات وعمليات الشراء أن تكون جميع الأجهزة المتعلقة بمكافحة العدوى مصحوبة بكتالوج التشغيل وكتالوج الخدمة والصيانة وقوائم أسعار قطع الاستبدال والمخططات والرسومات.

دور المشغل في الصيانة The Operator's Role in Maintenance

تقع على عاتق مستخدمي الأجهزة والأنظمة الطبية مسؤولية أداء "صيانة المشغل" اليومية. تشمل هذه المهام والمعلومات الضرورية (والمبينة في كتيبات المشغلين) على: (١) التحضير الأولي، (٢) الاستخدام التشغيلي، (٣) المخاطر المرتبطة (بما في ذلك المخاطر البيولوجية)، (٤) الاحتياطات والتحذيرات، (٥) إجراءات وأساليب التنظيف، (٦) التطهير والتعقيم، (٧) التجمع والتحقق الوظيفي، (٨) مقاومة العوامل الكيميائية والتوافق معها، (٩) مقاومة الحرارة، (١٠) أنماط الفشل وكشف الأعطال، (١١) مواصفات مثل الوزن والأبعاد وضروريات إمدادات الطاقة، (١٢) قائمة بقطع الغيار مع الأسعار. تُمكن الوثائق التقنية المستخدم من إجراء التحقق الخارجي والمهم بما يتعلق بجودة التكنولوجيا.

فريق الصيانة The Maintenance Team

ينبغي تنفيذ نشاط الصيانة في منشآت الرعاية الصحية على نحو يتفق مع سياسات وإجراءات وأهداف مكافحة العدوى في المستشفيات. ينبغي على فريق الصيانة (المؤلف من مهندسين إكلينكيين وفنيي الهندسة الطبية وموظفي صيانة آخرين) السعي إلى تحقيق وتحسين مستويات الجودة القابلة للقياس. من المطلوب توثيق جميع أنشطة الصيانة. ينبغي على فريق العمل أن يعمل وفقاً لأهداف وغايات المؤسسة ولجنة مكافحة العدوى فيها لضمان تحقيق نتائج موحدة وأمنة وفعالة.

المساحة الفعلية للصيانة Physical Area for Maintenance

تشتمل البنية التحتية للمستشفى على أنظمة وتجهيزات يُعتبر أداءها السليم أمراً حيوياً من أجل مكافحة الفعالة للعدوى. توفر هذه الأنظمة المياه والمجاري والغازات الطبية والفاكيوم والغسيل والتعقيم والتدفئة والتهوية وتكييف الهواء والتبريد. غالباً ما يكون ضرورياً خلال صيانة وخدمة هذه الأنظمة العمل في موقع تركيب النظام بدلاً من ورشة العمل البعيدة. ينبغي المحافظة على مناطق ملائمة في ورشة العمل المركزية وفي المواقع التابعة في جميع أنحاء المستشفى. يجب أن يتوافق تعقيد منطقة الصيانة مع تعقيد التكنولوجيا المثبتة ومع أنشطة الصيانة التي يتعين تطويرها. من المطلوب توفر المساحة الكافية للعمل على الأنظمة الكبيرة (مثل أجهزة التعقيم بالبخار) كما يجب الاهتمام بالحد من المخاطر مثل العمل بوجود البخار مُرتفع درجة الحرارة ومُرتفع الضغط.

التجهيزات الضرورية Necessary Equipment

عادة ما تتضمن صيانة أجهزة التعقيم على قياس البارامترات الكهربائية وتدفق المياه والهواء والضغط الديناميكية والساكنة والموضع والقوة والسرعة والتسارع والمسافة والتردد والوزن ودرجة الحرارة. ينبغي توفر الأدوات التالية من أجل صيانة تجهيزات التعقيم وغيرها من التجهيزات ذات الصلة بمكافحة العدوى:

- مقاييس ضغط لأنظمة البخار والماء والغازات الطبية والهواء المضغوط والفاكيوم الإكلينيكي والتهوية والتدفئة وتكييف الهواء.
- أجهزة قياس ضغط لقياس الضغط التفاضلي عبر مرشحات أنظمة التكييف وأنظمة المياه والبخار والهواء المضغوط وأجهزة التنفس الاصطناعية وتجهيزات التخدير.
- مقاييس تدفق للمياه والغازات الطبية والهواء الطبي المضغوط والفاكيوم الطبي والدارات الهيدروليكية.
- مقاييس جزيئات الهواء لمراقبة نوعية الهواء الجوي المُعالَج بأنظمة التهوية أو الهواء المُكَيَّف والمناطق المعزولة الأخرى.
- مُجمَّعات عينات الهواء.
- مقاييس الحرارة أو المزدوجات الحرارية من أجل قياس درجة حرارة الهواء والماء والبخار في نقاط محددة داخل التجهيزات أو الأنظمة.
- جهاز كرونومتر لقياس أزمنة الدورات.
- جهاز تنظيف بالفاكيوم.
- منتجات كيميائية لتنظيف وتطهير وتعقيم سطوح التجهيزات.
- جهاز تحليل السلامة الكهربائية.

مفاهيم التعقيم للمهندسين الإكلينكيين

Sterilization Concepts for Clinical Engineers

يجب أن يحتوي المستشفى على قدرات التعقيم. يُقلل علاج المرضى باستخدام مواد معقمة من مخاطر الإصابة بالعدوى المكتسبة في المستشفيات. يمكن للمهندس الإكلينيكي أن يضع برنامج للحد من مخاطر وتكاليف التعقيم في حين رفع أداء تجهيزات التعقيم. يؤثر غياب القدرة على التعقيم بسبب عدم ملائمة التخطيط أو الصيانة أو الاستخدام بشكل مباشر على صحة المرضى والوضع المالي للمستشفى نتيجةً للتأخر أو التأجيل الضروري للعلاجات والإجراءات. يصف هذا المقطع أساليب التعقيم الأكثر شيوعاً وهي: البخار وأكسيد الإيثيلين وأشعة غاما وبيروكسيد الهيدروجين والفورمالديهايد.

التعقيم بالبخار Steam Sterilization

هناك ثلاث طرق أساسية للتعقيم بالحرارة الرطبة وهي: البخار المشبع وخليط الهواء والبخار والمياه فائقة التسخين (Linvall، ١٩٩٩). إن للطرق الثلاثة هذه نفس المتطلبات الأساسية وهي: إزالة الهواء من الحجرة وتحديد درجة الحرارة وزمن مرحلة التعقيم وتعيين بارامترات مرحلة التجفيف. يجب أن تتم عملية إزالة الهواء في بداية

الدورة لتسهيل دخول البخار إلى كل فراغ وكل حمل داخل الحجرة. ينقل البخار طاقته الحرارية إلى الكائنات الدقيقة مما يؤدي إلى موتها. إن درجة الحرارة والزمن والضغط هي البارامترات الضرورية لعملية التعقيم وتختلف تبعاً لنوع ومجموعات الحملات التي يُرغب في تعقيمها.

إزالة الهواء من الحجرة الداخلية Removing Air from the Internal Chamber

يعوق الهواء الموجود في الحجرة انتقال الحرارة إلى الكائنات الحية الدقيقة. توجد عدة طرق لإزالة الهواء من الحجرة ومنها التفريغ الوحيد للهواء والتفريغ النبضي للهواء للوصول إلى تهيئة مُحَدَّدة للدورة. يُعتبر التفريغ الوحيد للهواء أقل فعاليةً ويؤدي إلى قيم متبقية من مرتبة ١٪ من الكمية الأصلي للهواء داخل الحجرة. يُطبَّق التفريغ النبضي للهواء على ثلاث خطوات. يبقى في نهاية النبضة الأولى ١٥٪ من كمية الهواء الأولية التي كانت في الحجرة ويبقى في نهاية النبضتين الثانية والثالثة ٢,٢٥٪ و ٠,٤٪ على التوالي من كمية الهواء الأولية التي كانت في الحجرة. يجب أن تأخذ تهيئة دورة التعقيم بعين الاعتبار نفاذية مواد التغليف. يُقلل الاستخدام المناسب لمواد التغليف من زمن المعالجة.

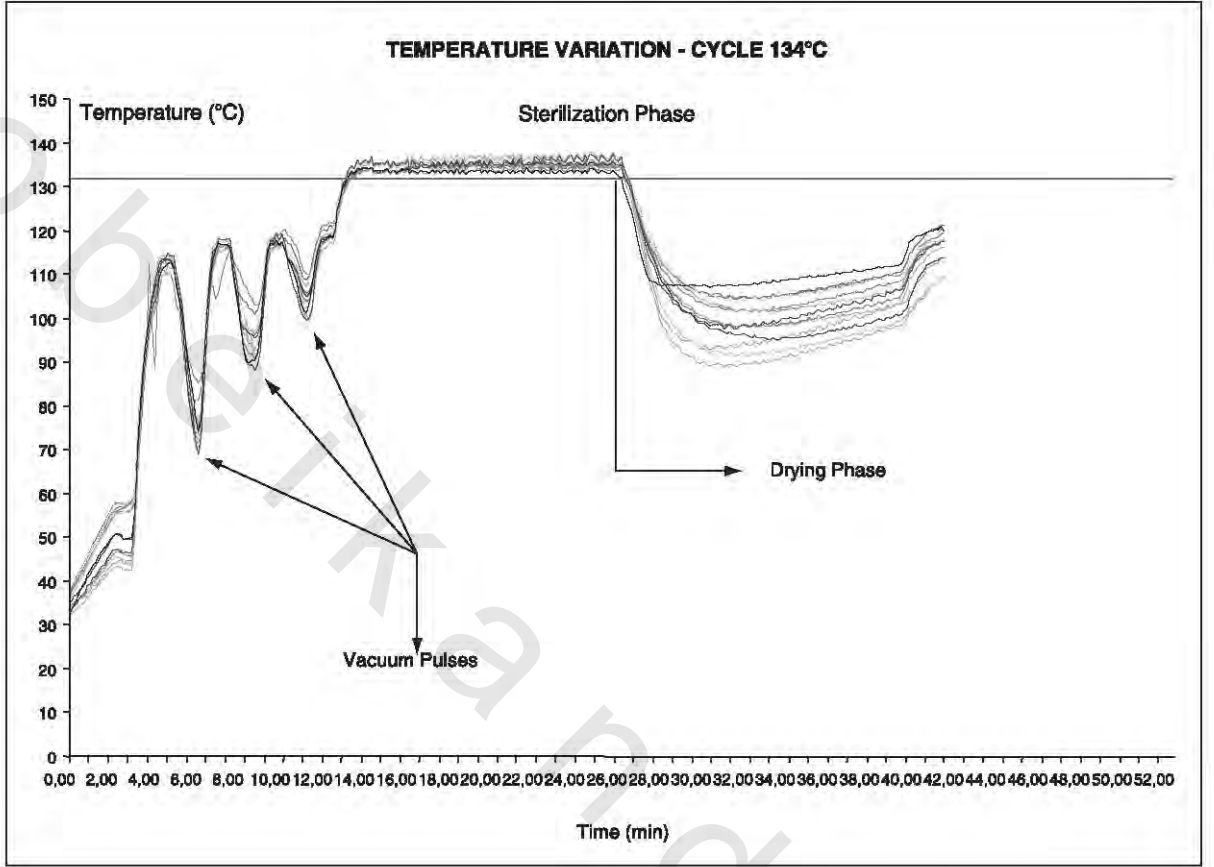
منحنى الدورة النموذجية Typical Cycle Curve

يُبين الشكل رقم (١١٤,١) دورة تعقيم نموذجية بالبخار. تم الحصول على البيانات المبينة في الشكل رقم (١١٤,١) باستخدام نظام اقتباس للبيانات خلال عملية المعاينة وتوثق هذه البيانات أداء الجهاز في تهيئة مُحَدَّدة لدورة التعقيم. يجب وضع مجموعة من أجهزة تحسس الحرارة على النحو التالي:

- إنشاء ثلاث أسطح وهمية موازية للسطح الأمامي للحجرة.
- إذا كانت الحجرة المربعة فإن كل سطح وهمي سيتقاطع مع أربع زوايا مما يُحدد أربع نقاط أخرى.
- يجب وضع حساس حرارة عند كل نقطة زاوية، ١٢ (٤ بوصات للسطح الأمامي و ٤ بوصات للسطح الوسط و ٤ بوصات للسطح السفلي).
- يوضع حساس واحد في أبرد نقطة في الحجرة (عادة ما تكون نقطة التصريف).
- يوضع آخر حساس في المركز الهندسي للحجرة.

تسمح البيانات التي يتم الحصول عليها بهذه الطريقة بحساب الزمن المكافئ وقيمة F_0 والاختلافات بين درجات الحرارة القصوى والوسطى وبين أخفض درجة حرارة ودرجة حرارة المركز وبين أخفض وأعلى درجتي حرارة. يُمكن تحليل هذه البيانات من تقييم أداء الدورة.

من الضروري من أجل اختيار بارامترات مُحَدَّدة لأنواع مختلفة من الأحمال استخدام مفهوم قيمة F_0 (أي فتك الدورة مُمثلاً بدلالة الزمن المكافئ) في الدقائق عند درجة حرارة ١٢١ درجة مئوية بالنسبة إلى الكائنات الحية الدقيقة ذات قيمة Z التي تساوي عشر درجات مئوية (انظر المسرد).



الشكل رقم (١، ١٤). دورة نموذجية للتعقيم بالبخار.

عملية ضبط التعقيم Sterilization Control Process

تُعتبر المعالجة بالحرارة (البخار تحت الضغط في جهاز التعقيم) الطريقة الأكثر أماناً والأكثر اقتصاداً (أي الأسرع) حيث إنها تُحقق التعقيم في مدة لا تقل عن ١٥ دقيقة عند درجة حرارة ١٢١ درجة مئوية (٢٥٠ درجة فهرنهايت) أو في فترة ٣ دقائق عند ١٣٤ درجة مئوية (٢٧٣ درجة فهرنهايت). يمكن لوضعيات أخرى لدرجات الحرارة والزمن أن تحقق نفس الأثر القاتل (على سبيل المثال، ١٢١ درجة مئوية لمدة ٢٠ دقيقة). تُعبر المعادلة (١-١٤) عن قيمة F_0 . F_0 هي الزمن (في الدقيقة) و T هي درجة الحرارة (بالدرجة المئوية). أما Z فهي قيمة Z .

$$F_0 = F \times 10^{(T-121)/Z} \quad (1-14)$$

المثال ١: ما هو الوقت الذي ينبغي أن يُعالج به المنتج حرارياً عند ١١٥ درجة مئوية لتحقيق قيمة ٨ لـ F_0 إذا

كانت قيمة Z تساوي عشر درجات مئوية؟

$$8 = F \times 10^{(115-121)/10}$$

$$8 = F \times 10^{-0.6}$$

$$F = 32 \text{ [minute]}$$

من المفترض وفقاً للممارسة أن يكون للمجموعة الجرثومية قيمة Z تساوي ١٠ ، وقيمة D₁₂₁ تساوي دقيقة واحدة. كما يُفترض أن عدد مجموعة الكائنات الحية الدقيقة هو ١٠٠ بكتيريا/الحاوية (أي أن قيمة N₀ تساوي ١٠٠) وأنه ينبغي تعقيم هذه الحاوية عند درجة حرارة ١٢١ درجة مئوية من أجل التوصل إلى احتمال بقاء N يساوي 10⁻⁶. في هذه الحالة تكون المعادلة ١١٤-٢ قابلة للتطبيق :

$$F_0 = D_{121} (\log N_0 - \log N)$$

$$(2-114) \quad F_0 = 1 (\log 100 - \log 10^{-6})$$

$$F_0 = 1 \times (2 - (-6))$$

$$F = 8 \text{ [minute]}$$

المثال ٢ : ما هو الوقت الذي ينبغي أن يُعالج به المنتج حرارياً عند ١١٤ درجة مئوية لتحقيق قيمة F₀ = ٣,٦٥ إذا كانت قيمة Z تساوي ١٥ درجة مئوية؟

$$8 = F \times 10^{(114-121)/15}$$

$$8 = F \times 10^{-0.47}$$

$$F = 10.7 \text{ [minute]}$$

من المفترض وفقاً للممارسة أن يكون للمجموعة الجرثومية قيمة Z تساوي ١٥ ، وقيمة D₁₂₁ تساوي ٠,٥ دقيقة. كما يُفترض أن عدد مجموعة الكائنات الحية الدقيقة هو ٢٠ بكتيريا/الحاوية (أي أن قيمة N₀ تساوي ٢٠) وأنه ينبغي تعقيم هذه الحاوية عند درجة حرارة ١٢١ درجة مئوية من أجل التوصل إلى احتمال بقاء N يساوي 10⁻⁶. باستخدام المعادلة ١١٤-٢ نحصل على :

$$F_0 = D_{121} (\log N_0 - \log N)$$

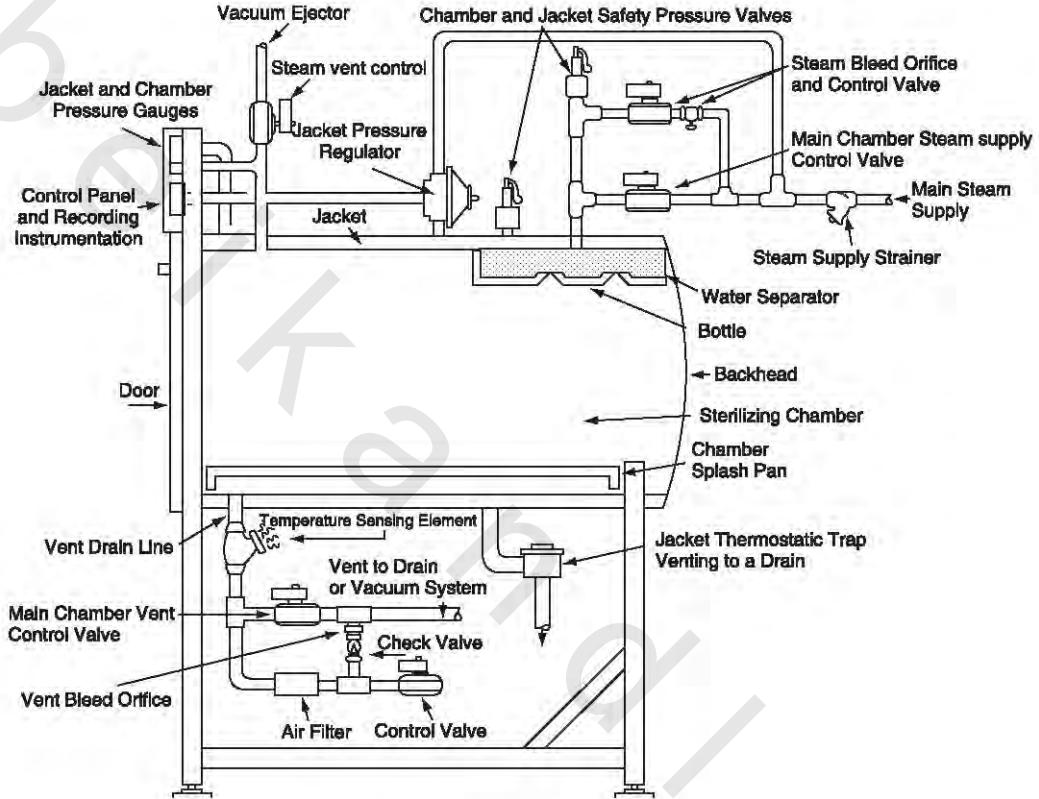
$$F_0 = 0.5 (\log 20 - \log 10^{-6})$$

$$F_0 = 0.5 \times (1.3 - (-6))$$

$$F = 3.65 \text{ [minute]}$$

تجهيزات التعقيم بالبخار Steam Sterilization Equipment

يُبين الشكل رقم (١١٤،٢) جميع مكونات جهاز التعقيم بالبخار حيث يسمح هذا الشكل بفهم مبدأ العمل. تُعتبر جميع مراحل الدورة في يومنا هذا مؤتمتة ويتم التحكم فيها عن طريق الكمبيوتر.



الشكل رقم (١١٤،٢). مخطط توضيحي لجهاز نموذجي للتعقيم بالبخار.

أكسيد الإيثيلين Ethylene Oxide (EtO)

يعرف EtO أيضا باسم "epoxitane" أو "dimethylene oxide". إنه غاز عديم اللون ويتفاعل مع العديد من المواد الكيميائية مثل الكحول والأمينات والأحماض العضوية والأميدات. فإنه قابل للذوبان في الماء حتى عشر درجات مئوية ويشكل polyglycols في وجود الأساس الكيميائي. إنه غاز قابل للاشتعال والانفجار. في حين أنه لا يُستخدم بشكل نقي إلا أحيانا، فإنه عادة ما يتم استخدام غاز أكسيد الإيثيلين في أمزجة مخففة. باعتبار أن غاز الـ EtO يمكن من التعقيم في درجات حرارة منخفضة فإن الميزة الرئيسية لهذا الغاز في عمليات التعقيم في المستشفى هو أنه لا يُخرب المواد الحساسة للحرارة مثل البلاستيك.

يؤثر تركيز الغاز ودرجة حرارة التعقيم ورطوبة الحجرة وزمن التعرض للـ EtO على عملية التعقيم. يمكن الحصول على أفضل عملية تعقيم من خلال تعديل هذه البارامترات وفقاً للحمولة. هناك أساساً نوعان من دورات التعقيم. يستخدم النوع الأول الضغط الإيجابي داخل الحجرة باعتبار أن الـ EtO مخفف بالغازات الأخرى من أجل تخفيف خاصية تفجيره. بينما تستخدم الطريقة الثانية الضغط السلبي داخل الحجرة لأنها تستخدم EtO نقي ١٠٠٪. في هذه الحالة إذا كان هناك أي ثقب في الحجرة فإن الغاز لن يتسرب إلى الخارج بسهولة.

إن العيب الرئيسي للـ EtO هو سميته للمرضى والموظفين إذا لم يُستخدم على الوجه الصحيح. يجلب غاز الـ EtO مخاطر جديدة من حروق كيميائية في أنسجة الجسم إذا لم يخضع الجهاز الذي تم تعقيمه باستخدام الـ EtO (مثل القناع البلاستيكي أو المطاطي) لعملية التهوية (دورة التهوية) بعد دورة التعقيم للسماح لغاز الـ EtO الذي تم امتصاصه خلال الدورة بأن يُزال من الجهاز (Dyro و Tai ، ١٩٧٦). يتناقص استخدام غاز الـ EtO في المستشفيات بسبب عوامل مثل المخاطر التي تهدد الصحة والشواغل البيئية المتعلقة بالتخلص من نفايات مواد التعقيم وطول فترة إتمام عملية التعقيم والتجهيز لعملية التعقيم. يجب على المستشفيات التي تستخدم شركات التعقيم المتعاقدة أن تكون معنية بجودة عملية التعقيم لتلك الشركة.

أشعة غاما Gamma Radiation

أشعة غاما هي طاقة نقية تتولد من التخماد الذاتي للنظائر المشعة. يؤدي التعرض لأشعة غاما إلى تعقيم المنتج عن طريق تعطيل بنية الحمض النووي للكائنات الحية الدقيقة الموجودة على المنتج أو ضمنه ومن ثم القضاء على قدرة إعادة إنتاج الخلايا. إن الطاقة المؤينة التي تنتجها أشعة غاما هي ذات اختراق عميق مما يجعلها حلاً مثالياً بالنسبة للمنتجات ذات الكثافات المختلفة وأنواع تغليف المنتجات. لا تُترك أي منطقة من المنتج ومكوناته أو مواد التغليف بتعقيم غير مؤكد بعد المعالجة. يمكن حتى معالجة المنتجات عالية الكثافة بسهولة (مثل المحاقن المعبأة مسبقاً) واستخدامها بثقة. إن عملية التعقيم بأشعة غاما تكرارية وسهلة الاستخدام وذات سجل مؤكد. إن قدرتها على الاختراق العميق يجعلها حلاً ناجحاً لطائفة واسعة من المنتجات المغلفة. يسمح إرفاق إجراءات التوزيع المرتبطة بقياس الجرعة بالشحن الفوري للمنتجات بعد عملية التعقيم.

تم إدراك أمان وتنافسية طريقة التعقيم بأشعة غاما في تعقيم منتجات الرعاية الصحية والمكونات والتغليف منذ خمسينيات القرن الماضي كما اكتسب شعبية على مدى السنوات نظراً لبساطتها وموثوقيتها. تقتل أشعة غاما على نحو فعال الكائنات الحية الدقيقة في جميع أنحاء المنتج ومواد تغليفه مع تأثير حراري ضئيل. تتمثل فوائد أشعة غاما بدقة الجرعات والمعالجة السريعة والتوزيع المنتظم للجرعة ومرونة النظام والتوافر الفوري للمنتج بعد المعالجة.

يتم حالياً استخدام أشعة غاما وحيدة الاستعمال والأجهزة الطبية ذات الاستخدام لمرة واحدة لغرض التعقيم من قبل نسبة متزايدة من صناعة الرعاية الصحية. أصبحت أشعة غاما تُشكل نحو ٥٠٪ من سوق التعقيم

(بعد أن كانت لا تمثل سوى ٥٪). وعلى الرغم من أنه تم تحديد التكلفة والموثوقية بوصفهما ساهمتا في تحول الصناعة إلى أشعة غاما، إلا أن هناك عناصر رئيسية أخرى يتعين النظر فيها.

يبقى تغليف المنتجات سليماً بالمعالجة بأشعة غاما. وباعتبار ليس هناك حاجة للضغط أو الفاكيوم فإن الاختام لا تتعرض للإجهاد. بالإضافة إلى ذلك فإن أشعة غاما تُلغي الحاجة لمواد التعبئة والتغليف النفوذة. أدرك مُزودو مواد التغليف والمواد الأولية بالتحول للإشعاع حيث استمروا بتطوير المنتجات المعدة خصيصاً لتحقيق استقرار الإشعاع. تتوفر حالياً مواد تغليف كتيمة وقوية لتأمين حاجز عقيم قوي وطويل الأمد.

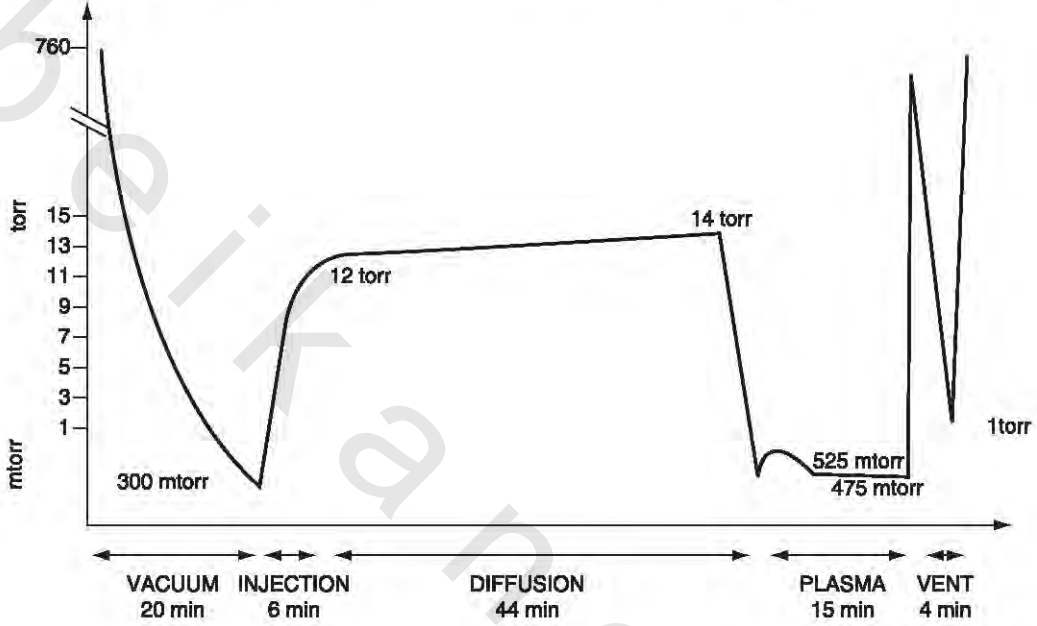
تُعتبر المعالجة بأشعة غاما إجراء موثوق به للغاية ويرجع ذلك لبساطة العملية. وباعتبار أن الزمن هو المتغير الوحيد الذي يمكن ضبطه فإن إمكانية الانحراف تنخفض إلى الحد الأدنى. تسمح أشعة غاما بالتوزيع الفوري للمنتج بعد المعالجة وذلك من خلال إجراء يعرف باسم "التوزيع عن طريق قياس الجرعات الإشعاعية". قبل هذا الإجراء من قبل الـ FDA نظراً للموثوقية اللازمة لعملية الإشعاع، وقد تم توضيح هذا الإجراء وبالتفصيل في وثيقة المعايير (ANSI/AAMI/ISO 11137-1994)، تعقيم منتجات الرعاية الصحية - متطلبات المصادقة والمراقبة الروتينية - التعقيم بالإشعاع).

إن النشر بقياس الجرعة هو عبارة عن آلية لتوزيع المنتج تعتمد فقط على جرعة الإشعاع التي تعرض لها المنتج. يتم الحصول على هذا القياس (بواحدة الكيلو غري "kiloGrays") باستخدام مقاييس الجرعات الإشعاعية التي توضع على حاويات المنتجات أثناء عملية التعقيم. تتم إزالة هذه المقاييس من الحاويات عند الانتهاء من عملية أشعة غاما حيث يتم قراءتها باستخدام أداة متخصصة للتحقق من الحد الأدنى والحد الأقصى للجرعات التي تلقاها المنتج. بمجرد أن يتم التحقق من الجرعة التي تم تزويدها فإن المنتج يوزع من أجل الشحن.

بيروكسيد الهيدروجين Hydrogen Peroxide

يُعتبر ضباب غاز بيروكسيد الهيدروجين أو البلازما منخفضة درجة الحرارة (والذي يتم إنتاجه بواسطة حقل كهربائي قوي) مناسباً لتعقيم السطوح. لقد توفر التعقيم ببلازما غاز بيروكسيد الهيدروجين منخفضة الحرارة في الولايات المتحدة منذ عام ١٩٩٣. كما هو مبين في الشكل رقم (١١٤.٣) فإن بلازما بيروكسيد الهيدروجين تتشكل مباشرة في حجرة التعقيم بدلاً من أن يتم ذلك في حجرة تفاعل منفصلة. عند التعقيم ببلازما غاز بيروكسيد الهيدروجين منخفضة الحرارة فإن الأجهزة الطبية والأدوات الجراحية توضع في غرفة التعقيم ثم يتم تطبيق فاكيوم لإزالة الهواء. يتم حقن محلول يتألف من ٥٨٪ بيروكسيد الهيدروجين في الماء داخل غرفة خارجية من كاسيت قائم بذاته يتم إدراجه من قبل المشغل في بداية كل عشرة دورات تعقيم. ثم يتم تبخير المحلول ويُسمح له بالانتشار في جميع أنحاء حجرة التعقيم بحيث يُحيط بالمواد المراد تعقيمها. ومن ثم يتم تطبيق طاقة ترددات راديوية (RF) لإنشاء

مجال كهرومغناطيسي يقوم بدوره بالبداية بتوليد البلازما. يتم في ختام دورة التعقيم (بعد ساعة واحدة تقريباً) توقيف المجال الكهرومغناطيسي حيث تعود أشكال بيروكسيد الهيدروجين التفاعلية بشكل سريع إلى بخار الماء والأوكسجين. ثم يُعاد ضغط حجرة التعقيم ويُمرر الهواء عبر فلتر الفحم المنشط لإزالة أية بقايا من بيروكسيد الهيدروجين.



الشكل رقم (١١٤,٣). دورة نموذجية لعملية التعقيم باستخدام بيروكسيد الهيدروجين.

تشمل مزايا نظام التعقيم ببلازما غاز بيروكسيد الهيدروجين منخفضة الحرارة على بروفيل أمان ممتاز بالنسبة إلى الموظفين. خلافاً لـ EtO والمعقمات الكيماوية السائلة وغيرها من تكنولوجيات التعقيم البديلة، فإن جهاز التعقيم ببلازما غاز بيروكسيد الهيدروجين منخفضة الحرارة لا يُشكل إلا خطراً طفيفاً على المشغلين والبيئة. لقد حددت لوائح وكالة السلامة والصحة المهنية (OSHA) التعرض لبيروكسيد الهيدروجين إلى جزء واحد في المليون على مدى ثماني ساعات. أظهرت مراقبة OSHA للبيئة الخارجية للمعقم خلال عملية التعقيم أن متوسط تركيز بيروكسيد الهيدروجين في الجو على مدى ثماني ساعات كان ٠,٠١٨ جزء في المليون في حين كان تعرض العينة الشخصية ٠,٠١٣ جزء في المليون.

لقد تم إثبات سلامة المرضى من خلال الاختبارات المخبرية لتكنولوجيا بلازما غاز بيروكسيد الهيدروجين منخفضة الحرارة قبل موافقة التسويق في عام ١٩٩٣. أثبتت هذه التجارب أن هذه التكنولوجيا تُدمر طيفاً واسعاً من الكائنات الحية الدقيقة بما في ذلك بكتيريا الخضرة سلبية الغرام وإيجابية الغرام والمتفطرات والخميرة والفطريات

والفيروسات وكذلك الجراثيم البكتيرية الهوائية واللاهوائية شديدة المقاومة. بالإضافة إلى ذلك، مع تفكك بيروكسيد الهيدروجين إلى الأوكسجين والماء فإنه لا توجد أي مخاوف بشأن مخلفات سامة بعد الانتهاء من دورة التعقيم. لقد أثبتت الدراسات أن المواد التي تتم معالجتها بواسطة هذه التكنولوجيا هي غير مُهيجة وغير سامة للخلايا والأنسجة. كما ترافق مع تكنولوجيا التعقيم ببلازما الغاز منخفضة الحرارة فوائد اقتصادية كبيرة. على سبيل المثال، يمكن بسبب زمن دورة التعقيم السريعة جداً (حوالي ساعة) تخفيض مخزون الأدوات الجراحية المكلفة مثل المناظير الصلبة مع ضمان تلقي كل مريض جهازاً معقماً (وليس فقط مُطهراً) في أي وقت معين من اليوم. بالإضافة إلى ذلك، من أجل الطائفة الواسعة من الأدوات الطبية والجراحية التي تتم معالجتها بالتعقيم بواسطة بلازما غاز بيروكسيد الهيدروجين منخفضة الحرارة، فقد لوحظ أن الآثار الضارة على العناصر المعدنية هي أقل بكثير بالمقارنة مع التعقيم البخار مما يُخفف تكاليف استبدال الأدوات الجراحية المكلفة. ونظراً لعدم وجود أي متطلبات تثبيت باستثناء مأخذ تيار كهربائي ٢٠٨ فولت، فإنه يمكن وضع النظام في أي مكان تقريباً بما في ذلك جناح العمليات الجراحية لتسهيل عملية توزيع الأدوات العقيمة. وأخيراً، باعتبار أن تحضير المواد من أجل التعقيم هو مشابه للمعالجة بغاز EtO (الذي يتألف من تنظيف الأداة وإعادة تجميعها وتغليفها بمواد تغليف البولي بروبيلين المُصنَّع والمالحة تجارياً) فإن تكاليف تدريب الموظفين يمكن أن تكون في الحدود الدنيا.

تُعالج الاهتمامات البيئية من منطلق الطريقة الأساسية التي تعمل فيها التكنولوجيا: تقضي طريقة حقن بيروكسيد الهيدروجين القائمة بذاتها فعلياً على المخاوف من التعرض لهذه المادة الكيميائية. بالإضافة إلى ذلك، يتفكك بيروكسيد الهيدروجين بعد الانتهاء من دورة التعقيم بشكل أساسي إلى ماء مُبخر وأكسجين، ومن ثم هي تكنولوجيا خالية من المواد السامة المرتبطة بالتكنولوجيات منخفضة الحرارة الأخرى.

تشمل مساوئ هذه التقنية على عدم القدرة على تعقيم البياضات وغيرها من المواد التي تحتوي على السليلوز باعتبار أن بيروكسيد الهيدروجين يتفاعل مع المواد العضوية الموجودة في هذه المواد. بالإضافة إلى ذلك، باعتبار أن هذه التكنولوجيا تعتمد على الانتشار، فلا يمكن استخدامها لتعقيم مواد مثل المساحيق والسوائل كما ينبغي إيلاء اهتمام خاص عند النظر في تطبيق هذه التقنية على الأجهزة ضيقة التجاويف.

مع التحول بعيداً عن التقنيات التقليدية للتعقيم عند درجة الحرارة المنخفضة (مثل EtO ومبيدات الجراثيم الكيميائية السائلة) ونحو الأساليب الأحدث، فإنه يتم التركيز على الطيف الكامل لتكنولوجيا التعقيم الطبي. في حين لا يمكن لتكنولوجيا واحدة أن تلبّي كافة احتياجات التعقيم للمستشفى، فإن وجود طائفة من الخيارات الآمنة والاقتصادية أمرٌ لا بد منه. ربما سوف يكون للتعقيم بالحرارة الجافة والبخار دائماً مكاناً مناسباً في توفير هذه الخدمة وذلك على عكس أنظمة التعقيم بدرجة الحرارة المنخفضة التي يمكن أن تكون خطرة ومكلفة.

لا يُنصح باستخدام بيروكسيد الهيدروجين بالنسبة للمواد التالية لأنها يمكن أن تصبح هشة ولأنها تواجه مشاكل في الأمتصاص (إن عملية التعقيم فعالة إلا أن المواد تتحلل مع الزمن نتيجةً لتعرضها لبيروكسيد الهيدروجين):

- البيفينول (Biphenol) والإيوكسي أو المكونات المصنوعة من البولي سلفون (polysulfone) أو البولي يوريثان (polyurethane).
- النايلون والسليولوز.
- ميتا أكريلات البولي ميثيل (Polymethylmethacrylate) و البولي كاربونات (polycarbonate) وأستات الفينيل (vinylacetate).
- سيليلوز.
- يمكن استخدام بيروكسيد الهيدروجين للمواد الحساسة للحرارة وغيرها من المواد مثل :
- القساطر مع حد أدنى ١ ميليمتر للقطر الداخلي وطول لا يتجاوز ٢م.
- الأدوات اللامعة.
- التجهيزات الكهربائية.
- المناظير الصلبة.
- التجهيزات التي تعمل بالهواء المضغوط.
- تجهيزات التنظير.
- المواد العضوية.

الفورمالديهايد Formaldehyde

إن الفورمالديهايد هو غاز عديم اللون ولكنه عادة ما يوزع كمحلول (يُشار إليه عمومًا بـ "الفورمول") وهو معروف لمعظم الناس داخل المستشفيات كعنصر مُطهر هام، حيث إنه مازال يُستخدم منذ أواخر القرن التاسع عشر (Weber-Tschopp وآخرون، ١٩٧٧).

- تشمل التجهيزات المناسبة للتعقيم بأجهزة التعقيم البخار والفورمالديهايد بدرجة حرارة منخفضة على ما يلي :
- معظم أنواع المناظير الصلبة (المستقيمة) والمرنة (مثل مناظير المفاصل والمثانة والبطن والقصبات والكولون والمعدة والاثناعشر والقناة الصفراوية والحنجرة والكلية).
 - جميع أدوات الجراحة العينية المتقدمة الحساسة للحرارة.
 - معظم المواد البلاستيكية (مثل والمحاقن والملفات والأنابيب وكابلات العلاج بالإنفاذ الحراري).

ولكن هناك بعض المنتجات المصنوعة من قطع (أو تشمل على قطع) ذات مواد لا يمكن أن تتحمل حرارة مثل هذا التعقيم (عادة +١٢١ أو +١٣٤ درجة مئوية).

مهما كانت العملية فإنها يجب أن تؤدي إلى منتج معقم موافق عليه وخالي من المستويات الخطرة للمخلفات. يجب أن تكون العملية سهلة الاستخدام لدرجة معقولة وقابلة للمراقبة وأن يكون زمنها قصيراً، كما يجب أن يكون من الممكن بالنسبة لموظفي التغليف العاديين القيام بعمليات التشغيل والضبط ويجب أن تكون غير مكلفة. وينبغي للعملية علاوة على ذلك أن تسمح بتغليف المنتج بمواد التغليف المعتادة حتى لا تتسبب بتكاليف إضافية. يجب أن تؤدي العملية إلى منتج متاح للاستخدام الفوري ويجب أن تكون آمنة للاستخدام مع المعالجات الأولية القياسية كما يجب أن يكون لها هامش سلامة جيد. نفي طريقة التعقيم بالبخار والفورمالديهايد بدرجة حرارة منخفضة بكل هذه المتطلبات.

تُستخدم محاليل الفورمالدهايد على نطاق واسع في التشريح والجراحة وأقسام علم الأمراض، وإلى حد أقل في عيادات الأمراض الجلدية والجراحة وأقسام التصوير بالأشعة السينية وغيرها من وحدات الرعاية الصحية. إن استخدام الرئيسي لهذه المحاليل في المستشفيات هو لتثبيت الأنسجة.

من المعروف أن محاليل الفورمالديهايد سامة ومهيجة ومُثيرة للحساسية (WHO، ١٩٨٦ و NRC، ١٩٨٠). إن هذا المحلول مُهيج للجلد ويمكن أن يسبب الحساسية على فترة اتصال طويلة أو بالاتصال المتكرر. ومع ذلك فإن التعرض لجرعات منخفضة غير ضارة يُسبب تهيج في العينين والأنف والحنجرة (Gamble، ١٩٨٣). يُجبر هذا التهيج الشخص الذي تعرض لهذه المحاليل لتجنب مزيد من الاتصال أي أن الفورمالديهايد إشارة تحذير مُضمّنة. وبالتالي فإن الحساسية بسبب وجود الفورمالديهايد في الهواء أمر غير معتاد.

لم تُظهر البحوث عن احتمالات حدوث آثار سرطانية (اعتماداً على الدراسات التي أجريت على الحيوانات من قبل الـ IARC في الولايات المتحدة) بسبب مادة الفورمالديهايد. أجريت الاختبارات من خلال تعريض الفئران والجردان لتركيزات عالية للغاية من الفورمالدهايد لمدة عامين. لم تحدث أي تغييرات في الفئران حتى بعد التعرض لمستوى تركيز جزأين في المليون. (يبدأ مستوى التهيج المؤلم في الأنف عند إنسان عند مستوى ٠.٠١ جزء في المليون) (Gamble، ١٩٨٣). كان من الممكن إحداث تغييرات مزمنة في الأنسجة الأنفية عند تعريض الفئران لتركيزات مرتفعة للغاية (٥.٦-١٤.٣ جزء في المليون). شمل ذلك على حالتين من حالات سرطان الأنف. وباعتبار أنه تبين وجود نفس سرطان الأنف في الفئران التي لم تتعرض للجرعة فقد تم الاستنتاج أن هذه الدراسة لم تُقدم دليلاً واضحاً على أي تأثيرات سرطانية للفورمالديهايد (CIIT، ١٩٨١).

أظهرت دراسات وبائية واسعة النطاق على العمال الصناعيين وأخصائيي علم الأمراض والمُحَنِّطِينَ الذين يتعرضون بانتظام لتركيزات من الفورمالدهايد أعلى من عشرة أجزاء في المليون عدم وجود آثار ضارة طويلة الأجل.

باعتبار أن الرائحة المزعجة للغاية لمادة الفورمالديهايد عند مستويات منخفضة جداً تميل نحو منع التعرض لتركيزات أعلى فإن التعرض طويل المدى لمستويات سرطانية يُعتبر نادراً للغاية.

التعقيم بواسطة البخار ودرجات الحرارة المنخفضة والفورمالديهايد

Sterilization by Low Temperature Steam and Formaldehyde (LTSF)

يتم في عملية الـ LTSF الاستعاضة عن الطاقة الحرارية النقية لبخار التعقيم بمزيج من البخار وغاز الفورمالديهايد عند درجات الحرارة ٨٠ أو ٦٥ أو ٦٠ أو ٥٥ أو ٥٠ درجة مئوية (١٧٦ أو ١٤٩ أو ١٤٠ أو ١٣١ أو ١٢٢ درجة فهرنهايت). يسمح وجود البخار للفورمالديهايد بالاختراق وقتل الكائنات الحية الدقيقة. تُخصّص عملية التعقيم هذه للمواد الحساسة للحرارة وخاصة البلاستيك والأدوات المخوفة (مثل المناظير الصلبة والمرنة) التي يمكن لدرجة الحرارة المرتفعة للتعقيم التقليدي البخار أن يُتلفها.

عملية التعقيم بواسطة البخار ودرجات الحرارة المنخفضة والفورمالديهايد

The Process of Sterilization by LTSF

تحدث عملية الـ LTSF في أربع مراحل:

- ١- المعالجة الأولية: تخضع المواد قبل تقديم الفورمالديهايد إلى معالجة أولية تتألف من عمليات تفريغ وتدفق مفاجئ للبخار بشكل متكرر. تُزيل هذه المعالجة الأولية الهواء من المواد والحجرة بينما تقوم في الوقت نفسه بترطيب الكائنات الحية الدقيقة لجعلها عرضة للفورمالديهايد. تُعتبر فعالية جزء الترطيب في المعالجة الأولية أساسية لباقي المراحل.
- ٢- تقديم الفورمالديهايد: يُحقن محلول الفورمالين من زجاجة مختومة. عندئذ فإن الفورمالين يتبخر ويدخل الحجرة كغاز. يُساعد الفاكيوم في الحجرة على دخول الغاز. ثم يُضاف البخار للحفاظ على درجة الحرارة عند المستوى المحدد مسبقاً. يُكرّر الحقن عدة مرات لتدعيم التغلغل في التجاويف الطويلة الصغيرة أو الضيقة.
- ٣- التعقيم: يتم خلال وقت التعرض المحافظة على درجة حرارة وتركيز المعقمات والضغط والرطوبة في الحجرة عند قيم مُحددة.
- ٤- مرحلة ما بعد المعالجة: يتم بعد انقضاء زمن التعرض المحدد مسبقاً للتعقيم إزالة الفورمالديهايد بشكل فعال من المواد عن طريق الفاكيوم والتدفق الآني للبخار بشكل متكرر. تنتهي عملية ما بعد المعالجة بفاكيوم عميق يليه عدد كبير من التدفقات النبضية للهواء عن طريق فلتر تقديم الهواء. يُزيل هذا الجزء من العملية ما تبقى من الفورمالديهايد في المواد والحجرة (Handlos، ١٩٧٧).

لا يتجاوز تركيز الفورمالديهايد في الهواء بجانب باب جهاز التعقيم على العموم ٠,٥ جزء في المليون وينخفض إلى الصفر في غضون دقائق قليلة. يُخفّف الفورمالديهايد في مصرف جهاز التعقيم إلى ٠,٠١٪ ويتحلل بعد ذلك بسرعة بواسطة الكائنات الدقيقة في مياه الصرف الصحي.

المؤشرات Indicators

أدركت السلطات الطبية في جميع أنحاء العالم بأن التحقق من عملية التعقيم بالوسائل المادية (مثل المخططات البيانية وأجهزة القياس) يُعتبر أمراً غير كافٍ. هناك حاجة لمراقبة إضافية حيث تغطي المراقبة الكيميائية والبيولوجية على المقام الأول. تتوفر اليوم طرق مراقبة بيولوجية وكيميائية مختلفة وبدرجات متفاوتة من الدقة والموثوقية. من أجل وجود بارامتر لضبط جودة العملية بشكل متواتر خلال اليوم فيجب على المشغلين استخدام اختبارات تكميلية. أنهم يستخدمون المؤشرات لتقييم نتائج عملية التعقيم.

المؤشرات الكيميائية Chemical Indicators

يعطي أسلوب الضبط هذا مؤشراً واضحاً وآنيّاً لنجاح أو فشل عملية التعقيم عن طريق تغير اللون. تتوفر المؤشرات كبقع أو شرائط. عادة ما تُستخدم البقع كمؤشرات على السطح الخارجي لعلبة التغليف في حين ينبغي وضع المؤشر الشريطي داخل علبة التغليف أو داخل الجهاز الذي يخضع للتعقيم. يُستخدم هذا المؤشر لتغيير اللون لإظهار أن غاز الفورمالدهايد قد اختراق المواد وبكميات كافية ولفترة كافية من الوقت لتحقيق التعقيم.

المؤشرات البيولوجية Biological Indicators

كما ذكر آنفاً فإن العوامل الحيوية لتحقيق نتائج تعقيم جيدة هي إزالة الهواء ووصول الرطوبة ومواد التعقيم. يمكن أن يكون ذلك صعب التحقيق إذا تم استخدام جهاز تعقيم ذو نظام فاكيوم سيء التصميم. توضع المؤشرات البيولوجية (المُعَدَّة من عُصيات الـ *Stearothermophilus* والتي تم اختبار مقاومتها للفورمالدهايد) داخل علبة التغليف لتوفير ضوابط موثوقة للتعقيم بالبخار.

يتوفر النوعين التاليين من المؤشرات البيولوجية:

١- أجهزة تجريب (من أجل مختبر الزرع): باعتبار أن عملية التعقيم بالبخار والفورمالدهايد بدرجة حرارة منخفضة تُستخدم بشكل رئيسي للأدوات الضيقة والبصرية فقد تم تطوير طريقة اختبار تجريبية لمحاكاة الجهاز المعقد. تتألف وحدة الاختبار التجريبية من تجويف ضيق (قطر داخلي ٢ مم) أحادي الاتجاه بطول ١,٥ متر مزود بمؤشر في النهاية المغلقة للأنبوب.

٢- مؤشرات بيولوجية قائمة بذاتها (للاختبار المحلي): وتشمل كلاً من كائن الاختبار ووسائل الزرع.

اختبارات المخلفات (المواد المتبقية) Residual Tests

تعتمد طريقة التجريب هذه لاختبار مخلفات الفورمالدهايد على ورقة الترشيح. يتم إجراء التقييم في أحد المختبرات الكيميائية وفقاً للممارسة القياسية. تُمثل المخلفات في هذا الاختبار أسوأ الحالات (المواد التي تقوم بالامتصاص) ولا تُمثل المخلفات على الأدوات غير الممتصة.

إدارة النفايات

Waste Management

تُعتبر نفايات المستشفيات مخلفات خطيرة. وتأتي مخاطرها من احتمال انتقال الأمراض مثل الأيدز والتهاب الكبد الوبائي B و C والعديد من العدوى المقاومة للبكتيريا. الأشخاص الأكثر عُرضة للخطر هم عمال الصحة وأسرهم، ويأتي بعدهم المرضى والزوار وموظفي البلدية وموظفي إعادة تدوير النفايات والسكان المجاورين. لا تُعتبر كل القمامة التي تلقى من قبل المراكز الصحية خطيرة. يقدر أن ٨٠٪ من هذه القمامة تعتبر عامة لأنها تتكون من نفس المواد وتحتوي على نفس كمية ونوع البكتيريا الموجودة في القمامة المنزلية التي تنتج من منازل المدينة. تُشكل نسبة ٢٠٪ فقط من هذه القمامة مخاطر صحية بسبب البكتيريا والفيروسات والفطريات والطفيليات والمنتجات الكيماوية السامة والبقايا الطبية والمواد المشعة والأشياء الحادة (مثل الأدوات الحادة). تُشكل الأدوات الحادة أعلى درجة من المخاطر بسبب إمكانية الانتقال السهل للفيروسات والبكتيريا من خلال الجروح والثقوب (انظر الفصل ٦١ للاطلاع على وصف للتخلص من الأدوات الحادة).

إدارة نفايات الرعاية الصحية Management of Health Care Waste

يرجع المفهوم الأول عند اعتبار برنامج إدارة المخلفات في المستشفى إلى المطالب القانونية للدولة أو الولاية أو البلديات. يمكن للمعلومات الواردة من المنظمات المؤهلة الأخرى أن تُسهم في التطبيق الفعال لهذا البرنامج (LWRA، ١٩٩٤ و WHO، ١٩٩٧). وضعت هذه المنظمات بشكل عام التزامات ينبغي النظر فيها في مشروع البرنامج وخلال تنفيذه والمحافظة عليه. ينبغي اعتبار إمكانية استخدام الجوانب القانونية بهدف التثقيف وبذلك ينبغي استخدامها كأدوات في التعلم. يسمح الجهد المُركّز في مساعدة توجّهات هذه المنظمات في حصول الشخص المُخطط على المعلومات وبإجراء سلسلة من الاعتبارات المتعلقة بالأمور التالية:

- العمليات أو التكنولوجيات التي هي قيد الاستخدام وتلك التي لم تعد تُستخدم والمحظورة.
- تفاصيل عن برنامج معين مثل الجوانب الجغرافية.
- توصيات من المعايير الفنية التي يجب مراعاتها في وضع برنامج.
- مواصفات التكنولوجيات المستحسنة والواجبة.
- تصنيفات المخلفات.
- التعريفات المُطبقة على هذا النوع من النشاط.
- الإجراءات التي سيتم اعتمادها خلال المعالجة الداخلية للمستشفى.
- عملية التجميع الداخلية وانعكاساتها على المستشفى.

- الحصول على التراخيص والسلامة التكنولوجية واعتماد التجهيزات والضرائب والمعالجة والوجهة النهائية للمخلفات.
 - المصطلحات والرموز المطبقة.
 - الصلاحيات والمسؤوليات الأخرى للأجهزة التنظيمية الأخرى ذات الصلة.
- إن أساس الإدارة هو تجنب خليط الأنواع مختلفة من النفايات لأن المواد المعدية تنتشر بسهولة في القمامة العضوية وتتكاثر داخلها بسرعة كبيرة مما يجعل عملية الفصل في نهاية المطاف أمراً مستحيلاً. تشمل مراحل المعالجة على: (١) الفصل من المكان الأصلي، (٢) الجمع، (٣) النقل المنفصل، (٤) معالجة المواد الخطرة، (٥) التخلص النهائي الآمن. إذا لم تُنفذ المعايير التقنية للفصل عندئذ يمكن لكل النفايات المتولدة في المستشفى أن تكون معدية مما يؤدي إلى أن يكون إنتاج النفايات الخطرة أكبر بخمس مرات مما كان متوقعاً.

فئات نفايات الرعاية الصحية Categories of Health Care Waste

- النفايات المعدية: وهي النفايات التي يشبه في احتوائها على مسببات الأمراض مثل الزرع المخبري والنفايات من أقسام العزل أو الأنسجة (المسحات) أو المواد أو التجهيزات التي كانت على اتصال مع المرضى المصابين.
- نفايات باثولوجية: الأنسجة أو السوائل البشرية مثل أجزاء الجسم والدم وسوائل الجسم الأخرى والنفايات الحادة (مثل الإبر ومجموعات الحقن والمباضع والسكاكين والشفرات والزجاج المكسور).
- المخلفات الصيدلانية: النفايات المحتوية على المستحضرات الصيدلانية مثل المستحضرات الصيدلانية التي انتهت مدة صلاحيتها أو التي لم تعد هناك حاجة إليها والعناصر الملوثة بالمستحضرات الصيدلانية (أو التي تحتوي عليها).
- النفايات الجينية السمية: النفايات التي تحتوي على مواد ذات خصائص جينية سمية مثل النفايات التي تحتوي على الأدوية القاتلة (غالباً ما تستخدم في علاج السرطان).
- النفايات الكيميائية: النفايات المحتوية على مواد كيميائية مثل الكواشف المخبرية ومواد تمييز الأفلام والمطهرات التي انتهت مدة صلاحيتها أو لم تعد هناك حاجة إليها أو المذيبات.
- النفايات ذات المحتوى العالي من المعادن الثقيلة: البطاريات وموازين الحرارة المكسورة وأجهزة قياس ضغط الدم.
- الأسطوانات المضغوطة: أسطوانات الغاز وخراطيش الغاز وعلب رش الرذاذ.
- النفايات المشعة: النفايات التي تحتوي على مواد مشعة مثل السوائل غير المستخدمة من أقسام العلاج الإشعاعي أو البحوث المخبرية والأواني الزجاجية الملوثة وأوراق التغليف الماصة والبول والبراز من المرضى الذين تمت معالجتهم أو تم فحصهم بالنويدات المشعة غير المختومة، والمصادر المختومة.

المصادر الرئيسية لنفايات الرعاية الصحية :

- المستشفيات : (المستشفيات الجامعية والمستشفيات العامة ومستشفيات المناطق وغيرها من مؤسسات الرعاية الصحية).
- خدمات الرعاية الطبية الطارئة.
- مراكز الرعاية الصحية والمستوصفات.
- عيادات التوليد والأمومة.
- عيادات المرضى الخارجيين.
- مراكز غسيل الكلى.
- مراكز الإسعافات الأولية وأماكن المرضى.
- مؤسسات الرعاية الصحية طويلة الأجل ودور العجزة.
- مراكز نقل الدم.
- الخدمات الطبية العسكرية.
- المختبرات الطبية ومختبرات الطب الحيوي.
- مختبرات ومؤسسات التكنولوجيا الحيوية.
- مراكز البحوث الطبية.
- مراكز الجثث والتشريح.
- بحوث واختبارات الحيوانات.
- بنوك الدم وخدمات جمع الدم.
- دور التمريض للمسنين.

المختبرات : وبشكل أساسي المختبرات المرضية (بما في ذلك بعض المختبرات التشريحية) ، فإنها تُنتج نفايات شديدة العدوى (قطع صغيرة من الأنسجة والزرعات الميكروبيولوجية وكميات كبيرة من المواد المعدية وجثث ودم الحيوانات المصابة) إضافةً إلى بعض الأدوات الحادة والنفايات المشعة والكيميائية.

يعتمد توليد نفايات الرعاية الصحية على عوامل عديدة مثل : (١) الأساليب الموضوعية لإدارة النفايات ، (٢) نوع مؤسسة الرعاية الصحية ، (٣) تخصص المستشفى ، (٤) النسبة المُطبقة للمواد القابلة لإعادة الاستخدام في الرعاية الصحية ، (٥) نسبة من المرضى الذين عولجوا على أساس الرعاية النهارية. عادة ما يكون توليد نفايات الرعاية الصحية في البلدان متوسطة ومنخفضة الدخل أقل من مثلتها في البلدان مرتفعة الدخل. تُعتبر كمية النفايات المشعة التي تُنتجها الرعاية الصحية عموماً صغيرة للغاية بالمقارنة مع النفايات المشعة التي تنتجها الصناعة النووية.

فصل وتغليف النفايات Waste Segregation and Packaging

إن عزل النفايات (فصلها) وتحديد طبيعتها هما إجراءان جوهريان في التقليل من نفايات الرعاية الصحية والإدارة الفعالة لها. يُخفف التعامل المناسب مع النفايات ومعالجتها والتخلص منها بشكل مناسب حسب نوعها من التكاليف كما يساهم كثيراً في حماية الصحة العامة. يجب أن يكون الفصل دائماً من مسؤولية مُنتج النفايات ويجب أن يتم أقرب ما يمكن لمكان تولد النفايات وينبغي الحفاظ على الفصل في أماكن التخزين وأثناء النقل. ينبغي تطبيق نفس نظام الفصل في جميع أنحاء البلاد.

إن الطريقة الأنسب لتحديد فئات نفايات الرعاية الصحية هي فرز النفايات في أكياس أو حاويات بلاستيكية مرمزة بالألوان. يُبين الجدول رقم (١٤،١) نظام الترميز اللوني الموصى به. بالإضافة إلى الترميز اللوني لحاويات النفايات فإنه يوصى بالممارسات التالية:

- ينبغي على النفايات العامة للرعاية الصحية أن تجتمع مع مسار النفايات المحلية للتخلص منها.
- ينبغي تجميع النفايات الحادة مع بعضها بغض النظر عما إذا كانت ملوثة أم لا. ينبغي أن تكون الحاويات مقاومة للثقب (عادة ما تكون مصنوعة من المعدن أو البلاستيك عالية الكثافة) ومزودة بأغطية. ينبغي أن تكون قاسية وغير منفذة بحيث تحتفظ بأمان ليس بالأدوات الحادة فقط بل أيضاً بأي سوائل متبقية من الحقن. في محاولة لمنع إساءة استخدامها ينبغي أن تكون الحاويات منيعة ضد العبث كما ينبغي أن يتم التخلص من الإبر والمحاقن بشكل يجعلها غير صالحة للاستخدام. عندما لا تكون الحاويات المعدنية أو البلاستيكية متوفرة أو إذا كانت مكلفة للغاية فإنه يُنصح باستخدام الحاويات المصنوعة من الورق المقوى الكثيف.
- يجب تسمية أكياس وحاويات النفايات المعدية بالرمز الدولي للمادة المعدية.
- ينبغي تعقيم النفايات شديدة العدوى على الفور كلما كان ذلك ممكناً باستخدام أجهزة التعقيم بالبخار. ولذلك فإنه يجب أن يتم تعبئتها في أكياس تتوافق مع عملية المعالجة المقترحة: يُنصح باستخدام أكياس حمراء مناسبة للتعقيم بالبخار.
- ينبغي تجميع النفايات السامة (التي يتم إنتاج معظمها في المستشفيات الكبرى أو منشآت البحوث) في حاويات قوية مانعة للتسرب ومسماة بوضوح باسم "نفايات سامة".
- يمكن تجميع الكميات الصغيرة من نفايات المواد الكيميائية أو نفايات المستحضرات الصيدلانية مع النفايات المعدية.
- يجب إرجاع الكميات الكبيرة من الأدوية القديمة أو منتهية الصلاحية والمخزنة في شعب أو أقسام المستشفيات إلى الصيدلية للتخلص منها. بينما يجب عدم إرجاع النفايات الصيدلانية الأخرى التي تتولد في هذا المستوى

(مثل الأودية المندلقة أو الملوثة أو العبوة التي تحتوي على بقايا الأدوية) بسبب مخاطر تلوث الصيدلية بل ينبغي أن تودع في الحاوية الصحيحة عند نقطة إنتاجها.

- ينبغي تعبئة الكميات الكبيرة من النفايات الكيميائية في حاويات مقاومة للمواد الكيميائية ويجب إرسالها إلى مرافق المعالجة المتخصصة (إذا كانت متوفرة). ينبغي وضع تسمية واضحة لهوية المواد الكيميائية على الحاويات كما يجب عدم خلط النفايات الكيميائية الخطرة ذات الأنواع المختلفة نهائياً.
- ينبغي تجميع النفايات ذات المحتوى العالي من المعادن الثقيلة (مثل الكاديوم أو الزئبق) بشكل منفصل.
- يمكن تجميع علب رش الرذاذ مع النفايات العامة للرعاية الصحية بعد أن يتم تفريغها تماماً وذلك إذا لم تكن النفايات الموجهة إلى الترميد.
- يمكن تجميع النفايات المشعة منخفضة المستوى المعدية (مثل المسحات والمحاقن لاستخدام التشخيص أو العلاج) في أكياس أو حاويات صفراء للنفايات المعدية إذا كانت موجهة للترميز.

الجدول رقم (١٤، ١). ترميز اللون الموصى به لنفايات الرعاية الصحية.

ترميز اللون الموصى به لنفايات الرعاية الصحية

نوع النفايات	لون الحاوية والوصف	نوع الحاوية
النفايات شديدة العدوى	أصفر، الوصف "شديدة العدوى"	كيس بلاستيك قوي مُحكم ضد التسريب أو حاوية قوية مُحكمة ضد التسريب وقابلة للتعقيم
نفايات معدية أخرى، نفايات مرضية وتشريحية	أصفر	كيس (أو حاوية) بلاستيكي مُحكم ضد التسريب
الأشياء الحادة	أصفر، الوصف "أشياء حادة"	حاوية محكمة ضد الثقب
نفايات كيميائية أو صيدلانية	بنّي	كيس بلاستيكي أو حاوية بلاستيكية
نفايات مشعة	---	علبة من الرصاص وعليها علامة المواد المشعة
نفايات الرعاية الصحية العامة	أسود	كيس بلاستيكي

باعتبار أن تكاليف المعالجة الآمنة لنفايات الرعاية الصحية الخطرة والتخلص منها تتجاوز عادة ١٠ أضعاف تكاليف المعالجة والتخلص من النفايات العامة، فينبغي معالجة النفايات العامة للرعاية الصحية (أي غير الخطرة) بنفس طريقة معالجة النفايات المنزلية وجمعها في أكياس سوداء. يجب ألا تودع أي من نفايات الرعاية الصحية غير الأدوات الحادة في حاويات النفايات الحادة إذ إن هذه الحاويات هي أكثر تكلفة من الأكياس المستخدمة للنفايات المعدية الأخرى. تُساعد مثل هذه التدابير على الحد من تكاليف جمع ومعالجة نفايات الرعاية الصحية. على سبيل المثال، عندما يتم استخدام الحقنة المخصصة للاستخدام لمرة واحدة، فيجب وضع التغليف في حاوية النفايات العامة

ووضع المحاقن المستخدمة في حاوية النفايات الحادة الصفراء. ينبغي في معظم الظروف عدم إزالة الإبرة من المحقنة نظراً لخطر الإصابة. وإذا كان إزالة الإبرة مطلوباً فيجب توخي الحذر.

يجب وضع حوامل مناسبة للحاويات أو الأكياس في جميع المواقع التي يمكن أن تُنتَج فيها فئات معينة من النفايات. ينبغي تعليق تعليمات فصل النفايات في كل موقع لجمع النفايات لتذكير الموظفين بإجراءات فصل النفايات. ينبغي إزالة الحاويات عندما تمتلئ إلى ثلاثة أرباعها. ينبغي أن تُصنع هذه الحاويات من الناحية المثالية من مواد بلاستيكية قابلة للاحتراق غير معالَجة بالهالوجين.

لا ينبغي على الكادر أبداً محاولة تصحيح أخطاء الفصل عن طريق إزالة بعض المواد من كيسٍ ما أو حاويةٍ ما بعد التخلص منها أو من خلال وضع أحد الأكياس داخل كيسٍ آخر ذو لون مختلف. إذا تم خلط النفايات العامة والنفايات الخطرة بطريق الخطأ فينبغي أن يُعامل الخليط على أنه من نفايات الرعاية الصحية الخطرة. تجعل القيود الثقافية والدينية في بعض البلدان تجميع النفايات التشريحية في الأكياس الصفراء المعتادة أمراً غير مقبول، يجب عندئذ التخلص من مثل هذه النفايات وفقاً للعادات المحلية والتي عادة ما تُحدد طريقة الدفن (MoH)، (١٩٩٥).

التجميع في الموقع On-Site Collection

ينبغي على الكادر التمريضي والكادر الطبي ضمان إغلاق أكياس النفايات بشكلٍ محكم عندما تكون ممتلئة إلى ثلاثة أرباعها. يمكن لربط عنق الكيس أن يُغلق الأكياس ذات النوعية الخفيفة، أما الأكياس ذات النوعية الثقيلة فقد تتطلب شرائط ختم بلاستيكية من نوع ذاتية الربط. كما يجب عدم تدبيس الأكياس. يجب وضع حاويات الأدوات الحادة المختومة في كيس نفايات الرعاية الصحية الخطرة أصفر اللون وعليه التسمية المناسبة قبل إزالتها من جناح أو قسم المستشفى. ينبغي عدم السماح بتراكم النفايات في نقطة إنتاجها. ينبغي وضع برنامج روتيني لجمع النفايات كجزء من خطة إدارة نفايات الرعاية الصحية.

- ينبغي جمع النفايات يومياً (أو بقدر ما هو مطلوب) ونقلها إلى موقع تخزين مركزي مُخصص.
- ينبغي عدم إزالة الأكياس إلا إذا تم وصفها بنقاط إنتاجها (أي المستشفى أو الجناح أو القسم) ومحتوياتها.
- ينبغي استبدال الأكياس أو الحاويات على الفور بأخرى جديدة من نفس النوع.
- يجب أن تتوفر أكياس أو حاويات تجميع جديدة في جميع المواقع التي يتم فيها إنتاج النفايات.

التخزين في موقع On-Site Storage

ينبغي تخصيص موقع لتخزين نفايات الرعاية الصحية داخل حدود مؤسسة الرعاية الصحية أو منشأة الأبحاث. ينبغي تخزين النفايات (أكياس أو حاويات) في منطقة أو غرفة منفصلة وذات حجم

مناسب لكميات النفايات التي يتم إنتاجها وتواتر جمعها. فيما يلي بعض التوصيات التي تتعلق بمنطقة التخزين وتجهيزاتها.

- ينبغي أن تكون أرضية منطقة التخزين منيعة توفر الوقوف المتين ومُزودة بمصرف جيد، يجب أن تكون سهلة التنظيف والتعقيم.
- ينبغي أن تتوفر فيها إمدادات المياه لأغراض التنظيف.
- ينبغي أن توفر منطقة التخزين وصولاً سهلاً للمستخدمين المسؤولين عن معالجة النفايات.
- ينبغي أن يكون من الممكن إقفال المخزن لمنع وصول الأشخاص غير المرخص لهم.
- يُعتبر الوصول السهل لمركبات جمع النفايات أمراً ضرورياً.
- ينبغي أن تكون هناك حماية من الشمس.
- ينبغي أن تكون منطقة التخزين محمية من وصول الحيوانات والحشرات والطيور.
- ينبغي أن يكون هناك إضاءة جيدة وعلى الأقل تهوية سلبية.
- ينبغي ألا تقع منطقة التخزين على مقربة من مخازن المواد الغذائية الطازجة أو مناطق إعداد الطعام.
- ينبغي وجود إمداد من أجهزة التنظيف والملابس الواقية وأكياس النفايات أو الحاويات الجديدة بشكلٍ مريح على مقربة من منطقة التخزين.
- إلا إذا توفرت غرفة تخزين مبردة، فإن أزمدة تخزين نفايات الرعاية الصحية (أي التأخير الزمني بين الإنتاج والمعالجة) يجب ألا تتجاوز ما يلي:
المناخ المعتدل: ٧٢ ساعة في الشتاء و ٤٨ ساعة في الصيف.
المناخ الحار: ٤٨ ساعة خلال الموسم البارد، و ٢٤ ساعة خلال الموسم الحار.
- ينبغي تخزين النفايات السامة بشكل منفصل عن غيرها من نفايات الرعاية الصحية في مكان مُخصص وآمن.
- ينبغي تخزين النفايات المشعة في حاويات تحول دون تبدها وخلف تدريع رصاصي. أما النفايات التي يتم تخزينها بطريقة الاضمحلال الإشعاعي فيجب وصفها بنوع النويدات المشعة والتاريخ وتفاصيل شروط التخزين المطلوبة.

النقل Transportation

- يجب نقل نفايات الرعاية الصحية داخل المستشفى أو المنشآت الأخرى بواسطة حوامل ذات عجلات أو حاويات أو عربات لا تُستخدم لأي غرض آخر وتلبي المواصفات التالية:
- سهولة التحميل والتفريغ.

- عدم وجود أي حواف حادة قد تؤدي إلى تلف أكياس النفايات أو الحاويات أثناء الشحن والتفريغ.
- سهولة التنظيف.

يجب تنظيف وتطهير السيارات يومياً بالمطهرات المناسبة. يجب أن تكون جميع أختام أكياس النفايات سليمة وفي مكانها في نهاية النقل.

يتحمل مُنتج نفايات الرعاية الصحية مسئولية التغليف الآمن والوصف الكافي للنفايات التي سوف يتم نقلها خارج الموقع كما يتحمل مسئولية الحصول على تصريح وجهتها. يجب أن يمثل التغليف والوصف للوائح الوطنية التي تحكم نقل النفايات الخطرة ومع الاتفاقات الدولية إذا كانت النفايات سوف تُشحن إلى خارج البلاد للمعالجة. يجب أن تشمل إستراتيجية ضبط نفايات الرعاية الصحية على العناصر التالية:

- يجب أن يترافق مع النفايات وثيقة شحن (كمية الشحنة ونوعها) من مكان إنتاجها إلى موقع التخلص النهائي منها. يجب على الناقل عند إتمام النقل إتمام الجزء المخصص له في وثيقة الشحن وإعادة الوثيقة إلى مُنتج النفايات.

- يجب أن تكون مؤسسة النقل مسجلة لدى (أو معروفة من قِبل) سلطة تنظيم النفايات.
- يجب أن يكون لدى منشآت التعامل مع النفايات والتخلص منها تصريح صادر عن سلطة تنظيم النفايات يسمح لهذه المنشآت بمعالجة نفايات الرعاية الصحية والتخلص منها.

ينبغي تصميم وثيقة الشحن بحيث تأخذ في الاعتبار نظام ضبط النفايات الساري داخل البلد. يمكن أن يؤخذ "نموذج البضائع الخطرة متعددة الأشكال" الذي أوصت به الأمم المتحدة بعين الاعتبار. إذا كانت سلطة تنظيم النفايات معمول بها بما فيه الكفاية، فقد يكون من الممكن لها أن تُخطر مؤسسة نقل النفايات عن النظام المخطط للنقل والتخلص من نفايات الرعاية الصحية والحصول على موافقة المؤسسة على هذا النظام.

يجب على أي شخص ذي علاقة بإنتاج نفايات الرعاية الصحية أو التعامل معها أو التخلص أن يلتزم بـ "واجب الرعاية" (أي التزام بضمان أن يكون التعامل مع النفايات وما يرتبط بها من وثائق ممتثلًا للوائح الوطنية).

مركبات وحاوليات النقل Transportation Vehicles and Containers

يمكن وضع أكياس النفايات مباشرة في سيارة النقل إلا أنه ينبغي من أجل زيادة الأمان وضعها في حاويات إضافية (مثل علب مُصنعة من الورق المقوى أو صناديق بلاستيكية أو مُغلقة صلبة مُزودة بأغطية وذات عجلات). تُفيد هذه العملية في الحد من التعامل المباشر مع الأكياس المليئة بالنفايات ولكن تؤدي إلى ارتفاع تكاليف التخلص من النفايات. ينبغي وضع هذه الحاويات الثانوية على مقربة من مصدر النفايات.

يجب على أي مركبة تستخدم لنقل نفايات الرعاية الصحية أن تُحقق معايير التصميم التالية :

- يجب أن يكون حجم جسم السيارة مناسباً ويتناسب مع تصميم السيارة كما يجب أن يكون ارتفاع الجسم الداخلي ٢,٢ متر.
- ينبغي أن يكون هناك حاجز بين مقصورة السائق وجسم السيارة يُصمم للمحافظة على الحمل إذا تورطت المركبة في حادث تصادم.
- ينبغي أن يكون هناك نظام مناسب لتأمين الحمولة أثناء النقل.
- ينبغي أن تتواجد الملحقات التالية في حجرة منفصلة في المركبة : أكياس بلاستيكية فارغة وملابس واقية مناسبة وأجهزة تنظيف وأدوات ومُطهرات وكذلك مجموعات خاصة لمعالجة حالات انسكاب السوائل.
- يجب أن يسمح الإنهاء الداخلي للمركبة بالتنظيف بالبخار كما يجب أن تكون الزوايا الداخلية مدورة.
- يجب أن يوضع على المركبة علامة تُشير إلى اسم وعنوان مؤسسة نقل النفايات.
- يجب إظهار العلامة الدولية "للخطر" على المركبة أو الحاوية إضافة إلى رقم هاتف الطوارئ.
- ينبغي عدم استخدام المركبات أو الحاويات المستخدمة لنقل نفايات الرعاية الصحية لنقل أي مواد أخرى.
- ينبغي أن تبقى هذه المركبات أو الحاويات مقفلة في جميع الأوقات ما عدا أوقات التحميل والتفريغ.
- يمكن أن تكون المقطورات المرفصلة أو القابلة لل فك (والتي يمكن التحكم بها عن طريق درجة الحرارة إذا لزم الأمر) مناسبة باعتبار أنه يمكن تركها بسهولة في موقع إنتاج النفايات. كما يمكن استخدام أنظمة أخرى مثل الحاويات الكبيرة خاصة التصميم ولكن يجب عدم استخدام الحاويات ذات السقف المفتوح على الإطلاق لنقل نفايات الرعاية الصحية.

عندما لا يمكن تبرير استخدام مركبة مخصصة ، عندئذ يمكن النظر في استخدام حاوية تعبئة كبيرة يمكن رفعها على هيكل المركبة. يمكن استخدام الحاوية للتخزين في مؤسسة الرعاية الصحية حيث يتم استبدالها بحاوية فارغة عندما يتم أخذها. يمكن استخدام حاويات مبردة إذا تجاوز وقت التخزين التوصيات المذكورة أعلاه للتخزين في الموقع أو إذا كانت أمانة النقل طويلة. يجب أن يكون تصميم هذه الحاويات أملساً ومنيعاً وينبغي أن تسمح بسهولة التنظيف أو التطهير.

يجب تطبيق نفس إجراءات السلامة على جمع نفايات الرعاية الصحية الخطرة من المصادر الصغيرة المتناثرة. ينبغي على مؤسسات الرعاية الصحية التي تُمارس برامج الحد الأدنى لإدارة نفايات الرعاية الصحية إما أن تتجنب نقل النفايات الخطرة خارج الموقع أو على الأقل استخدام المركبات المغلقة لتجنب التسرب. يجب أن تكون الأسطح الداخلية لأي مركبة تُستخدم لهذا الغرض سهلة التنظيف.

يجب نقل نفايات الرعاية الصحية عبر أقصر الطرق الممكنة التي ينبغي أن يخطط لها قبل أن تبدأ عملية النقل. يجب بعد مغادرة نقطة إنتاج النفايات بذل كل جهد ممكن لتجنب المزيد من التعامل مع النفايات. وإذا لم يكن ذلك ممكناً فينبغي الترتيب له مسبقاً، ويجب أن يتم في أماكن مُصممة بشكل ملائم ومُصرَّحة لذلك. يمكن تحديد مُتطلبات التعامل مع النفايات في العقد المُبرم بين منتجي النفايات ومؤسسة النقل.

التغليف الخاص بالنقل خارج الموقع Special Packaging for Offsite Transport

ينبغي بصفة عامة تغليف النفايات وتعبئتها وفقاً للتوصيات الواردة آنفاً (انظر الجدول ١١٤.١) في أكياس أو حاويات محتومة لمنع التسرب أثناء التعامل معها ونقلها. ينبغي أن تكون الأكياس أو الحاويات قوية بشكل يتناسب مع مضمونها (مثل أن تكون منيعة ضد الثقب من أجل النفايات الحادة أو أن تكون مقاومة للمواد الكيميائية القوية) ومع ظروف التعامل والنقل العادية مثل الاهتزاز أو التغيرات في درجات الحرارة أو الرطوبة أو الضغط الجوي. بالإضافة إلى ذلك ينبغي أن يتم تغليف وتعبئة المواد المشعة في الحاويات التي يمكن تطهير أسطحها بسهولة. توصي الأمم المتحدة بمتطلبات تعبئة وتغليف إضافية للمواد المعدية (UN، ١٩٩٧). من المستحسن أن يكون تغليف نفايات الرعاية الصحية المعدية خاضعاً لاختبار نوع التصميم ومُصادق عليه للاستخدام. يجب أن تُعامل نفايات الرعاية الصحية التي من المعروف (أو يُشتبه) بأنها تحتوي على مسببات الأمراض (التي يحتمل أن تسبب أمراض بشرية) كمواد معدية وينبغي أن تمثل لمتطلبات التعبئة والتغليف المبينة في الجدول رقم (١١٤.٢).

الجدول رقم (١١٤.٢). فئات التعبئة والتغليف للنفايات المشعة (IAEA، ١٩٩٦)

فئات التعبئة والتغليف للنفايات المشعة		
الفئة	الشروط	
	المستوى الأعظم للإشعاع على مسافة متر من السطح الخارجي للحاوية	المستوى الأعظم للإشعاع عند أي نقطة على السطح الخارجي
I - أبيض	ليس أكثر من ٠,٠٠٥ ميليسفرت/ساعة	ليس أكثر من ٠,٠٠٥ ميليسفرت/ساعة
II - أصفر	أكثر من ٠,٠٠٥ ميليسفرت/ساعة ولكن ليس أكثر من ٠,٥ ميليسفرت/ساعة	أكثر من ٠,٠٠٥ ميليسفرت/ساعة ولكن ليس أكثر من ٠,٥ ميليسفرت/ساعة
III - أصفر	أكثر من ٠,٥ ميليسفرت/ساعة ولكن ليس أكثر من ٢ ميليسفرت/ساعة	أكثر من ٠,٥ ميليسفرت/ساعة ولكن ليس أكثر من ٢ ميليسفرت/ساعة

ينبغي أن تشمل عملية التعبئة والتغليف على العناصر الأساسية التالية:

- تغليف داخلي يشمل:
 - وعاء أساسياً من المعدن أو البلاستيك سدود للماء مع ختم مانع للتسرب (مثل الختم الحراري أو السدادة الالتفافية أو الختم المعدني التجعيدي).

○ تغليف ثانوي سدود للماء.

○ مواد ماصة بكمية تكفي لامتناس كامل المحتويات موضع بين الوعاء الأولي والتغليف الثانوي.

• تغليف خارجي بقوة مناسبة للسعة والكتلة والغرض من الاستخدام وذو بعد خارجي لا يقل عن ١٠٠ ميلي متر.

• يجب إرفاق قائمة بالمحتويات بين التغليف الثانوي والتغليف الخارجي. ينبغي وصف التغليف الخارجي بشكل مناسب.

إن التغليف الموصى به هو من أجل معظم نفايات الرعاية الصحية مع احتمال ضعيف نسبياً لوجود المواد المعدية والتي لا يرجح أن تسبب أمراضاً بشرية.

هناك احتمالان للتعبئة والتغليف :

- التغليف الصلب المنيع ضد التسريب.
- حاويات التعبئة الكبيرة الوسيطة : وهي حاويات كبيرة صلبة أو مرنة مصنوعة من مجموعة متنوعة من المواد مثل الخشب أو البلاستيك أو المنسوجات.

يجب أن يكون التغليف أو حاويات التعبئة الوسيطة والمُصممة لتحتوي على أشياء حادة (مثل الزجاج المكسور والإبر) مقاومة للثقب ويجب أن تجتاز اختبارات أداء إضافية.

التسميات Labeling

ينبغي أن توصف جميع أكياس أو حاويات النفايات بالمعلومات الأساسية عن مضمونها وعن مُنتج النفايات. يمكن أن تكون هذه المعلومات مكتوبة مباشرة على الكيس أو الحاوية أو مطبوعة مسبقاً على بطاقات وملصقة بإحكام.

ينبغي إرفاق المعلومات الإضافية التالية على الملصق الذي يصف نفايات الرعاية الصحية :

- صنف النفايات.
- تاريخ جمع النفايات.
- المكان الذي أُنتجت فيه النفايات في المستشفى (الجناح على سبيل المثال).
- وجهة النفايات.

يسمح الوصف الكامل والصحيح (في حالة حدوث مشاكل تتعلق بأسئلة عن المسؤولية) بتتبع منشأ النفايات. كما يُحذر الوصف كل من المستخدمين العاملين وعامة الناس من الطبيعة الخطرة للنفايات. يمكن هذا الوصف من التحديد السريع للأخطار التي تشكلها محتويات الحاوية في حالة وقوع حادثٍ ما مما يُمكن خدمات الطوارئ من اتخاذ الإجراءات المناسبة.

ينبغي وضع علامة "نفايات سامة" على النفايات السامة.

لقد تم تصميم ثلاث تسميات للنفايات المشعة من قبل الـ UN/IAEA توفر معلومات على مستويات النشاط لأي تغليف معين (IAEA، ١٩٩٦).

يجب اختيار رمز ووصف الإشعاع وفقاً للجدول رقم (١١٤.٢) إلا إذا كان الطرد كبيراً (ويفترض هنا أن مساحة المقطع العرضي لجميع الطرود التي تحتوي على نفايات مشعة لا تتجاوز ١ م^٢). إذا اختلف نوعي الشروط الواردة في الجدول رقم (١١٤.٢) عندئذ ينبغي تخصيص الطرد إلى الفئة الأعلى. تكنولوجيات معالجة نفايات الرعاية الصحية والتخلص منها

Treatment and Disposal Technologies for Health Care Waste

كان الترميد سابقاً طريقة الاختيار لمعظم لنفايات الرعاية الصحية الخطرة ولا يزال يُستخدم على نطاق واسع. ومع ذلك فقد أصبحت وسائل العلاج البديلة التي طُورت مؤخراً مألوفة بشكل متزايد. يجب اتخاذ القرار النهائي بخصوص نظام المعالجة بعناية على أساس عوامل مختلفة والتي يعتمد الكثير منها على الظروف المحلية المدرجة فيما يلي:

- كفاءة التطهير.
- اعتبارات الصحة البيئية.
- تخفيض الحجم والكتلة.
- اعتبارات الصحة والسلامة المهنية.
- كمية النفايات التي سوف تتم معالجتها والتخلص منها وقدرة النظام.
- أنواع النفايات التي سوف تتم معالجتها والتخلص منها.
- متطلبات البنية التحتية.
- خيارات وتكنولوجيات المعالجة المتوفرة محلياً.
- الخيارات المتاحة للتخلص النهائي.
- متطلبات التدريب لتشغيل طريقة المعالجة.
- اعتبارات التشغيل والصيانة.
- المساحة المتوفرة.
- الموقع والمناطق المحيطة بموقع المعالجة ومنشأة التخلص من النفايات.
- الاستثمار وتكاليف التشغيل.
- القبول العام.
- المتطلبات التنظيمية.

يمكن لخيارات معالجة معينة أن تُخفض بشكلٍ فعال من المخاطر المعدية لنفايات الرعاية الصحية ولكنها في نفس الوقت تؤدي إلى ظهور مخاطر صحية وبيئية أخرى. قد يؤدي التخلص من النفايات تحت الأرض إلى تلوث المياه الجوفية إذا لم يتم تصميم موقع المكب بشكلٍ مناسب. يجب في اختيار طريقة معالجة نفايات الرعاية الصحية أو التخلص منها (ولاسيما إذا كان هناك خطر من الانبعاثات السامة أو عواقب خطرة أخرى) تقييم المخاطر النسبية والاندماج في الإطار العام للإستراتيجية الشاملة للنفايات في ضوء الظروف المحلية.

الترميد Incineration

إن الترميد هو عملية أكسدة جافة مرتفعة الحرارة تُحوّل النفايات العضوية والنفايات القابلة للاحتراق إلى نفايات غير عضوية ومواد غير قابلة للاحتراق كما تؤدي إلى تخفيض كبير في حجم ووزن النفايات. يتم عادة اختيار هذه العملية لمعالجة النفايات التي لا يمكن إعادة تدويرها أو إعادة استخدامها أو التخلص منها في موقع مكبات النفايات.

تنتج المركبات القابلة للاحتراق والمركبات العضوية بشكلٍ أساسي انبعاثات غازية (بما في ذلك البخار وثاني أكسيد الكربون وأكسيد النيتروجين) وبعض المواد السامة (مثل المعادن وأحماض الهالوجين) وجسيمات بالإضافة إلى مخلفات صلبة على شكل رماد. إذا لم يتم ضبط عملية الاحتراق على النحو الصحيح فسوف يتم إنتاج أول أكسيد الكربون السام. كما يحتوي الرماد ومياه الصرف الصحي الناتج عن عملية الترميد على مركبات سامة تحتاج إلى معالجة لتجنب الآثار الضارة على الصحة والبيئة.

تشمل معظم أنظمة الترميد الكبيرة الحديثة على مرافق استعادة الطاقة. يمكن في مناطق المناخ البارد استخدام البخار أو الماء الساخن من أنظمة الترميد لتغذية أنظمة التدفئة في المناطق الحضرية، أما في مناطق المناخ الدافئ فيستخدم البخار من أنظمة الترميد لتوليد الكهرباء. تُستخدم الحرارة المُسترجعة من أنظمة الترميد الصغيرة في المستشفيات لتسخين النفايات التي سوف تُحرق.

Characteristics of Waste Suitable for Incineration خصائص النفايات المناسبة لعملية الترميد

- محتوى المواد القابلة للاحتراق أكثر من ٦٠٪.
- محتوى المواد الصلبة غير قابلة للاحتراق أقل من ٥٪.
- محتوى الخامات المعدنية الدقيقة غير قابلة للاحتراق أقل من ٢٠٪.
- محتوى الرطوبة أقل من ٣٠٪.

Waste types not to be incinerated أنواع النفايات التي لا يجب أن تُرمَد

- حاويات الغازات المضغوطة.

- الكميات الكبيرة من نفايات المواد الكيميائية التفاعلية.
- أملاح الفضة ونفايات التصوير الفوتوغرافي أو التصوير بالأشعة.
- البلاستيك المعالج بالهالوجين مثل البولي فينيل كلورايد (PVC).
- النفايات ذات المحتوى العالي من الزئبق أو الكاديوم مثل موازين الحرارة المكسورة والبطاريات المستعملة واللوحات الخشبية المبطنة بالرصاص.
- الأمبولات المختومة أو الأمبولات التي تحتوي على معادن ثقيلة.

أنواع أنظمة الترميد (المحارق) Types of Incinerators

يمكن أن تتراوح من المرمذات من محطات متطورة للغاية تعمل عند درجة حرارة مرتفعة إلى وحدات احتراق أساسية تعمل في درجات حرارة أقل بكثير. تعمل جميع أنواع المرمذات إذا تم تشغيلها بشكل سليم على القضاء على مسببات المرض في النفايات وتحويل النفايات إلى رماد. ومع ذلك تتطلب أنواع معينة من نفايات الرعاية الصحية مثل نفايات المستحضرات الصيدلانية أو النفايات الكيميائية درجات حرارة أعلى لكي يتم تدميرها بشكل كامل. يُحد التشغيل عند درجات الحرارة المرتفعة وتنظيف غازات العادم من تلوث الغلاف الجوي والروائح الصادرة عن عملية الترميد.

تعمل المرمذات المصممة لمعالجة نفايات الرعاية الصحية عند درجات حرارة تتراوح بين ٩٠٠ و ١٢٠٠ درجة مئوية. يجري حالياً تطوير مرمذات مرتفعة الحرارة وذات تكلفة منخفضة كما يتم حالياً اختبار نظام ترميد مُصمم خصيصاً للنفايات الصيدلانية ونفايات الرعاية الصحية في البلدان ذات الدخل المنخفض. لقد تم اختبار المرمذات المحمولة لنفايات الرعاية الصحية حيث تسمح هذه الوحدات بمعالجة النفايات في موقع المستشفيات والعيادات ومن ثم فإنها تجنب الحاجة إلى نقل النفايات المعديّة عبر شوارع المدينة. كانت نتائج الاختبار على الوحدات ذات سعة ٣٠ كيلوغراماً/ساعة مرضية من حيث الوظيفة والأداء وتلوث الهواء.

تتم ممارسة الترميد عند درجة الحرارة العالية للنفايات الكيميائية والصيدلانية في الأفران الصناعية الأسمتية أو الفولاذية في العديد من البلدان ويُعتبر هذا الخيار خياراً قيماً حيث لا يتطلب أي استثمارات إضافية كما تستفيد الصناعة من إمداد المواد القابلة للاحتراق بدون أي تكلفة مادية.

ينبغي اختيار تجهيزات الترميد بعناية على أساس الموارد المتاحة والوضع المحلي. إن الأنواع الثلاثة الأساسية لتكنولوجيا الترميد المهمة في معالجة نفايات الرعاية الصحية هي :

- مرمذات التحلل الحراري مزدوجة الحجرية: وقد تكون مصممة خصيصاً لحرق النفايات الرعاية الصحية المعديّة.

- الأفران مفردة الحجرة مع منصب ثابت : ينبغي عدم استخدامها إلا إذا كانت مرممات التحلل الحراري ليست في المتناول.
- الأفران الدوارة التي تعمل في درجة حرارة عالية : وهي قادرة على تفكيك المواد الجينية السامة والمواد الكيميائية المقاومة للحرارة.

مُرممات التحلل الحراري : إن عملية المعالجة الأكثر موثوقية والأكثر استخداماً من أجل معالجة نفايات الرعاية الصحية هي الترميد بالتحلل الحراري وتُسمى أيضاً باسم "الترميد المضبوط بالهواء" أو "الترميد مزدوج الحجرة". يمكن تصميم مرممات التحلل الحراري خصيصاً للمستشفيات. يتألف نظام الترميد بالتحلل الحراري من غرفة التحلل الحراري وحجرة ما بعد الاحتراق وتعمل على النحو التالي :

- ١- يتم في حجرة التحلل الحراري تحلل النفايات حرارياً من خلال عملية احتراق ناقصة الأكسجين عند درجة حرارة متوسطة (من ٨٠٠ - ٩٠٠ درجة مئوية) مما يؤدي إلى إنتاج رماد صلب وغازات. تتضمن حجرة التحلل الحراري على مضرم للوقود يُستخدم لبدء العملية. يتم تحميل النفايات في أكياس أو حاويات نفايات مناسبة.
- ٢- يقوم مضرم للوقود موجود في حجرة ما بعد الاحتراق ومُستخدماً فائض من الهواء للحد من الدخان والروائح بحرق الغازات التي تنتج في هذه الطريقة عند درجات حرارة عالية (من ٩٠٠ إلى ١٢٠٠ درجة مئوية).

عادة ما تُصمَّم أكبر مُرممات التحلل الحراري (بإستطاعة من ١ إلى ٨ طن/اليوم) لتعمل على أساس مستمر. كما أنها قد تكون قادرة على التشغيل الكامل تلقائياً بما في ذلك تحميل النفايات والتخلص من الرماد والحركة الداخلية للنفايات التي تحترق.

لا تستخدم مُرممات التحلل الحراري محدودة الحجم التي تتم صيانتها وتشغيلها بشكلٍ ملائم (والتي يشيع استخدامها في المستشفيات) تجهيزات لتنظيف غازات العادم. يحتوي رمادها على أقل من ١٪ من المواد غير المحترقة التي يمكن التخلص منها في مكبات النفايات. ومع ذلك ولتجنب إنتاج مادة الديوكسين ينبغي عدم إدخال الأكياس البلاستيكية المكلورة (ويفضل أن لا يكون هناك أي مركبات المكلورة) إلى جهاز الترميد ولذا ينبغي عدم استخدام أي من هذه الأكياس لتغليف النفايات قبل ترميدها.

تختلف تكاليف رأس المال لمرممات التحلل الحراري والمناسبة لمعالجة نفايات الرعاية الصحية بشكلٍ واسع. أما تكاليف التشغيل والصيانة لنظام الترميد بالتحلل الحراري صغير الحجم للمستشفى فقد تصل إلى حوالي ١٩,٠٠٠ دولار للطن الواحد من النفايات التي يتم ترميدها.

الأفران الدوارة : وتتألف من فرن دوار وغرفة ما بعد الاحتراق ويمكن أن تستخدم خصيصاً لحرق النفايات الكيميائية وتُعتبر مناسبة للاستعمال كممرمة إقليمية لنفايات الرعاية الصحية. يدور الفرن من مرتين إلى خمس

مرات في الدقيقة الواحدة ويتم تحميله بالنفايات من الأعلى. يتم تفريغ الرماد من النهاية السفلية للفرن. تُسخَّن الغازات التي يتم إنتاجها في الفرن إلى درجات حرارة عالية لحرق المركبات العضوية الغازية في غرفة ما بعد الاحتراق. يمكن تشغيل الأفران الدوارة بصورة مستمرة وهي قابلة للتكيف مع طائفة واسعة من أجهزة التحميل. ينبغي تشغيل الأنظمة المصممة لمعالجة النفايات السامة من قبل وكالات متخصصة بالتخلص من النفايات ويجب أن توجد في المناطق الصناعية.

الترميد في أنظمة الترميد التابعة للبلدية Incineration in Municipal Incinerators

يُعتبر التخلص من نفايات الرعاية الصحية المعدية في محارق البلدية أمراً مغرياً من الناحية الاقتصادية إذا توافقت هذه المحارق وبشكل معقول بالقرب من المستشفى. وحيث إن قيمة التسخين لنفايات الرعاية الصحية هي أعلى بكثير قيمة النفايات المحلية فإن إدخال كميات صغيرة نسبياً من نفايات الرعاية الصحية سوف لن يؤثر على تشغيل محرقة البلدية. عادة ما يكون تصميم محارق البلدية ثنائي الحجر مع درجة حرارة تشغيل تبلغ ٨٠٠ درجة مئوية في حجر الاحتراق الأولي بينما يتم احتراق الغاز في الحجر الثانية عند درجات حرارة تتراوح عادة بين ١٠٠٠ و ١٢٠٠ درجة مئوية.

هناك عدد من القواعد والتوصيات التي تنطبق على التخلص من نفايات الرعاية الصحية في المرافق البلدية:

- ١- يجب عندما يتم تسليم نفايات الرعاية الصحية إلى محطة الترميد التأكد من عدم تضرر التغليف.
- ٢- يجب عدم تعبئة نفايات الرعاية الصحية في أوعية اسطوانية الشكل لأنها عندئذ يمكن أن تتدحرج على الشبكات عند تجهيزها لعملية الاحتراق.
- ٣- ينبغي أن تتوفر التسهيلات في مكان الحرق لتنظيف وتطهير معدات النقل بما في ذلك المركبات.
- ٤- لا يوصى بوضع نفايات الرعاية الصحية في قبو الاستقبال العادي بسبب خطر تضرر أكياس النفايات أثناء نقلها إلى الفرن بواسطة الرافعة الرأسية. وبذلك يجب تحميل نفايات الرعاية الصحية مباشرة إلى داخل الفرن.
- ٥- إن استخدام جهاز التحميل التلقائي للأكياس وحاولات نفايات الرعاية الصحية بدلاً من التحميل اليدوي سوف يُحافظ على سلامة العمال.
- ٦- ينبغي عدم تخزين نفايات الرعاية الصحية لمدة أكثر من ٢٤ ساعة في محطة الترميد، يتطلب التخزين لفترات أطول مرافق تبريد لمنع نمو بعض مسببات الأمراض وتطور الروائح.
- ٧- يجب التحقق من كفاءة الاحتراق حيث إنها يجب أن لا تقل عن ٩٧٪ خلال حرق نفايات الرعاية الصحية.
- ٨- يجب إدخال نفايات الرعاية الصحية إلى الفرن فقط عندما تتحقق الظروف الاحتراق العادية وليس أبداً أثناء بدء التشغيل أو إنهاء عملية الاحتراق.
- ٩- ينبغي تصميم العملية بحيث يتم منع تلوث الرماد أو مياه الصرف الصحي بنفايات الرعاية الصحية.

خيارات الترميد التي تلبي الحد الأدنى من المتطلبات

Incineration Options that Meet Minimum Requirements

إذا لم يتوفر الترميد بالتحلل الحراري، عندئذ يمكن حرق نفايات الرعاية الصحية في جهاز ترميد ثابت المنصب ووحيد الحجرة. يقوم هذا النوع من المحارق بمعالجة النفايات على دفعات بينما تتم عمليات التحميل وإزالة الرماد يدوياً. يتم بدء الاحتراق بإضافة الوقود وينبغي أن تستمر عملية الاحتراق بعد ذلك من دون مساعدة. عادة ما تشمل الانبعاثات الغازية لمثل هذا النوع من المحارق على غازات حمضية مثل ثاني أكسيد الكبريت وكلوريد الهيدروجين وفلوريد الهيدروجين والدخان الأسود والرماد المتطاير (جسيمات) وأول أكسيد الكربون وأكسيد النيتروجين ومعادن ثقيلة والكيماويات العضوية المتطايرة. للحد من هذه الانبعاثات ينبغي تشغيل المحرقة بشكل سليم وصيانتها بعناية كما يجب استبعاد مصادر التلوث من النفايات الواجب حرقها كلما كان ذلك ممكناً. أما المحرقة ذات البرميل فهي أبسط شكل لجهاز الترميد مفرد الحجرة. ينبغي أن لا يُستخدم إلا كملاذ أخير حيث إنه من الصعب حرق النفايات بشكل كامل دون توليد الدخان الذي يمكن أن يكون ضاراً. يُعتبر هذا الخيار مناسباً فقط في الحالات الطارئة خلال تفشي الأمراض المعدية الحادة ويجب أن يُستخدم فقط للنفايات المعدية. ينبغي تصميم المحرقة ذات البرميل بحيث تسمح بدخول كمية كافية من الهواء كما تُعتبر إضافة كميات كافية من الوقود ضرورية من أجل الحفاظ على درجة حرارة مرتفعة. ينبغي استخدام برميل فولاذي بسعة ٢١٠ لترات بعد إزالة طرفيه مما يسمح بحرق كيس نفايات واحدة فقط في كل عملية. ينبغي من أجل تشغيل المحرقة ذات البرميل إضرام النار أولاً على الأرض تحت البرميل. ينبغي إدخال كيس واحد من النفايات فقط في البرميل. يُساعد ربط الكيس على عصا بسلك على تجنب الحروق. يُضاف الخشب إلى النار حتى احتراق النفايات بشكل كامل. يجب بعد انتهاء الحرق تجميع كلاً من رماد النار والنفايات ودفنها بشكل آمن داخل محيط منشأة الرعاية الصحية. قد تصل كفاءة هذا النوع من المحارق من ٨٠٪ إلى ٩٠٪ ومن ثم فإنها تؤدي إلى تدمير ٩٩٪ من الكائنات الحية الدقيقة وخفض كبير في حجم ووزن النفايات. ومع ذلك فقد يتبقى العديد من المواد الكيميائية والمخلفات الصيدلانية إذا لم تتجاوز درجات حرارة ٢٠٠ درجة مئوية. بالإضافة إلى ذلك، تتسبب العملية بانبعاثات ضخمة من الدخان الأسود والرماد المتطاير إضافة إلى احتمال انبعاث الغازات السامة.

التخلص من النفايات في مكبات النفايات الأرضية Land Disposal

إذا افترقت سلطة البلدية أو السلطة الطبية إلى الوسائل اللازمة لمعالجة النفايات قبل التخلص منها، عندئذ يمكن اعتبار أن استخدام مكب النفايات سبيلاً مقبولاً للتخلص من هذه النفايات. إن السماح بتجميع نفايات الرعاية الصحية في المستشفيات أو أي مكان آخر يشكل خطر احتمال انتقال العدوى أكبر بكثير من خطر التخلص الحذر منها في مكب نفايات البلدية وحتى لو كان المكب ليس مصمماً وفقاً للمعيار المستخدم في البلدان ذات الدخل

المرتفع. قد تكون الاعتراضات الرئيسية للتخلص من نفايات الرعاية الصحية الخطرة في مكبات النفايات (وبالأخص النفايات غير المعالجة) ثقافية أو دينية أو على أساس المخاطر المتصورة لانطلاق مسببات الأمراض في الهواء والماء أو خطر الوصول إليها من قبل عمال النظافة.

الدفن الآمن ضمن حدود المستشفى Safe Burial in Hospital Premises

في مؤسسات الرعاية الصحية التي تستخدم برامج الحد الأدنى لإدارة نفايات الرعاية الصحية ولاسيما في المناطق النائية أو في المخيمات المؤقتة للاجئين أو في المناطق التي تعاني من صعوبات استثنائية، فقد يكون الدفن الآمن للنفايات ضمن حدود المستشفى الخيار الوحيد المتاح في ذلك الوقت. ومع ذلك ينبغي على إدارة المستشفى وضع بعض القواعد الأساسية:

- ١- يجب أن يكون الوصول إلى موقع التخلص من النفايات مُقتصراً على الأفراد المصرح لهم فقط.
- ٢- ينبغي أن يكون موقع الدفن مُبطناً بمادة منخفضة النفاذية (مثل الطين) إن وجدت وذلك لمنع أي تلوث للمياه الجوفية الضحلة التي قد تصل في وقت لاحق إلى الآبار القريبة.

تجميع مياه الصرف الصحي والتخلص منها

Collection and Disposal of Wastewater

خصائص مخاطر مياه الصرف الصحي من منشآت الرعاية الصحية

Characteristics and Hazards of Wastewater from Health Care Establishments

تُعتبر مياه الصرف الصحي من مؤسسات الرعاية الصحية ذات نوعية مماثلة لمياه الصرف الصحي للمناطق الحضرية ولكنها قد تحتوي أيضاً على مكونات مختلفة قد تكون خطرة كما هو مبين فيما يلي.

الكائنات الميكروبيولوجية المسببة للأمراض Microbiological Pathogens

إن المجال الرئيسي للقلق من مياه الصرف الصحي هو احتوائها على نسبة عالية من مسببات الأمراض المعوية بما في ذلك البكتيريا والفيروسات والديدان التي تنتقل بسهولة من خلال المياه. تُنتج مياه الصرف الصحي الملوثة في الأجنحة التي تُعالج المرضى الذين يعانون من الأمراض المعوية وهي تُعتبر مشكلة كبيرة خلال تفشي مرض الإسهال.

المواد الكيميائية الخطرة Hazardous Chemicals

يتم تصريف كميات صغيرة من المواد الكيميائية من عمليات التنظيف والتطهير بصورة منتظمة في المجاري.

المستحضرات الصيدلانية Pharmaceuticals

يتم تصريف كميات صغيرة من المواد الصيدلانية في المجاري من صيدليات المستشفيات ومن مختلف الأقسام.

النظائر المشعة Radioactive Isotopes

يتم تصريف كميات صغيرة من النظائر المشعة في المجاري من قِبَل أقسام علم الأورام ولكنها ينبغي ألا تشكل أي خطر على الصحة.

المخاطر ذات الصلة Related Hazards

يتفشى وباء الكوليرا دورياً في بعض البلدان النامية والبلدان التي تشهد نمواً صناعياً. لا يتم دائماً توصيل شبكات الصرف الصحي لمنشآت الرعاية الصحية التي تُعالج مرضى الكوليرا إلى محطات فعالة لمعالجة مياه الصرف الصحي، وفي بعض الأحيان لا يكون هناك حتى وجود لشبكات الصرف الصحي للبلدية. على الرغم من أن الصلات بين انتشار الكوليرا والتخلص غير المأمون من مياه الصرف الصحي لم تُدرس أو توثق بشكل كافٍ ولكنها كانت متوقعة بقوة أثناء التفشي الأخير في إفريقيا (مثل جمهورية الكونغو الديمقراطية ورواندا) وخلال وباء الكوليرا في أمريكا الجنوبية في عامي ١٩٩١ و ١٩٩٢. لا تتوفر إلا القليل من المعلومات بشأن انتقال الأمراض الأخرى عن طريق مياه الصرف الصحي لمؤسسات الرعاية الصحية خلال جمع مياه الصرف الصحي لهذه المؤسسات والتخلص منها.

عادة ما يكون معدل استخدام المياه في البلدان المتقدمة عالياً مما يؤدي إلى تخفيف الصرف الصحي لدرجة كبيرة كما تتم معالجة النفايات السائلة في محطات المعالجة التابعة للبلديات حيث لا يتوقع أية مخاطر صحية كبيرة حتى من دون أي معالجة محددة لهذه المخلفات السائلة. ينبغي فقط جمع فضلات المرضى بشكل منفصل وتطهيرها في الحالة المستبعدة لتفشي أمراض الإسهال الحاد. في البلدان النامية حيث لا يمكن أن يكون هناك أي اتصال مع شبكات الصرف الصحي التابعة للبلديات فإن تصريف مياه الصرف الصحي غير المعالجة بشكل كافٍ في البيئة سوف يؤدي إلى مخاطر صحية كبيرة حتماً.

قد تؤدي الآثار السمية لأي ملوثات كيميائية موجودة في مياه الصرف الصحي على البكتيريا الفعالة في عملية تنقية مياه الصرف الصحي إلى مخاطر إضافية.

إدارة مياه الصرف الصحي Wastewater Management

إن المبدأ الأساسي الذي تقوم عليه الإدارة الفعالة لمياه الصرف الصحي هو وجود حد صارم على تصريف السوائل الخطرة في المجاري.

التوصيل مع منشأة معالجة مياه الصرف الصحي التابعة للبلدية

Connection to a Municipal Sewage Treatment Plant

في البلدان التي لا تواجه أوبئة الأمراض المعوية التي لا تتوطن فيها أمراض ديدان الأمعاء فإنه من المقبول تصريف مياه الصرف الصحي من مؤسسات الرعاية الصحية في مجاري البلدية دون معالجة أولية إذا تم استيفاء المتطلبات التالية:

- توصيل مجاري البلدية إلى محطات لمعالجة مياه الصرف الصحي تعمل بكفاءة بحيث تضمن إزالة ما لا يقل عن ٩٥٪ من البكتيريا.
- تعريض الوحل الناتج عن معالجة مياه الصرف الصحي إلى الهضم اللاهوائي الذي لا يترك أكثر من بيضة واحدة الديدان في اللتر الواحد في الوحل المهضوم.
- محافظة نظام إدارة نفايات مؤسسات الرعاية الصحية على معايير عالية تضمن عدم وجود كميات كبيرة من المواد الكيميائية السامة والمواد الصيدلانية والنويدات المشعة والأدوية السامة للخلايا والمضادات الحيوية في تصريف مياه الصرف الصحي.
- يمكن تجميع الفضلات من المرضى الذين يعالجون بالأدوية السامة للخلايا بشكل منفصل ومعالجة هذه النفايات بشكل ملائم (كما هو الحال بالنسبة إلى النفايات السامة للخلايا).
- إذا لم يكن بالإمكان تلبية هذه الاحتياجات فينبغي إدارة معالجة مياه الصرف الصحي على النحو الموصى به أدناه في الفقرة المتعلقة بمعالجة (أو المعالجة الأولية) مياه الصرف الصحي في الموقع.
- يمكن في ظل الظروف العادية اعتبار المعالجة البكتريولوجية الثانوية المعتادة لمياه الصرف الصحي والمطبقة بشكل جيد (والمتممة بالهضم اللاهوائي للوحل) كافية. كما يوصى أثناء تفشي الأمراض المعوية أو خلال الفترات الحرجة (عادة خلال فصل الصيف بسبب الطقس الحار وخلال فصل الخريف بسبب انخفاض تدفق مياه الأنهار) بتطهير النفايات السائلة بثاني أكسيد الكلور (ClO_2) أو بأي عملية فعالة أخرى. إذا تم تصريف المخلفات السائلة النهائية في المياه الساحلية القريبة من مواطن المحار فسوف يكون من المطلوب تطهير النفايات السائلة على مدار العام.
- عندما يُعاد استخدام النفايات السائلة النهائية أو الحمأة من محطات معالجة مياه الصرف الصحي لأغراض الزراعة أو تربية الأحياء المائية، ينبغي احترام توصيات السلامة الواردة في المبادئ التوجيهية لمنظمة الصحة العالمية ذات الصلة. (انظر القسم التالي).

المعالجة أو المعالجة الأولية لمياه الصرف الصحي في الموقع

OnSite Treatment or Pretreatment of Wastewater

- إن لدى العديد من المستشفيات (وبخاصة تلك التي لا تتصل مع أية محطة من محطات المعالجة التابعة البلديات) محطات معالجة مياه الصرف الصحي خاصة بها.
- ينبغي أن تشمل المعالجة الفعالة في الموقع لمياه مجاري المستشفى على العمليات التالية:
- المعالجة الأولية.
 - تنقية بيولوجية ثانوية. تستقر معظم الديدان في الوحل الناتج عن التنقية الثانوية جنباً إلى جنب مع ٩٠٪ - ٩٥٪ من البكتيريا ونسبة كبيرة من الفيروسات، ومن ثم فإن النفايات السائلة الثانوية ستكون خالية تقريباً من الديدان ولكنها سوف تشمل تركيزات معدنية من البكتيريا والفيروسات.

- المعالجة الثالثة. ربما تحتوي النفايات السائلة الثانوية على ما لا يقل عن ٢٠ ميلي غرام/لتر من المواد العضوية العالقة وهو ما يُعتبر تركيز عالٍ جداً بالنسبة إلى التطهير الفعال بالكلور. ولذلك فإنه ينبغي أن تخضع لمعالجة ثالثة مثل بحيرة تجمع، وإذا لم تتوفر المساحة لإنشاء البحيرة فيمكن الاستعاضة عنها بالفترة الرملية السريعة لإنتاج نفايات سائلة ثالثة بمحتوى مُخفض جداً من المواد العضوية العالقة (أقل من ١٠ ميلي غرام/لتر).
 - التطهير بالكلور. لتحقيق تركيزات مُسببات الأمراض مماثلة لتلك التي توجد في المياه الطبيعية فإن النفايات السائلة الثالثة تخضع للتطهير بالكلور إلى نقطة انهيار مسببات الأمراض. يمكن أن يتم ذلك بثاني أكسيد الكلور (وهو أكثر فعالية) أو هيبوكلوريت الصوديوم أو غاز الكلور.
 - التطهير بضوء الأشعة فوق البنفسجية. يُعتبر تطهير النفايات السائلة ذو أهمية خاصة عند تصريفها في المياه الساحلية القريبة من مواطن المحار وخصوصاً إذا ما كان السكان المحليين معتادين على تناول المحار النيئ.
- يتطلب الوحل الناتج من محطة معالجة مياه الصرف إلى الهضم اللاهوائي لضمان الإزالة الحرارية لمعظم مسببات الأمراض. أو يمكن تجفيفه في أسرة تجفيف طبيعية ومن ثم حرقه مع نفايات الرعاية الصحية المعدية الصلبة. تؤدي معالجة مياه الصرف الصحي في موقع المستشفى إلى إنتاج وحل يحتوي على تركيزات عالية من الديدان وغيرها من مسببات الأمراض.
- وفقاً للمبادئ التوجيهية ذات الصلة لمنظمة الصحة العالمية، ينبغي ألا تحتوي مياه الصرف الصحي المعالجة على أكثر من بيضة ديدان واحدة في اللتر الواحد وأكثر من ١٠٠٠ من القولونيات البرازية لكل ١٠٠ ميلي لتر إذا كانت هذه المياه سوف تُستخدم للري غير المقيد. من الضروري أن لا يحتوي الوحل المعالج على أكثر من بيضة ديدان واحدة في الكيلوغرام الواحد وعلى أكثر من ١٠٠٠ من القولونيات البرازية في كل ١٠٠ غرام. ينبغي أن يوضع الوحل في حُفَر الحقول ومن ثم يُغطى بالتربة (WHO، ١٩٩٧).
- الخيارات المتاحة للمؤسسات التي تطبق برامج الحد الأدنى لإدارة النفايات

Options for Establishments that Apply Minimal Waste Management Programs

بناء بحيرة لتجميع مياه الصرف الصحي Lagooning

بالنسبة إلى أي منطقة أو أي مؤسسة رعاية صحية مفردة لا تستطيع توفير محطات لمعالجة مياه الصرف الصحي، فإن نظام البحيرة هو شرط الحد الأدنى لمعالجة مياه الصرف الصحي. ينبغي أن يشمل النظام على اثنين من البحيرات المتعاقبة لتحقيق مستوى مقبول من التنقية لمياه الصرف الصحي للمستشفى.

قد يعقب نظام البحيرات تسلسل للنفايات السائلة إلى الأراضي وذلك بالاستفادة من قدرات التصفية للتربة. لا يوجد حل آمن للتخلص من مياه الصرف الصحي من المستشفى الذي لا يستطيع تحمل محطة معالجة مجاري مُدمجة.

الحد الأدنى من متطلبات السلامة Minimal Safety Requirements

يجب على مؤسسات الرعاية الصحية التي تطبق برامج الحد الأدنى ولكنها غير قادرة على تحمل أي معالجة لمياه الصرف الصحي أن تُفقد التدابير التالية للتقليل من المخاطر الصحية:

- ينبغي عزل مرضى الأمراض المعوية في أجنحة خاصة يمكن فيها جمع فضلات المرضى في دلاء من أجل التطهير بالمواد الكيميائية ، ولهذا الإجراء أهمية قصوى في حالة تفشي وباء الكوليرا على سبيل المثال حيث يكون هناك حاجة إلى مطهرات قوية.
- لا ينبغي تصريف أي مواد كيميائية أو صيدلانية في المجاري.
- ينبغي تجفيف الوحل المتجمع بحفر الصرف الصحي للمستشفى على أسرة تجفيف طبيعية ومن ثم تطهيرها كيميائياً (مثل استخدام هيوكلوريت الصوديوم أو غاز الكلور أو يُفضل ثاني أكسيد الكلور).
- يجب عدم استخدام مياه الصرف الصحي من مؤسسات الرعاية الصحية للأغراض الزراعية أو لأغراض تربية الأحياء المائية على الإطلاق.
- لا ينبغي تصريف مياه الصرف الصحي من المستشفى في المسطحات المائية الطبيعية التي تُستخدم في ري محاصيل الفاكهة أو الخضار أو لإنتاج المياه الصالحة للشرب أو للأغراض الترفيهية.
- يمكن لمؤسسات الرعاية الصحية الريفية صغيرة الحجم والتي تطبق برامج الحد الأدنى لإدارة النفايات أن تُصرف مياه الصرف الصحي في البيئة.
- يُعتبر الترشيح الطبيعي لمياه الصرف الصحي من خلال التربة المسامية أحد الحلول المقبولة ولكن يجب ألا يتم إلا خارج مناطق تجمع المياه الجوفية المُستخدمة لإنتاج المياه الصالحة للشرب أو لإمداد المياه إلى منشأة الرعاية الصحية.

الصرف الصحي Sanitation

لا يمكن للمرضى في العديد من مؤسسات الرعاية الصحية في البلدان النامية الوصول إلى مرافق الصرف الصحي. عادة ما يتم التخلص من فضلات المرضى في البيئة الأمر الذي يُنشئ خطر عدوى عالياً مباشراً أو غير مباشر للأشخاص الآخرين. إن الفضلات البشرية هي الوسيلة الرئيسية لانتقال وانتشار نطاق واسع من الأمراض المعدية، كما يُتوقع أن تحتوي فضلات مرضى المستشفيات على تركيزات أعلى بكثير من مسببات الأمراض وبذلك تكون مُعدية أكثر بكثير من فضلات سكان المنازل. يؤكد ذلك على الأهمية القصوى لتوفير سبل الوصول إلى مرافق الصرف الصحي الملائمة في كل مؤسسة رعاية صحية وضرورة التعامل مع هذه المسألة بعناية خاصة. لا بد من قطع طريق انتقال العدوى البرازي-الفموي والطرق الأخرى مثل ثقب الجلد للوقاية من العدوى المستمرة وإعادة عدوى السكان.

مكافحة ناقلات الأمراض والجراثيم

Vector Control

تُعتبر النظافة أهمية أساسية في بيئة المستشفى. ينبغي أن لا تقتصر أهميتها على مفاهيم التنظيف والتطهير والتعقيم. ينبغي أن تصل النظافة إلى مفاهيم أوسع مثل ترشيد قمامة المستشفى والاهتمامات الخاصة. على سبيل المثال، يجب ضمان أن يتم تناول الأطعمة في بيئة المستشفى فقط في غرف ومقاهي وحانات الوجبات الخفيفة في المستشفى. كما يُعتبر تطبيق برامج التعليم المستمر والتعليم في الخدمة مهم للغاية. يجب أن تصل هذه البرامج إلى الموظفين والمرضى والزوار. يُخصص هذا الجزء من الفصل لمهنيي الرعاية الصحية المكلفين بالتعرف على ناقلات الأمراض في بيئة المستشفى وتقييمها ومكافحتها.

القوارض Rodents

تُعتبر الجرذان والفئران من القوارض الأكثر ضرراً. إن الأنواع الأكثر شيوعاً للقوارض هي الفأر (*Mus musculus*) والفأر المحلي (*Rattus rattus*) وجرذ المجاري (*Rattus norvegicus*). تعيش جميع هذه الأنواع بالقرب من الإنسان في المنازل والحظائر والأحواض والسفن وودائع القمامة. فهي معروفة بأنها من حوامل الأمراض الطفيلية المعوية والبراغيث. فهي مسئولة بشكل خاص عن انتقال الطاعون الدبلي (*bubonic plague*) وداء البريميات (*Leptospira sp*) وحمى هارفيهيل (*Streptobacillus moniliformes*). كما أنها لا تزال تنقل حمى السودوكو (*Spirillum minus*) التي تتميز بقرحة مُتصلبة حول نقطة اللدغة وحمى متكررة وطفح جلدي.

سوف تُساعد معرفة بعض خصائص هذه القوارض (كما هو وارد أدناه) في التعرف عليها:

- ضعف بصرها وبذلك تتحرك في اتصال مع الجدران وتترك علامات من أوساخ أجسادها.
- لديها شعور ممتاز بالرائحة لذلك فهي لا تعود إلى الأماكن التي ماتت فيها الفئران الأخرى.
- إنها تبرز في مكان أكلها وبالتالي يمكن تحديد أنواعها من أبعاد برازها.

يمكن تقييم مقدار القوارض الموجودة في مكان معين من خلال الأضرار التي تسببها. يمكن للمتخصصين الأكفاء في الصرف الصحي ومكافحة الآفات قياس مقدار القوارض بشكل أفضل. ينتهي التقييم بتحديد موقع العش.

تتحقق مكافحة خلال المرحلة الحرجة (العدوى بالطفيليات) باستخدام سم الفئران في شكل الطعام. يعمل هذا السم عادة عن طريق منع تخثر الدم مما يؤدي إلى وفاة الفئران من النزيف بعد أيام من ابتلاعها للطعم. ينبغي توزيع الطعام على مقربة من الجدران. يمكن وضع أسس المكافحة بعد انتهاء المرحلة الحرجة وذلك بالمحافظة على النظافة وتناول الطعام في الأماكن المناسبة في المستشفى وتحسين نوعية المجاري.

الحشرات Insects

تُعتبر الحشرات مجموعة الحيوانات المهيمنة في الأرض (Borror، ١٩٦٤). أنها تفوق في عددها جميع الحيوانات الأرضية الأخرى ويمكن رؤيتها في كل مكان. تُعتبر العديد من الحشرات قيمة للغاية للإنسان لاسيما في تلقيح المحاصيل. كما أنها تنتج العسل والشمع والحرير وغيرها من المنتجات ذات القيمة التجارية. لقد كانت الحشرات مفيدة أيضاً في مجال البحوث الطبية والعلمية. ومع ذلك، فإن بعض الحشرات ضارة للبشرية والحيوانات بما يتعلق بالمحاصيل الزراعية وتخزين المنتجات وصحة الإنسان والحيوان. لقد وجدت الحشرات على الأرض منذ أكثر من ٣٠٠ مليون سنة. كما أنها تتكيف مع أنماط متعددة للحياة. يملك العديد منها تنظيمًا اجتماعيًا وقدرة عالية على التكاثُر ويمكن لكل جيل أن يعيش من أيام إلى سنوات.

الصراصير Cockroaches

تنتمي الصراصير إلى فصيلة مستقيمات الأجنحة (Orthoptera) ورتيبة Blattellidae. إن للصراصير شكلاً بيضياً ومسطحاً. إنها من القارتات (أكلة كل شيء) ولها عادات محلية. الأنواع الأكثر شيوعاً لها هي الصرصار الأمريكي والـ Blatella الألمانية. لا تُعرف الصراصير بأنها ناقلات لنوع محدد من الأمراض. ولكنها تتغذى على مجموعة كبيرة ومتنوعة من المنتجات وتلوث المؤن. لديها رائحة كريهة وكثيراً ما تُصبح آفات خطيرة.

البراغيث Fleas

تنتمي البراغيث إلى نظام البرغوثيات (Siphonaptera). إنها حشرات تتغذى على الدم وليس لها أجنحة. إن لدغات بعض أنواع البراغيث مُهيج للغاية. يكون بعضها ناقلاً للأمراض بينما يكون بعضها الآخر مُضيفاً وسيطاً لبعض الشريطيات. تخترق بعض أنواعها جلد الحيوانات والإنسان.

إن جسم البرغوث مُسطح على الجوانب كما أن لبعض البراغيث عيون. ليس للبراغيث مُضيفاً محدداً ويمكن أن تتغذى على حيوانات متعددة. يمكنها أن تعيش لمدة تصل إلى سنة واحدة كما يمكن أن تعيش لعدة أسابيع دون تغذية. إنها تضع بيضها في الأرض أو في عش المضيف.

تنقل البراغيث إلى الإنسان ثلاثة أوبئة: الدبلي والالتهاب الرئوي والإنتان الدموي. إن أهم الأمراض المنقولة عن طريق البراغيث هو الطاعون الدبلي وهو مرض معدٍ تسببه عصية الباستوريلة الطاعونية (Bacillus pasteurilla). وهو مرض يصيب القوارض وينتقل بين القوارض عن طريق البراغيث.

هناك ثلاث طرق معروفة لانتقال العدوى: قذف العصيات خلال لدغة من قبل البراغيث المصابة والكشط على الجلد وابتلاع البراغيث المصابة.

القمل Lice

ينتمي القمل إلى نظام الناموسيات. إنها طفيليات تتغذى على الدم. هناك نوعين من القمل الذي يُصيب الإنسان: قمل الرأس (*Pediculus humanus capitis*) وقمل الجسم (*Pediculus humanus corporis*). يختلف طول القمل البالغ من ٢,٥ إلى ٣,٥ ميلي متر. تضع قملة الرأس بيوضها في شعر الرأس أما قملة الجسم فتضع بيوضها في فواصل الملابس. تستمر دورة تكاثرها نحو شهر واحد وتتغذى بشكل متكرر وتستمر الوجة لعدة دقائق. ينتقل قمل الرأس من شخص إلى آخر عن طريق الاستخدام العارض للأمشاط وفراشي الشعر والقبعات. بينما ينتقل قمل الجسم عن طريق الملابس الشخصية أو الأسرة، كما يمكنها الرحيل أثناء الليل من مكان إلى آخر. إنها ناقل هام لأمراض الإنسان مع كون وباء حمى التيفوئيد من أهم الأمراض. فهو كثيراً ما يبلغ أبعاداً وبائية خطيرة ويمكن أن يؤدي إلى معدل وفيات يصل إلى ٧٠٪. أما المرض الآخر المهم فهو الحمى المتكررة وهي تنتقل عندما تُعصر القملة المُصابة على الجلد. أما البراز واللدغ فهما غير مُعديين. كما شاع مرض "آخر باسم" حمى الخنادق" خلال الحرب العالمية الأولى.

الذباب والذباب الأسود Flies and Black Flies

ينتمي الذباب والذباب الأسود إلى فصيلة ذات الوريقتين (*Dipterous*). وهي تُشكل أكبر فصائل الحشرات وتوجد بكميات وفيرة بشكلٍ إفرادي. تأسست أنواعها تقريباً في كل مكان. إن معظم حشرات فصيلة الـ *Dipterous* هي حشرات صغيرة نسبياً مع أجسام طرية كما أن لبعضها أهمية اقتصادية كبيرة. إن نوع ذباب الإسطبلات الأسود وغيره هو من نوع بالع الدم وتُشكل آفات شديدة للإنسان والحيوان.

إن الكثير من الحشرات ذات الوريقتين البالغة للدم والرّمَام (*saprophagous*) مثل الذباب المحلي والذباب الذي يضع بيضه على اللحم هي ناقلات هامة للأمراض. تنتقل وتنتشر الكائنات الحية التي تسبب مرض الملاريا والحمى الصفراء وداء الفيلاريات ومرض النوم وحمى التيفوئيد والزحار عن طريق الحشرات ذات الوريقتين. مرض النوم هو مرض قاتل ويُصيب حالياً ما يصل إلى نصف مليون شخص في جنوب الصحراء الكبرى بإفريقيا في حين يقدر أن نحو ٦٠ مليون شخص معرضون لخطر الإصابة بالمرض في ٣٦ بلداً.

المكافحة Control

يمكن أن تكون مكافحة الحشرات أولاً من خلال ممارسات النظافة الجيدة في بيئة المستشفى. يمكن الحصول على نتائج إيجابية من خلال استخدام الشبك الناعم في نوافذ المطابخ أو الأماكن التي يمكن لهذه الحشرات أن تحصل فيها على الغذاء. تُطبق المبيدات بشكلٍ دوري في الأماكن المفتوحة والأماكن المظلمة والألواح (أماكن الاختباء المعتادة). تؤثر المنتجات الكيميائية الفعالة (*piretroide*) على غشاء الخلية العصبية مما تسبب اختلال التوازن الكيميائي في تركيزات الصوديوم والبوتاسيوم.

ينبغي إنشاء فريق متخصص لمكافحة ناقلات الأمراض في بيئة المستشفى. يُعزز تعاون جميع إدارات وأقسام المستشفى نجاح برنامج مكافحة. ينبغي أن ينتمي هذا الفريق إلى السلطات الصحية المحلية. إذا تم استخدام شركات خارجية فينبغي أن تكون متخصصة ومسجلة في مجالات تخصصها.

تشمل مخاطر استخدام المبيدات بدون معايير مناسبة على الكفاءة المنخفضة وتسمم الإنسان وزيادة مقاومة الحشرات. تتطلب مكافحة الفعالة لناقلات المرض في بيئة المستشفى معرفة بمواطن الناقلات وعاداتها الغذائية ودورة تكاثرها وعوامل أخرى يمكن أن تكون بمثابة نقاط ضعف لهذه الناقلات.

وأخيراً، يجب أن تكون الإستراتيجية الأساسية للتدخل من معالجة أماكن التكاثر وطرده الحشرات ومنع عودتها إلى هذه الأماكن لمنع إعادة استعمارها.

الهندسة الإكلينيكية والتجهيزات الطبية

Clinical Engineering and Medical Equipment

تُعتبر مكافحة العدوى المرتبطة بالتجهيزات الطبية مهمة بالنسبة إلى الممرضات والأطباء والمهندسين الإكلينكيين. يهتم الكادر التمريضي والأطباء بالصحة المهنية بينما يهتم المهندسون الإكلينيكيون بتقييم الأجهزة وعمليات التعقيم. فيما يلي وصف للعديد من الأجهزة الطبية وعلاقتها بمكافحة العدوى:

أجهزة التنفس الاصطناعي Ventilators

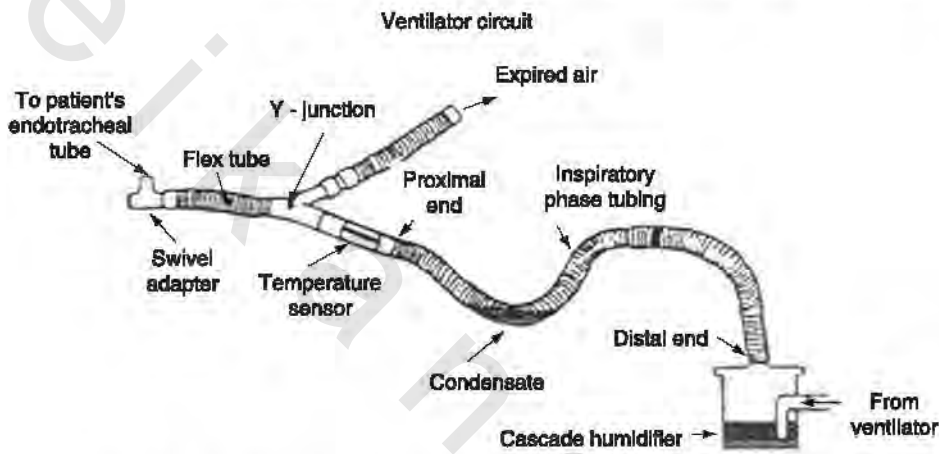
تقوم أجهزة التنفس الاصطناعي بتهوية المرضى الذين لا يستطيعون التنفس من تلقاء أنفسهم بسبب الأمراض والإصابة والتشوّهات الخلقية. تتصل أجهزة التنفس الاصطناعي مع المرضى عن طريق أجهزة مثل دوائر التنفس وأنابيب داخل الرغامى (endotracheal tubes). تشمل المشاكل المرتبطة بأجهزة التنفس الاصطناعي على الجروح الناجمة خلال تنبيب المريض أو الضغط المفرط في الرئتين أو تلف أو عدم ضبط الصمامات أو التلوث المتصالب أو العدوى. عادة ما تُصنّع دوائر التنفس من المواد البلاستيكية وتُعقّم بأكسيد الإيثيلين أو المعقمات السائلة. يوفر معظم المصنعين الدوليين دوائر تنفس مصنوعة من مواد يمكن تعقيمها بالبخار. ينبغي عند شراء دوائر التنفس أخذ المواد المُصنّعة منها بعين الاعتبار من أجل تقليل تكاليف عملية التعقيم الإضافية.

أجهزة الترطيب الساخنة Heated Humidifiers

يتم تحقيق الرطوبة ودرجة الحرارة الملائمتين لخليط غاز الشهيق إلى رئتي مريض باستخدام جهاز الترطيب الساخن في دائرة تنفس المريض. يقوم كل من الفم والأنف والبلعوم في التنفس الطبيعي بترطيب الهواء المستنشق وتسخينه كما تقوم هذه الأعضاء بالاحتفاظ بالحرارة والأبخرة أثناء الزفير. عندما يكون المريض خاضعاً لفتح القصبة الهوائية أو يكون مستخدماً للتنبيب داخل الرغامى فإن عملية الترطيب الطبيعي هذه لا تحدث. تُساعد

أجهزة الترطيب الساخنة على تخفيف حدة الجفاف كما توفر الراحة لأغشية الجهاز التنفسي وتمنع فقدان حرارة الجسم.

من المشاكل الأكثر شيوعاً والمتعلقة بهذه التكنولوجيا: فرط التميّه (hyperhydration) والجفاف (dehydration) وانخفاض حرارة الجسم وارتفاع حرارة الجسم والآفات الحرارية في الأغشية المخاطية وذوبان دوائر التنفس والعدوى. تُعتبر العدوى مصدر قلق لجميع أجهزة الترطيب وعادة ما تكون نتيجة للتعامل غير السليم مع دوائر التنفس إضافة إلى التنظيف والتعقيم غير الكافيين (انظر الشكل رقم ١١٤،٤).



الشكل رقم (١١٤،٤). توضيح لدارة التنفس المستخدمة في جهاز التنفس الاصطناعي ومكوناتها.

وحدات الجراحة الكهربائية Electrosurgical Units

يستخدم الجراحون وحدات الجراحة الكهربائية (ESUs) أثناء العمليات الجراحية لقطع وتخثير الأنسجة. تولد الـ ESUs تيار كهربائياً عالي التردد في نهاية الإلكترود الفعال. تقوم هذه التيارات بقطع وتخثير الأنسجة. من مزايا هذه التكنولوجيا عن المشرط التقليدي هي القطع والتخثير بنفس الوقت وسهولة الاستخدام في العديد من الإجراءات (بما في ذلك إجراءات المناظير الجراحية).

من أكثر المشاكل شيوعاً هي الحروق والحرائق والصدمات الكهربائية. عادة ما يحدث هذا النوع من الحرق تحت إلكترود جهاز تخطيط كهربائية القلب وتحت أرضي الـ ESUs (والمعروف أيضاً بإلكترود العودة أو إلكترود التبدد) أو في أجزاء مختلفة من الجسم التي قد تكون على اتصال مع مسار العودة لتيار الـ ESU (مثل الأذرع والصدر والساقين). تحدث الحرائق عندما تتصل السوائل القابلة للاشتعال مع الشرارات القادمة من الـ ESUs في وجود مؤكسد. عادة ما تبدأ هذه الحوادث بتطوير عملية معدية في مكان الحرق. يمكن لذلك أن يجلب عواقب وخيمة على المريض وعادة ما يزيد من بقاء المريض في المستشفى.

ماصات المفرزات Aspirators

تُستخدم ماصات المفرزات لشفط مواد مثل الدم والأنسجة والدهون. ينبغي على إجراءات صيانة ماصات المفرزات أخذ المخاطر البيولوجية بعين الاعتبار. يجب على الكادر التمريضي وقسم الهندسة وضع خطة لضمان خلو هذه التجهيزات من الكائنات الدقيقة المسببة للأمراض عند تسليمها إلى الصيانة. يمكن لماصات المفرزات المحمول أن تلوث البيئة لأنها يمكن أن تطرح مواد جسيمية.

حاضنات الرضع Infant Incubators

إن حاضنة الرضع هي عبارة عن جو مُغلق يتم فيه التحكم بدرجة الحرارة والرطوبة وتركيز الأوكسجين. لا يتم عادة ضبط قيمة الرطوبة النسبية إذ إن هذه القيمة في داخل الحاضنة تعتمد على قيم الرطوبة الموجودة في الجو خارج الحاضنة. يمكن لأجهزة الترطيب التي تكون مُدمجة مع الحاضنات أن تأوي الكائنات المُمرضة. ينبغي على قسم الهندسة الإكلينيكية أن يعمل مع كادر التمريض لضمان تنظيف وتعقيم حضانات الأطفال بشكلٍ روتيني وكذلك تغيير مرشحات الهواء ضمن فترات مناسبة.

تجهيزات التخدير Anesthesia Equipment

تمت مناقشة آلات التخدير بالتفصيل في الفصل ٩٠. يمكن لتلوث أي جزء من دائرة التنفس بما في ذلك التوصيلات وقناع الوجه وكيس التخزين أن ينشر عدوى المستشفيات. تشمل الأمراض المتعلقة بهذه التجهيزات على التهابات المسلك العلوي للجهاز التنفسي والرتئين. توصي مراكز مراقبة الأمراض والوقاية منها (CDC) باستخدام التطهير عالي المستوى لدوائر التنفس التي يعاد استخدامها وذلك بعد كل استخدام لمنع تعرضها للتلوث المتصالب. لقد تم التوصل إلى اتفاق شامل بشأن استحسان استخدام مرشحات التلوث الجرثومي لمنع التلوث بين المرضى.

المُرذذات Nebulizers

تُقدّم المُرذذات رذاذ الدواء إلى المرضى. يُعتبر العلاج بالمُرذذات فعالاً بشكلٍ خاص في علاج التليف الكيسي وانتفاخ الرئة والتهاب الشعب الهوائية والربو الحاد والتي تحدث فيها إفرازات لزجة. يقوم الرذاذ بتشتيت هذه الإفرازات وتحفيز السعال وإخراج البلغم وتخفيف احتقان الجهاز التنفسي. إن المُرذذات الأكثر استخداماً هي المُرذذات التي تعمل بالهواء المضغوط والمُرذذات التي تعمل بالموجات فوق الصوتية حيث إنها تُنتج الرذاذ القادر على حمل الدواء بفعالية إلى الرتئين.

يحتاج مرضى السُل إلى رعاية خاصة. وباعتبار أن المعالجة بالرذاذ تحث على السعال فإنها قد تُزيد أيضاً من احتمال انتقال مرض السُل M. يجب على العاملين في مجال الرعاية الصحية أن يكونوا حذرين لمنع انتقال السُل M.

حيث يعمل أو يُعالَج الأشخاص المصابين بنقص المناعة (مثل الأشخاص المصابين بفيروس الـ HIV) وخاصة إذا تم تنفيذ إجراءات مُحفزة للسعال (مثل حث البلغم والعلاجات برذاذ البنتاميدين).

يُحمل السل M بواسطة جزيئات محمولة بالهواء أو بنوى القطيرات التي يمكن أن تتولد عندما يقوم الأشخاص المصابين بمرض السل في الرئتين أو الحنجرة بالعطاس أو السعال أو الكلام أو الغناء. يبلغ قطر هذه الجزيئات حوالي ١ مم ويمكن لتيارات الهواء العادية أن تحتفظ بها في الجو لفترات طويلة وإن تنشرها في جميع أنحاء الغرفة أو المبنى. تحدث العدوى عندما يستنشق الشخص المعرض أنوية قطيرة تحتوي على السل M وتجتاز هذه الأنوية ممرات الأنف أو الفم والجهاز التنفسي العلوي والقصبات الهوائية لتصل إلى الحويصلات الهوائية في الرئتين. ما إن تبلغ الحويصلات الهوائية حتى تؤخذ هذه الكائنات الحية من قِبَل البلاعم السنخية وتنتشر في أنحاء الجسم. تقوم عادة الاستجابة المناعية في غضون أسبوعين إلى عشرة أسابيع بعد الإصابة الأولية بالسل M بالحد من أي تضاعف إضافي وأي انتشار لعصيات السل، ولكن تظل بعض العصيات كامنة وتستمر على قيد الحياة لسنوات عديدة.

وحدات ديلزة الدم (غسيل الكلى) Hemodialysis Units

تُحافظ الكلى على سوائل الجسم والتوازن الحمضي/القاعدي حتى مع تغير النشاط الإستقلابي والظروف الخارجية. تُستخدم وحدات ديلزة الدم لعلاج المرضى الذين يعانون من خطر في وظيفة الكلى وما ينتج عنه من احتفاظ بالمياه والمستقلبات. تُزيل ديلزة الدم الأيونات والأملاح العضوية من الدم. تُعتبر العدوى من المضاعفات الأكثر شيوعاً وأكبر أسباب الوفيات المرضية المرتبطة باستخدام وحدات ديلزة الدم. لقد تم الكشف عن وجود مستضد التهاب الكبد باء (HBsAg) في عدة مواقع في مراكز ديلزة الدم بما في ذلك أزرار التحكم وحدات ديلزة الدم. ومن ثم ينبغي تطبيق تدابير وإجراءات صارمة للحد من مخاطر العدوى. تشمل التدابير اللازمة للحد من هذه المخاطر على التطهير والتعقيم والنظافة والتنظيف والصيانة وإزالة المخلفات واحتياطات العزل والاحتياطات الشاملة. يجب اختبار المياه المستخدمة في ديلزة الدم دورياً لضمان كفاءة معالجة المياه. أما بالنسبة إلى المراكز التي تستخدم تجهيزات التناضح العكسي فيجب عليها بالإضافة إلى أداء إجراءات الصيانة الوقائية أن تحتبر كفاءة أنظمتها على الأقل مرة في السنة. انظر الفصل ١١٥ لمزيد من المعلومات حول معالجة المياه في ديلزة الدم.

هندسة المستشفيات ومنشآت المستشفيات

Hospital Engineering and Hospital Installations

على الرغم من أن بعض المستشفيات لديها مهندسين مستشفيات، فإن العديد من المستشفيات لا توظف في كثير من الأحيان مهندسين إكلينكيين لرعاية أنظمة البنية التحتية مثل الفاكيوم الطبي والهواء المضغوط والغسيل والتدفئة والتهوية وتكييف الهواء.

الفاكيوم الطبي Medical Vacuum

يُستخدم الفاكيوم الطبي لشفط الإفرازات والسوائل من الجسم البشري خلال العملية الجراحية أو الإجراءات الطبية والتمريضية الأخرى. يولد الفاكيوم المركزي ضغطاً سلبياً في شبكة الأنابيب كافياً لشفط الإفرازات من الجسم البشري. تحتفظ زجاجات الشفط بأثقل الجسيمات المشفوفة. أما الجسيمات الأصغر والأخف التي هي في شكل رذاذ فيتم شفطها في شبكة أنابيب نظام الفاكيوم وقد تصل إلى الهواء الجوي الخارجي. تُخفض المرشحات المثبتة على التجهيزات والأنظمة التي تتصل إلى نظام الفاكيوم الطبي من احتمال تلوث الهواء. انظر الفصل ١١٠ للحصول على معلومات إضافية عن الفاكيوم الطبي.

ينبغي معاينة وخدمة نظام الفاكيوم على النحو التالي:

- تحليل الهواء: اختبارات لتحديد مستوى تلوث الهواء القادم من شبكة الأنابيب. يوصى باختبارات مختبرات البكتريولوجيا.
- تحليل الملوثات في الخزان: ينبغي أن يتوفر في خزان الفاكيوم فتحة من أجل الوصول السهل. تسمح هذه الفتحة بتفتيش وتنظيف وتطهير الهيكل الميكانيكي الداخلي للخزان فضلاً عن جمع العينات من أجل التحاليل الجرثومية.
- ينبغي تضمين الإسهاب في نظام شبكة الأنابيب كلما كان ذلك ممكناً بحيث لا يكون هناك أي داع لتوقيف عمل النظام. يمكن تحقيق ذلك من خلال استخدام خزائين مترابطين بمواسير وصمامات متوضعة بشكل خاص.
- تحليل مياه الختم (الإحكام): تحتاج بعض نماذج المضخات من أجل عملها إلى كمية معينة من المياه. تلامس هذه المياه سوائل جسم الإنسان في شكل رذاذ قادم من شبكة الأنابيب. ينبغي عدم إعادة استخدام هذه المياه ما لم تتلقى المعالجة المناسبة.

ينبغي عدم توضع أنظمة الفاكيوم نهائياً بالقرب من أنظمة الـ HVAC أو ضواغط الهواء الطبي خوفاً من أن تصبح هذه الأنظمة ملوثة بالعوامل المعدية الصادرة عن نظام الفاكيوم.

الهواء المضغوط الطبي Medical Compressed Air

يُستخدم الهواء المضغوط الطبي بشكل رئيسي لتوفير الهواء النقي مباشرة للمرضى أو لأنظمة الهواء المضغوط الموجودة في الأجهزة الطبية مثل أجهزة التنفس الاصطناعي وتجهيزات التخدير والاستنشاق. يجب أن يكون هذا الهواء خالي من الكائنات الدقيقة المسببة للأمراض والملوثات الأخرى (انظر الفصل ١١٠).

يجب أن يكون الهواء المقدم جافاً لأن المياه يمكن أن تلحق الضرر بالدوائر التي تعمل بالهواء المضغوط. يجب توفر الهواء الجاف من أجل الأداء السليم لأجهزة الترطيب للمرضى.

يجب أن توجد الضواغط في المكان الذي يكون فيه هواء الدخول ذا نوعية عالية. سوف يقلل ذلك من مخاطر تلوث شبكة الأنابيب وتكاليف ترشيح الهواء المتولد في عملية الضغط. يوصى بالمستويات القصوى التالية للملوثات (بغض النظر عن مصدر توليد الهواء): ١٩٪ إلى ٢٣٪ للأوكسجين، خمسة أجزاء في المليون لأول أكسيد الكربون، و ٥٠٠ جزء في المليون لثاني أكسيد الكربون، ٥ جزء في المليون لأكسيد النيتروز، و ١ ميلي غرام/متر مكعب للزيت والجزئيات الأخرى. تُقدم أقسام الهندسة الإكلينيكية المشورة لفرق الصيانة بخصوص متطلبات الصيانة الخاصة بأنظمة الهواء المضغوط الطبي.

تجهيزات الغسيل Laundry Equipment

لضمان تنظيف وتطهير الملابس والبياضات بشكل كافٍ يجب أن يتوفر لقسم الغسيل بخار يعمل بشكل سليم وأنظمة توليد مياه ساخنة. يمكن لتفاوت درجة الحرارة وضغط البخار أن يقلل من فعالية بعض المنتجات أو مواد التطهير الكيميائية. ينبغي على قسم الهندسة الإكلينيكية الاتصال بالشركة المصنعة لمنتجات التنظيف والتطهير المستخدمة في الغسيل لتحقيق أفضل درجة حرارة وضغط للبخار وأفضل درجة حرارة للمياه الساخنة. ينبغي تقييم أنظمة التهوية والعدم لأنظمة الغسيل بشكل دوري. ينبغي توجيه العادم إلى المناطق الملوثة كما يجب أن يتم دخول الهواء من المناطق النظيفة.

التدفئة والتهوية وتكييف الهواء Heating, Ventilation, and Air Conditioning

غالباً ما تُستخدم أنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء (HVAC) في المستشفيات على الأقل في غرف العمليات ووحدة العناية المركزة وغيرها من المناطق التي يتلقى فيها المرضى الرعاية. (انظر الفصل ١٠٨ لمناقشة الـ HVAC).

ينبغي أن تكون الهندسة الإكلينيكية معنية بضمان ضبط جميع متغيرات تكييف الهواء ولاسيما نقاء الهواء. في الأنظمة التي تستخدم أبراج التبريد وخزانات المياه لترطيب الهواء، فإنه من الضروري التحقق من الجودة الميكروبيولوجية للمياه المخزنة في هذه الخزانات لأنها يمكن أن تؤوي الكائنات الدقيقة المسببة للأمراض. ينبغي تقييم نقاء الهواء من خلال مراقبة جسيمات الهواء كل ستة أشهر. يجب فهم أن الحياة المفيدة للمرشح تتأثر بنوعية الهواء الخارجي. يمكن تحديد فعالية مرشحات الهواء عن طريق قياس الضغط التفاضلي عبر المرشحات.

استنتاج

Conclusion

تتنوع أنشطة الهندسة الإكلينيكية في مكافحة العدوى. ينبغي على المهندسين الإكلينيكين أن ينظروا إلى هذا الفصل على أنه مقدمة للمساهمة التي يمكن أن يقدموها في هذا المجال كما أن عليهم أن يدركوا أن بإمكانهم إنجاز الكثير. يُناسب علم وخبرة المهندسين الإكلينيكين موضوع تعاون هؤلاء المهندسين مع غيرهم من مهنيي الرعاية

الصحية في تخطيط المشاريع والأنشطة التدريبية ومشاريع البناء واقتناء التجهيزات والأنظمة والعمل على مكافحة انتشار العدوى.

شرح المصطلحات

Glossary

Adherence: (الالتزام) - سلوك المرضى عندما يتبعون جميع جوانب النظام كما هو موصوف من قبل مُزود الرعاية الطبية. كما يشير أيضاً إلى سلوك العاملين في مجال الرعاية الصحية وأرباب العمل عندما يتبعون جميع المبادئ التوجيهية المتعلقة بمكافحة العدوى.

Aeration: (التهوية) - أسلوب يسمح لغاز أكسيد الإيثيلين الذي تم امتصاصه بأن يتبدد من المواد التي تم تعقيمها باستخدام دوران الهواء الدافئ في حجرة مغلقة مصممة خصيصاً.

Aerosol: (الرذاذ) - نوى قطيرات تُطرد من قبل شخص مُصاب (على سبيل المثال، عن طريق السعال أو العطس) يمكن لهذه النوى أن تبقى معلقة في الهواء وأن تنقل مرض السل M إلى أشخاص آخرين.

The American Institute of Architects (AIA): (المعهد الأمريكي للمهندسين المعماريين) - هيئة مهنية تضع معايير للتهوية للمباني.

Air changes: (تغييرات الهواء) - نسبة حجم الهواء الذي يتدفق خلال فراغ معين في فترة زمنية معينة (أي معدل تدفق الهواء) إلى حجم ذلك الفراغ (أي حجم الغرفة)، عادة ما يُعبر عن هذه النسبة بعدد مرات تغيير الهواء في الساعة الواحدة ("ACH" air change per hour).

Air mixing: (مزج الهواء) - مدى مزج الهواء المُغذى إلى الغرفة مع الهواء الموجود بالفعل في الغرفة ويعبر عنه عادة بعامل المزج. يتفاوت هذا العامل من ١ (المزج الكمال) إلى ١٠ (المزج السيئ) ويُستخدم كعامل ضرب لتحديد تدفق الهواء الفعلي المطلوب (أي أن نتيجة ضرب الـ ACH الموصى بها بعامل المزج تساوي الـ ACH الفعلية المطلوبة).

Alveoli: (الحويصلات الهوائية) - حويصلات هوائية صغيرة في الرئتين تكمن في نهاية القصبات الهوائية وهي تُمثل المكان الذي يتم فيه استبدال ثاني أكسيد الكربون الموجود في الدم بأكسجين الرئتين وهي أيضاً المكان الذي تبدأ فيه عادة عدوى السل.

Anteroom: (حجرة الانتظار) - غرفة صغيرة تؤدي من الممر إلى غرفة العزل. يمكن لهذه الغرفة أن تكون بمثابة قفل هوائي لمنع هروب الملوثات من غرفة العزل إلى الممر.

Area : (المنطقة) - وحدة هيكلية (مثل أحد أجنحة المستشفى أو المختبر) أو وحدة وظيفية (مثل خدمة الطب الداخلي) يقوم فيها العاملون في مجال الرعاية الصحية بتوفير الخدمات ومشاركة الهواء مع مجموعة محددة من المرضى أو بالعمل مع العينات الإكلينيكية التي قد تحتوي على كائنات السل M القابلة للنمو. تعتمد مخاطر التعرض لمرض السل M في منطقة معينة على مدى انتشار مرض السل في مجموعة الأشخاص الذين تتم خدمتهم وخصائص البيئة.

Asepsis : عدم وجود الكائنات المعدية.

ASHRAE : (الجمعية الأمريكية لمهندسي التدفئة والتبريد وتكييف الهواء) - هيئة مهنية تضع معايير للتهوية للمباني.

Asymptomatic : (بدون أعراض) أو عدم وجود أعراض لمرض ما.

Bioburden (N₀) : عدد الكائنات الحية الدقيقة التي سيتم قبولها من قبل أن تبدأ عملية التكوين. إنها المجموعة الأولية للجراثيم التي يجب أن تُخفض.

Biological indicator : (المؤشر البيولوجي) - جهاز مراقبة عملية التعقيم يتم إعداده تجارياً مع مجموعة معروفة من الجراثيم المقاومة جداً من أجل اختبار فعالية أسلوب التعقيم. يُستخدم المؤشر لإثبات ملائمة الظروف اللازمة لتحقيق التعقيم خلال الدورة التي يجري مراقبتها.

Bronchoscopy : (تنظير القصبات) - إجراء لفحص المسلك التنفسي ويتطلب إدخال أداة (منظار القصبات) إلى القصبة الهوائية عن طريق الفم أو الأنف. يمكن استخدام هذا الإجراء للحصول على عينات تشخيصية.

Cavity : (تجويف) - ثقب في الرئة ينتج عن تدمير الأنسجة الرئوية بسبب السل الرئوي أو غيره من الالتهابات أو الحالات الرئوية. عادة ما يُشار إلى مرضى السل الذين لديهم تجاويف في الرئتين بـ "مرض التجويف" وغالباً ما يكون هؤلاء المرضى مُسببين للعدوى أكثر من مرضى السل بدون تجويف.

Chemotherapy : (العلاج الكيميائي) - علاج من العدوى أو المرض بالعقاقير عن طريق الفم أو الحقن.

Contact : (الاتصال) - الشخص الذي يشارك نفس الهواء مع الشخص المصاب بالسل المعدي لفترة كافية تسمح بالانتقال المحتمل للمتفطرة السلية (السل M).

Culture : (الزرع) - عملية زرع ونمو البكتيريا في المختبر بهدف التعرف على الكائنات الحية.

Chemical indicator : (المؤشر الكيميائي) - جهاز مراقبة لعملية التعقيم (مثل الأوراق المُعالَجة كيميائياً أو الكريات المختومة في أنبوب من الزجاج أو الشريط الحساس للضغط) ويُستخدم لمراقبة بارامترات معينة لعملية التعقيم عن طريق خصائص تغير اللون.

Cleaning : (التنظيف) - العملية (المعروف أيضا باسم "التعطيل منخفض المستوى") التي يقوم فيها المبيد البيولوجي بتعطيل البكتيريا النابتة والفيروسات المغلفة بالشحوم والفطريات.

Commissioning (الوضع في الخدمة) - الحصول على الأدلة (وتوثيقها) التي تثبت بأن الجهاز قد تم تقديمه وتركيبه وفقاً لمواصفاته وأنه يعمل ضمن الحدود المحددة مسبقاً وأن تشغيله يتم وفقاً لتعليمات التشغيل.

Concurrent disinfection : (التطهير المتزامن) - يتم بعد طرد المواد المعدية من جسم المريض إلى منطقة ما أو جهاز ما.

Contamination : (التلوث) - انتقال المواد المعدية إلى عضو أو مادة ما (ليس هناك عملية عدوى في هذه المرحلة).

Control (risks) : (ضبط المخاطر) - اعتماد قياسات تقنية أو إدارية أو وقائية أو تصحيحية متعددة الأشكال تتجه نحو القضاء أو للتقليل من مخاطر الموجودة في مكان العمل.

Critical devices : (الأجهزة الحرجة) - الأجهزة التي تحمل قدراً كبيراً من خطر العدوى المرتبط باستخدامها لأنها تدخل مباشرة في الأنسجة البشرية. وتشمل الأمثلة على الإبر والقسطرات والمزدراعات. يجب تعقيم هذه الأجهزة لحماية المريض من التلوث. يجب تعقيم الأجهزة المستخدمة في تقديم الرعاية للمرضى المسبيين للعدوى قبل استخدامها على مرضى آخرين.

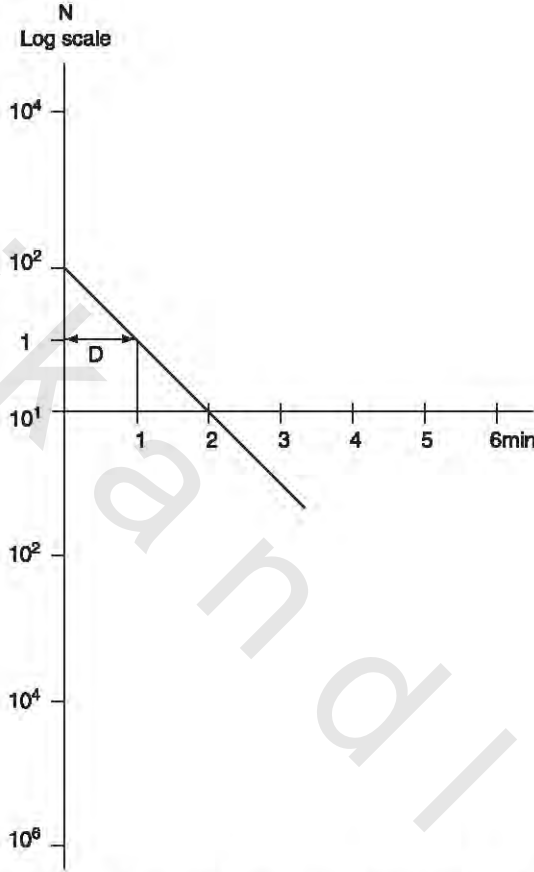
Disinfection : (التطهير) - إنه تعطيل متوسط المستوى يقوم فيه المبيد البيولوجي بتعطيل جميع الكائنات الحية ما عدا الجراثيم الأكثر مقاومة. يُعتبر كل من البخار والمياه الساخنة من المواد المستخدمة الأكثر شيوعاً وكفاءة في بيئة الرعاية الصحية.

Droplet nuclei : (نوى القطرات) - جسيمات ميكروسكوبية (أي بقطر من ١ - ٥ ميكرومترات) تنتج عندما يقوم الشخص بالسعال أو العطاس أو الصراخ أو الغناء. يمكن للقطرات التي يُنتجها المريض الذي يعاني من مرض السل المعدي أن تحمل عصيات السل ويمكن أن تبقى معلقة في الهواء لفترات زمنية طويلة ويمكن أن تُحمل على تيارات الهواء العادي في الغرفة.

Drug resistance, acquired : (المقاومة المكتسبة للعقاقير) - مقاومة لدواء واحد أو أكثر من الأدوية المضادة للسل وتطور في الوقت الذي يتلقى فيه المريض العلاج وعادة ما تنتج من عدم التزام المريض بالعلاج أو بسبب وصفة علاجية لنظام غير كفؤ من قِبل مزود الرعاية الصحية.

Drug resistance, primary : (المقاومة الأولية للعقاقير) - مقاومة لدواء واحد أو أكثر من الأدوية المضادة للسل والموجودة قبل أن تبدأ معالجة المريض بالدواء أو الأدوية. تحدث المقاومة الأولية في الأشخاص المعرضين لسلالة مقاومة لعقاقير مرض السل M والمصابين بها.

D-Value : (القيمة D) - الزمن المطلوب لتخفيض عدد المجموعات الميكروبية برقم عشري واحد أو وحدة لوغاريتمية واحدة. إنها تمثل مقاومة الكائنات الحية الدقيقة للحرارة (انظر الشكل رقم ١١٤,٥).



الشكل رقم (١١٤,٥). منحنى معدل الوفيات الميكروبي: القيمة D.

Endemy : (مرض متوطن) - حالات اعتيادية لعامل مُعد أو مرض في منطقة مُحددة. إنه يمكن أن يعني الانتشار المعتاد لمرض مُحدد في هذه المنطقة.

Endotoxins : (ذيفان داخلي) - مجمعات جزيئية شديدة من الغشاء الخارجي لخلية جراثيم سلبية الغرام.

Evaluation of risks : (تقييم المخاطر) - التحديد الكمي لحجم المخاطر والتحقق منها بما يتوافق مع تقنية معينة (مثل حساب أو قياس معدل تغير الهواء في بيئة ما ومقارنته مع المعايير).

Event-related sterility : عمر التخزين استناداً إلى نوعية مواد التعبئة والتغليف وظروف التخزين أثناء النقل ومقدار التعامل مع المادة.

Exposure: (التعرض) - حالة التعرض لشيء ما (مثل المواد المعدية) التي يمكن أن يكون لها تأثير ضار. ليس من الضروري للشخص الذي يتعرض للسُّل M أن يصاب بالسُّل (انظر تعريف "transmission").

F₀-Value: (القيمة F₀) - فتك دورة التعقيم بدلالة الزمن المكافئ في الدقيقة عند درجة حرارة ١٢١ درجة مئوية بالإشارة إلى الكائنات المجهرية التي لها Z-value تساوي عشر درجات مئوية.

Fixed room air HEPA recirculation systems: (وحدات HIPA ثابتة لإعادة تدوير هواء الغرفة) - الأجهزة أو الأنظمة غير المتنقلة والتي تعمل على إزالة الملوثات المحمولة بالهواء عن طريق إعادة تدوير الهواء عن طريق فلترا HIPA. قد تكون هذه الأجهزة مبنية داخل الغرفة ومتصلة بشكل دائم إلى مجاري الهواء أو أنها قد تكون مثبتة على الحائط أو السقف داخل الغرفة. في أي من الحالتين فإنها ثابتة في مكانها ولا تُنقل بسهولة.

Fomites: (المناديل) - اللباضات والكتب والأطباق أو غيرها من الأشياء المستعملة من قبل المريض أو التي لمسها المريض. لا تشارك هذه الأشياء في نقل السُّل M.

Gastric aspirate: (شفط المعدة) - إجراء يُستخدم في بعض الأحيان للحصول على عينة من أجل الزرع عندما لا يستطيع المريض سعال كمية كافية من البلغم. يُدخل الأنبوب عن طريق الفم أو الأنف إلى المعدة لاسترداد البلغم الذي سُعل في الحلق ثم تم ابتلاعه. يُعتبر هذا الإجراء مفيداً بشكل خاص لتشخيص المرض لدى الأطفال الذين غالباً ما يكونون غير قادرين على سعال البلغم.

"HEPA" high efficiency particulate air filter: (مُرشح جزيئات الهواء عالي الكفاءة) - مُرشح متخصص قادر على إزالة ٩٩,٩٧٪ من الجزيئات ذات القطر ٠,٣ ميكرومتر ويمكن أن يُساعد في الحد من انتقال السُّل M. يمكن استخدام هذه المرشحات في أنظمة التهوية لإزالة الجسيمات من الهواء أو في أجهزة التنفس الشخصية لترشيح الهواء قبل أن يتم استنشاقه من قبل الشخص الذي يستخدم جهاز التنفس. يتطلب استخدام فلاتر HIPA في أنظمة التهوية خبرة في التركيب والصيانة.

Human immunodeficiency virus (HIV) infection: (العدوى بفيروس نقص المناعة البشرية "الأيدز") - العدوى بالفيروس الذي يسبب متلازمة نقص المناعة المكتسب (الأيدز). إن العدوى بال HIV هي أهم عامل خطر لتطور عدوى مرض السُّل الكامن إلى مرض السُّل النشط.

Immunosuppression: (كبت المناعة) - الحالة التي لا يعمل فيها الجهاز المناعي بشكل طبيعي (مثل كبت المناعة الخلوية الشديدة الناتجة عن الإصابة بفيروس نقص المناعة البشرية أو المعالجة الكابتة للمناعة). إن الأشخاص ذوي المناعة المكبوتة هم في خطر متزايد للإصابة بالسُّل النشط بعد الإصابة بعدوى السُّل M. لا تتوفر بيانات بشأن ما إذا كان هؤلاء الأشخاص معرضون أيضاً لخطر متزايد للعدوى بالسُّل M بعد تعرضهم لهذا الكائن.

Infection: (العدوى) - الحالة التي تدخل فيها الكائنات الحية القادرة على التسبب في المرض (مثل السل M) إلى الجسم وتستثير رد فعل من الدفاعات المناعية للمضيف. قد تؤدي أو لا تؤدي عدوى السل إلى مرض إكلينيكي. ينبغي في حال اختراق ونمو أو تكاثر الجراثيم المعدية في جسم الإنسان أو الحيوان حدوث ردود فعل مناعية.

Infectious: (مُعدي) - قدرة على نقل العدوى. عندما يسعل أو يعطس الأشخاص الذين لديهم مرض سل رئوي (أو سل الخنجر) نشط سريرياً فإن بإمكانهم طرد قطيرات تحتوي على السل M في الهواء. ربما يكون الأشخاص الذين تكون نتيجة فحص القشع لديهم إيجابية لـ AFB مُعديين.

Infectious agent: (مادة مُعدية) - كائن قادر على التسبب في العدوى أو الأمراض المعدية.

Lethality: (الفتك) - توصيف لأداء دورة التعقيم من قِبَل بارامتر يُعرف باسم "القيمة Fo".

Master plan for validation: (الخطة الرئيسية للتحقق) - خطة تتألف من (١) مقدمة، (٢) تعاريف ومصطلحات، (٣) التنظيم والمسؤولية، (٤) الجدول الزمني، (٥) الأشياء التي سوف يتم التحقق أو عدم التحقق منها، (٦) نوع التحقق، (٧) متطلبات التوثيق، (٨) متطلبات التعليم، (٩) الموافقة على الخطة.

Multidrug resistant tuberculosis (MDR-TB): (السل المقاوم للعقاقير المتعددة) - السل النشط الذي تُسببه الكائنات السل M المقاومة لأكثر من دواء واحد لمكافحة السل. وهو غالباً ما يُشير في الممارسة العملية إلى الكائنات الحية المقاومة لكل من INH وريفامبين مع أو من دون مقاومة إلى غيرها من الأدوية. (انظر تعريف "drug resistance, acquired" و "drug resistance, primary").

Negative pressure: (الضغط السلبي) - الفرق النسبي في ضغط الهواء بين منطقتين في منشأة الرعاية الصحية. تكون الغرفة بضغط سلبي إذا كان ضغط الهواء فيها أقل من ضغط الهواء في المناطق المتاخمة لها مما يمنع تدفق الهواء من الغرفة إلى المناطق المجاورة.

Nosocomial: (العدوى المكتسبة في المستشفيات) - وهو حدث (عادة ما يكون عدوى) يُكتسب في أحد المستشفيات و/أو نتيجة للرعاية الطبية.

Non-critical device: (الجهاز غير الحرج) - الأجهزة التي تأتي على اتصال مع الأغشية المخاطية والقروح الجلدية وليس بالضرورة أن تخترق السطوح. لا يُعتبر تعقيم هذه الأجهزة واجباً على الرغم من أنه أمر مرغوب فيه لأن هذه الأجهزة (مثل أنبوب داخل الرغامى وتجهيزات التنفس والمنظار المهبلي) يمكن أن تصبح حرجة خلال الإجراءات.

Operational qualification: (كفاءة التشغيل) - الأنشطة الموضوعة لضبط حدود العملية وبارامترات البرمجيات ومواصفات المواد الخام وإجراءات تشغيل هذه العملية وتغير ضوابط العملية والمعايرة (مثل الضغط ودرجة الحرارة والزمن).

Pathogenesis: (المرضية) - العملية الباثولوجية أو الفيزيولوجية أو البيوكيميائية العملية التي تُطوّر المرض من خلالها.

Pathogenicity: (الإمراضية) - نوعية إحداث أو القدرة على إحداث تغيرات مرضية أو مرضٍ ما. تكون بعض المتفطرات غير السلية مسببة للأمراض (على سبيل المثال، متفطرة *kansasii*) بينما يكون بعضها الآخر غير مسبب للأمراض (على سبيل المثال، متفطرة *phlei*).

Portable room air HEPA recirculation units: (وحدات HIPA محمولة لإعادة تدوير هواء الغرفة) - أجهزة قائمة بذاتها محمولة تعمل على إزالة الملوثات المحمولة جواً عن طريق إعادة تدوير الهواء عن طريق فلتر HIPA.

Performance qualification: (كفاءة الأداء) - الحصول على الدليل وتوثيقه بأن وضع الجهاز في الخدمة سوف يُعطي منتجاً مقبولاً عندما يتم تشغيله وفقاً لتعليمات التشغيل.

Pyrogens: (مولّدات الحمى) - الأجسام أو المواد الأجنبية في الجسم التي تسبب زيادة في درجة حرارة الجسم.

Qualification: (الكفاءة) - وضع دليل موثق عن طريقة الاختبار المناسبة للتأكد من أن المنتج النهائي الذي تم إنتاجه وفقاً لعملية (أو عمليات) محددة يُحقق جميع متطلبات النشر بما يخص السلامة والأداء الوظيفي.

Qualification of the installation: (كفاءة التثبيت) - عملية الضبط التي ينبغي أن تشمل على: (١) خصائص مشروع التجهيزات، (٢) حالة المنشآت (مثل الهواء أو الماء أو البخار أو الكهرباء)، (٣) المعايرة والصيانة الوقائية والتنظيف، (٤) خصائص السلامة، (٥) وثائق البرنامج، (٦) قائمة بقطع الغيار، (٧) الظروف البيئية.

Radiography: (التصوير الشعاعي) - أسلوب لإظهار الجهاز التنفسي عن طريق استخدام الإشعاع لنقل صورة الجهاز التنفسي إلى الفيلم. يتم التصوير الشعاعي للمصدر لمرض الجهاز التنفسي للشخص الذي يجري تقييمه لمرض السل الرئوي. قد يدل الشذوذ (مثل آفات أو تجاويف الرئتين وتضخم الغدد الليمفاوية) على وجود السل.

Recirculation: (إعادة التدوير) - التهوية التي يتم فيها إرجاع معظم أو كل الهواء الذي استنفد من منطقة ما إلى نفس المنطقة أو إلى مناطق أخرى في المنشأة.

Recognition (risks): (التعرف على المخاطر) - تحديد وتوصيف ومعرفة المواد الخطرة التي تؤثر على المرضى والعاملين في مجال الرعاية الصحية.

Resistance: (المقاومة) - قدرة بعض السلالات من البكتيريا (بما في ذلك السل M) على النمو والتكاثر في وجود أنواع معينة من الأدوية التي عادة تقتلها. يُشار إلى مثل هذه السلالات بـ "السلالات المقاومة للأدوية".

Room air HEPA recirculation systems and units: (وحدات وأنظمة HIPA لإعادة تدوير هواء الغرفة) - الأجهزة (سواء كانت ثابتة أو متحركة) التي تُزيل الملوثات المحمولة جواً بإعادة تدوير الهواء عن طريق فلتر HIPA.

Saturated steam : (البخار المشبع) - البخار الذي تكون درجة حرارته نفس درجة حرارة الماء الذي نشأ منه.

Specimen : (العينة) - أي سائل أو إفراز أو أنسجة من الجسم أرسلت إلى المختبر لأخذ المسحات وإجراء الزرع من أجل السل M (مثل البلغم والبول والسائل الشوكي والمواد التي يتم الحصول عليها بالخزعة).

Sputum : (البلغم) - البلغم الذي يتم سعاله من عمق الرئتين. إذا كان المريض يعاني من مرض رئوي فيمكن لفحص لطاخة وزرع البلغم أن تكون مفيدة في تقييم الكائنات المستولة عن المرض. ينبغي عدم الخلط بين البلغم واللعاب أو إفرازات الأنف.

Sputum induction : (تحريض البلغم) - طريقة للحصول على البلغم من المريض الذي لا يتمكن من السعال الذاتي للعينة. يستنشق المريض رذاذ المياه المالحة مما يحفز على السعال من عمق الرئتين.

Sterilization : (التعقيم) - غياب الكائنات الدقيقة القابلة للحياة أو غياب الكائنات الحية. يقتل التعقيم جميع الكائنات الحية القابلة للحياة بما فيها الجراثيم.

Superheated Steam : (البخار المحمّص) - البخار الذي تكون درجة حرارته أعلى من درجة الحرارة التي تولد فيها. **Semi-critical device** : (الجهاز شبه الحرج) - الأجهزة التي لا تدخل في جسم المريض ولكنها تتصل مع الجلد. تترافق عدوى المستشفيات منخفضة المخاطر مع استخدام مثل هذه الأجهزة مثل مقاييس الحرارة وأواني الطعام وطاولات الأشعة السينية. ومن ثم، يمكن تحقيق مستوى متوسط أو منخفض من التطهير (اعتماداً على المادة ودرجة التلوث) عن طريق الغسيل بالماء والصابون.

Sterilization : (التعقيم) - مستوى عالٍ من التعطيل يتم فيه قتل الجراثيم البكتيرية والجراثيم الصامدة للحمض والبكتيريا الأخرى اللاتبوغية والفطريات والفيروسات المغلفة بالدهون.

Surgical site infection : (عدوى موقع الجراحة) - العدوى المتعلقة بطبقات الجسم التي تم إجراء القطع فيها.

TB infection : (عدوى السل) - الحالة التي توجد فيها عصيات السل الحية في الجسم إلا أن المرض غير نشط إكلينيكيًا. عادة ما يكون للأشخاص المصابون تفاعل توبركولين إيجابي ولكن ليس لديهم أعراض متعلقة بالعدوى كما أنهم غير مُعدين. إلا أن الأشخاص المصابين يبقون معرضون لخطر تطوير المرض مدى الحياة ما لم يتم إعطاؤهم العلاج الوقائي اللازم.

Transmission : (النقل) - انتشار المادة المعدية من شخص إلى آخر. يرتبط احتمال انتقال المرض ارتباطاً مباشراً بمدة وشدة التعرض للسل M (انظر تعريف "exposure").

Treatment failures : (فشل العلاج) - مرض السل في المرضى الذين لا يستجيبون للعلاج الكيميائي، ولدى المرضى الذين اشتد مرضهم بعد أن تحسن في البداية.

Tuberculosis (TB): (السل) - مرض نشط إكلينيكيًا مصحوب بأعراض وينجم عن كائن في مركب السل M (عادة ما يكون السل M أو بشكل نادر M Bovis أو M. africanum).

Terminal disinfection: (التطهير الختامي) - تطهير الملابس وأشياء الاستخدام الشخصي والأجهزة الطبية والبيئة المباشرة التي استخدمها الأشخاص المصابون وذلك بعد الوفاة أو تعليق ممارسات العزل.

Ultraviolet germicidal irradiation (UVGI): (إبادة الجراثيم بالأشعة فوق البنفسجية) - استخدام الأشعة فوق البنفسجية لقتل أو تعطيل الكائنات الحية الدقيقة.

Ultraviolet germicidal irradiation (UVGI) lamps: (مصابيح إبادة الجراثيم بالأشعة فوق البنفسجية) - المصابيح التي تقتل أو تعطل الكائنات الدقيقة وذلك بإصدار أشعة فوق بنفسجية تُبِيد الجراثيم (طول موجة ٢٥٤ نانومتراً وهي موجات الضوء الوسيطة بين الضوء المرئي وأشعة أكس). يمكن تركيب مصابيح UVGI على السقف أو الحائط أو ضمن مجاري الهواء لأنظمة التهوية.

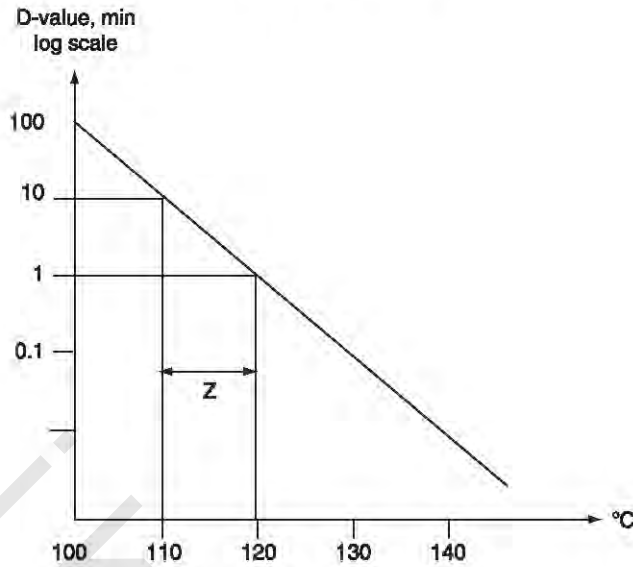
Validation: (التحقق) - إجراء موثق للحصول على البيانات المطلوبة وتسجيلها وتفسيرها لإظهار أن العملية سوف تتوافق باستمرار مع المواصفات المحددة سلفاً (التهيئة). يُعتبر التحقق بالنسبة إلى أغلب حالات التعقيم بالحرارة برنامجاً كاملاً يتألف من الوضع بالخدمة وكفاءة الأداء، إنه وسيلة للبرهنة (وفقاً لمبادئ ممارسات التصنيع الجيدة) بأن أي إجراء أو عملية أو جهاز أو مادة أو نشاط أو نظام يؤدي فعلاً إلى النتيجة المتوقعة. يُستخدم التحقق عندما يكون جهاز التعقيم جديداً أو عندما يكون هناك منتج أو حمل جديد أو بعد تغييرات في الجهاز أو بعد إصلاحه.

Ventilation, dilution: (تهوية التخفيف) - تقنية ضبط هندسية لتخفيف وإزالة الملوثات المحمولة جواً عن طريق تدفق الهواء داخل وخارج منطقة ما. تتم إزالة الهواء الذي يحتوي على نوى القطيرات ويُستعاض عنه بهواء خال من الملوثات. إذا كان التدفق كافياً فإن نوى القطيرات تصبح مشتتة مما يُخفف تركيزها في الهواء.

Ventilation, local exhaust: (التهوية ذات العادم الموضعي) - التهوية التي تستخدم لالتقاط وإزالة الملوثات المحمولة جواً إما بواسطة تضمين المصدر الملوث (أي المريض) أو عن طريق وضع مدخنة عادم على مقربة من المصدر الملوث.

Virulence: (القوة أو الخبث) - مدى إمراضية الكائنات الحية الدقيقة كما يتبين من شدة المرض الناتج وقدرتها على غزو أنسجة المضيف (يُعتبر السل M كائناً خبيثاً).

Z-value: (القيمة Z) - تُعرّف هذه القيمة (انظر الشكل رقم ١١٤,٦) بأنها عدد التغيرات في درجة الحرارة إلى تغيير القيمة D بعامل عشرة (١٠) أو وحدة لوغاريتمية واحدة.



الشكل رقم (٦، ١١٤). القيمة Z.

المراجع

References

- Borror JD. An Introduction to the Study of Insects. New York, Holt, Rinehart and Wiston, 1964.
- CIIT (Chemical Industry Institute of Toxicology). Final Report on a Chronic Inhalation Toxicology Study in Rats and Mice Exposed to Formaldehyde, CIIT docket 10922. Columbus, OH, Battelle Columbus Laboratory, 1981.
- Dyro JF, Tai S. Evaluation of Ethylene Oxide Sterilizers. In Proceedings of the 29th Annual Conference on Engineering in Medicine and Biology. Bethesda, MD, Alliance for Engineering in Medicine and Biology, 1976.
- Fernandes, AT. Infecção Hospitalar e Suas Interfaces na Área da Saúde/Editor. São Paulo, Editora Atheneu, 2000.
- Gamble J. Effects of Formaldehyde on the Respiratory System. In Gibson JE (ed). Formaldehyde Toxicity. Washington, DC, Hemisphere Publishing Corporation, 1983.
- Handlos V. Determination of Formaldehyde Residuals in Autoclave Sterilized Materials. Arch Pharm Chemi Sci Ed 5:163, 1977.
- IAEA. Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material (IAEA Safety Standards Series, No. ST-1). Vienna, International Atomic Energy Agency, 2000.
- Linvall L. Water Treatment and Steam Sterilization., GETING BRASIL/GETING AB, 1999.
- London Waste Regulation Authority. The London Waste Regulation Authority's Clinical Waste Guidelines, 2nd Ed. London, London Waste Regulation Authority, 1994.
- Thailand Ministry of Health. Handbook of Hazardous Health Care Waste Management in 10-bed and 30-bed Community Hospitals. Bangkok, Thailand Ministry of Health, 1995.
- National Research Council. Formaldehyde: An Assessment of its Health Effects. Washington DC, National Academy of Sciences, 1980.
- Sammelweis IP. The Etiology, the Concept and the Prophylaxis of Childbed Fever. Republished from Pest, CA Hartleben's Verlag-Expedition, 1861. Birmingham, England, Classics of Medicine Library, 1981.
- United Nations. UN Recommendations on the Transport of Dangerous Goods—Model Regulations, 10th Revised Edition. ST/SG/AC.10/1/Rev. 10. New York, United Nations, 1997.
- Weber-Tschopp A, Fischer T, Grandjean E. Reizwirkungen des Formaldehyds (HCHO) auf den Menschen. Int Arch Occup Health 39:207–218, 1977.

- Wenzel RP. Prevention and Control of Nosocomial Infection. Philadelphia, Williams & Wilkins, 1983.
- WHO. Product Information Sheets: Equipment for Expanded Programme on Immunization, Acute Respiratory Infections, Blood Safety, Emergency Campaigns, Primary Health Care. Geneva, World Health Organization, 1997.
- WHO. Indoor Air Quality: Radon and Formaldehyde. Environmental Health Series 13:19-36, 1986.