٨٩

غرفة العمليات
Operating Room

Chad J. Smith
Product Development Engineer, Kensey Nash Corporation Exton, PA

Raj Rane
Massachusetts General Hospital, Boston, MA

Luis Melendez
Massachusetts General Hospital, Boston, MA

تُعتبر غرفة العمليات مكاناً رائعاً لتطبيق مبادئ الهندسة. وتشتمل البيئة الجراحية على ترتيب واسع للتكنولوجيات والعمليات الطبية. يجب على المهندس الإكلينيكي تطبيق مبادئ عدة تخصصات هندسية لدعم غرفة عمليات فعالة ومنتجة وآمنة.

يصف هذا الفصل التكنولوجيا الطبية والتخصصات الجراحية والموظفين والبيئة المادية لغرفة عمليات تقليدية. إن التفاعل المعقد والحيوي لهذه الأوجه من غرفة العمليات موضح بدقة، ومن ثم يمكّن المهندس الإكلينيكي من دعم هذه البيئة على نحو أكثر فعالية.

وظيفة غرفة العمليات
The Role of the Operating Room

إن الجراحة هي التشخيص والعلاج للإصابات الطبية والأمراض والتشوهات بالوسائل اليدوية أو الجراحية. إنها خدمة أساسية توفرها مرافق الرعاية الصحية للمجتمع. ويتم تنفيذ مجموعة واسعة من العمليات الجراحية لمعالجة الحالات الطبية ضمن نطاق الرعاية الصحية.

إن إجراء العمليات الجراحية هو عملية حساسة ومعقدة. ويجب إجراؤها في بيئة يتم التحكم بها مع العديد من الموارد التقنية وكادر من المهنيين الطبيين وموظفي الدعم. يتم تمييز الحالات الجراحية، اعتماداً على المريض

وطبيعة العملية الجراحية، في واحدة من ثلاث طرق: جراحة المرضى المقيمين وجراحة المرضى الخارجيين والجراحة بنفس اليوم. يتم إجراء عمليات المرضى الداخليين للمرضى الذين تم قبولهم في المستشفى. إن عمليات المرضى الخارجيين تكون بشكل عام لأولئك الذين يخضعون لعمليات جراحية صغرى. في تلك الحالات، يخضع المريض عادة لتخدير موضعي، ويتم قبوله وتخريجه في اليوم نفسه. تتكون "الجراحة بنفس اليوم" من حالات أكثر شمولاً من عمليات المرضى الخارجيين وقد تشمل التخدير العام. ومع ذلك، يتم تخريج المريض في اليوم نفسه أيضاً. إن غرفة العمليات هي الموقع المجهَّز في مِرفَق الرعاية الصحية لأداء العملية الجراحية. يُنقل المرضى الذين يحتاجون إلى علاج جراحي إلى هذا القسم ليتم تحضيرهم للتخدير والعملية الجراحية والإنعاش. إنها منطقة متقدمة تكنولوجياً مملوءة بالتجهيزات المعقدة والاختصاصيين المدرَّبين تدريباً عالياً والضوابط البيئية الصارمة. فيما يتعلق بهذا الفصل، يتم استخدام مصطلح "الجناح الجراحي" "surgical suite" للإشارة إلى الغرفة الفردية حيث يتم إجراء العملية الجراحية. وسوف يدل مصطلح "غرفة العمليات" "operating room" على القسم بأكمله الذي توجد فيه الأجنحة الجراحية ومناطق الدعم وذلك ضمن مِرفَق الرعاية الصحية.

يضم المستشفى النموذجي العديد من الأقسام التي تقدِّم مجموعة واسعة من الخدمات. تلعب غرفة العمليات (OR) دوراً هاماً في المستشفى وفي العملية ككل لتوفير الرعاية للمرضى. توجز القوائم التالية الخطوات النموذجية بالنسبة لمريض يخضع لعملية جراحية مجدولة، بالإضافة إلى عملية غير مجدولة. إنها تهدف لإظهار الطرق التي يتم من خلالها ترتيب العملية الجراحية، والعلاقات بين أقسام المستشفى.

الجراحة المُجَدْوَلَة Scheduled Surgery

- استشار المريض طبيب رعاية أولية.
- أجرى طبيب الرعاية الأولية تشخيصاً ووجَّه المريض إلى استشارة أخصائي الجراحة.
- شخَّص أخصائي الجراحة الحالة وأكد الحاجة إلى العلاج الجراحي. وساعدت الصور من قسم الأشعة ونتائج الفحوصات من المختبر الطبي في التشخيص.
- تم تقرير موعد الجراحة، وتم حجز وقت الـ OR.
- تم إدخال المريض إلى مركز فحص ما قبل القبول لمراجعة التاريخ الطبي والخضوع لفحوصات مختلفة.
- درس طبيب التخدير التاريخ الطبي للمريض، ووضع طريقة التخدير.
- تم إرسال المريض إلى منطقة ما قبل العملية (غرفة تحضير المريض)، حيث تم تحضيره للعملية الجراحية، وتم البدء بالتخدير.
- تم إجراء الجراحة في الجناح الجراحي.

- بعد الجراحة، تم نقل المريض إلى وحدة العناية بعد التخدير (PACU) للإنعاش من آثار التخدير.
- تم نقل المريض إلى وحدة العناية اللازمة للشفاء التام.
- تم تخريج المريض من المستشفى.
- قام المريض بزيارات دورية إلى المستشفى لإعادة التأهيل الفيزيائي.

الجراحة غير المُجَدْوَلَة (الطارئة) Scheduled (Emergency) Surgery

- تم وضع المريض على نداء الطوارئ، وتم إرسال سيارة إسعاف.
- تم نقل المريض إلى قسم طوارئ المستشفى.
- أمر طبيب غرفة الطوارئ (ER) بنقل المريض إلى قسم الأشعة للتصوير وأرسل عينات إلى المختبر الطبي لتحليلها.
- تم استشارة اختصاصي جراحة للمساعدة في التشخيص.
- تم نقل المريض إلى منطقة ما قبل العملية (غرفة تحضير المريض)، حيث تم تحضيره للعملية الجراحية، وتم البدء بالتخدير.
- تم إجراء الجراحة في الجناح الجراحي المخصص لحالات الطوارئ.
- بعد الجراحة، تم نقل المريض إلى PACU للإنعاش من آثار التخدير.
- تم نقل المريض إلى وحدة العناية المركزة للشفاء التام.
- تم تخريج المريض من المستشفى.
- قام المريض بزيارات دورية إلى المستشفى لإعادة التأهيل الفيزيائي.

يمكن إجراء مجموعة واسعة من العمليات الجراحية في غرفة العمليات. إن التخصصات الجراحية لمستشفى مستقل مبنية على الموارد والهدف الطبي لِمرفَق الرعاية الصحية ذاك. وفيما يلي قائمة لبعض التخصصات الجراحية الموجودة عادة في غرفة عمليات المستشفى. كما يتم تقديم وصف موجز لكل تخصص.

الجراحة العامة General Surgery

يشمل هذا النوع من الجراحة طيفاً واسعاً من الرعاية الجراحية التي تتضمن إلى حد كبير التدابير العلاجية الجراحية لأمراض الأمعاء والمثانة والمعدة وغيرها من الجهاز الهضمي.

جراحة الصدر وجراحة القلب والأوعية Thoracic and Cardiovascular Surgery

تهتم جراحة الصدر وجراحة القلب والأوعية بتشخيص وعلاج الاضطرابات في القفص الصدري. إن الصدر هو الجزء العلوي من الجذع بين الرقبة والبطن، الذي يحتوي على الأعضاء الرئيسية لجهاز الدوران والجهاز

التنفسي، مثل الرئتين والقلب. يتم تصنيف نوعين رئيسيين من الجراحة الصدرية هما: الرئوية (أي المتعلقة بالرئتين) والقلب والأوعية. تعالج جراحة القلب والأوعية أمراض وحالات القلب والأوعية الدموية في كامل الجسم. تتضمن عمليات القلب والأوعية الشائعة جراحة تجاوز الشرايين التاجية، واستبدال أو ترميم الصمام الأبهري أو التاجي، وترميم تمدد الأوعية الدموية.

جراحة الأعصاب Neurosurgery

إن جراحة الأعصاب هو اختصاص الجراحة الذي يعالج أمراض واضطرابات الجهاز العصبي. ويقع ضمن مجال جراحة الأعصاب كل من الدماغ والنخاع الشوكي والتغذية الوعائية الدموية المرتبطة بها، كما تتضمن العمليات الاعتيادية عملية الاندماج الرقبي. تضم الاضطرابات التي تُعالج عموماً بجراحة الأعصاب كلاً من الأورام داخل الجمجمة والتشوهات الوعائية ومتلازمة النفق الرسغي وتضرر الحبل الشوكي والسكتة الدماغية.

جراحة العظام Orthopedic Surgery

تعالج جراحة العظام وتصحح التشوهات والأمراض والإصابات في نظام الهيكل العظمي ومفاصله والهياكل المرتبطة به. تتضمن بعض الأمثلة عن جراحة العظام كلاً من استبدال مفصل الورك والركبة وترميم الغضروف وإصلاح الكسر.

جراحة التجميل Plastic Surgery

تهتم الجراحة التجميلية بإصلاح أو ترميم أو تحسين الأجزاء المفقودة أو المُتضررة أو المعطوبة أو سيئة الشكل من الجسم، والناجمة عن عيوب خلقية أو تشوهات النمو أو الصدمات أو العدوى أو الأورام أو المرض. ويتم القيام بها بشكل عام لتحسين الوظائف، ولكن يتم إجراؤها أيضاً للاقتراب من مظهر طبيعي.

طِبُّ النساء Gynecology

يشمل طِبُّ النساء بشكل رئيسي فيزيولوجيا واضطرابات المسالك التناسلية النسائية، بالإضافة إلى الغدد الصُّمّ (endocrinology) والفيزيولوجيا التناسلية النسائية.

طِبُّ الجهاز البولي Urology

إن طِبُّ الجهاز البولي هو دراسة وتشخيص وعلاج أمراض المسالك البولية في كلا الجنسين، والجهاز التناسلي عند الذكور.

علاج الحروق Burn Treatment

إن علاج الحروق هو جراحة تُجرى لعلاج وتدبير إصابات الحروق عن طريق إعادة بناء الأنسجة التالفة، وتحسين الأداء الوظيفي للمنطقة المتضررة. ويمكن أن يضم فريق الحروق جراحي تجميل وعامين.

جراحة الأطفال Pediatric Surgery

تهتم جراحة الأطفال بصحة الرُضَّع والأطفال والمراهقين. وفيما يتعلق بالغرض من هذا الفصل، فإن الإعدادات لأي من المناطق الإجرائية التالية يمكن وصفها على أنها جناح جراحي. في كثير من الحالات، تكون التجهيزات ومتطلبات المرفَق الموجودة في هذه المناطق مماثلة لتلك الموجودة في بيئة غرفة العمليات التقليدية.

- المخاض والولادة.
- التنظير الداخلي.
- غرف عمليات العيون، والأنف والأذن والحنجرة.
- جراحة الأسنان.
- أجنحة الأشعة، بما في ذلك الأشعة التداخلية وعلاج الأورام بالإشعاع interventional radiology and radiation oncology.
- الفيزيولوجيا الكهربائية التداخلية Interventional electrophysiology.
- غرف المعالجة التي يتم فيها إجراء عمليات جراحية صغرى.

تعتمد غرف العمليات، الكبيرة والصغيرة، بشكل كبير على الموظفين الطبيين وكادر الدعم لتنفيذ مجموعة واسعة من المهام. وفيما يلي قائمة لبعض الموظفين الذين يعملون في غرفة العمليات، أو يقدِّمون خدمات لها:

- أطباء وأطباء تخدير.
- ممرضات قانونيات، وممرضات متجولات وممرضات غرف عمليات (مساعدة للجراح) ومساعدو تمريض وفنيو جراحة.
- مهندسون إكلينيكيون وفنيو هندسة طبية حيوية وفنيو تخدير.
- منظمو جداول وحافظو سجلات وناقلو مريض وفريق إعادة تهيئة غرفة العمليات (turnover team) ومورِّدون وإداريون.

المخطط التكنولوجي لغرفة العمليات
Operating Room Floor Plan

يتضمن مخطط الفرش التكنولوجي لـ OR منظمة تنظيماً جيداً وآمنة قدراً كبيراً من البحث والتخطيط. إنها بيئة معقدة مع العديد من معايير التصميم. يؤثر تخطيط المنشأة مباشرة على إنتاجية ورضا المستخدم. يجب أن تكون الـ OR مُرتَّبة بطريقة تسمح بحركة المرضى والكادر والتجهيزات. كما يجب أن تشمل مساحة لمناطق الدعم الوظيفي التي تشترك فيها معظم الـ ORs، مثل معالجة الأدوات والدعم الفني ومناطق تخزين التجهيزات. ومن الضروري

للمهندسين الإكلينيكيين أن يكون لديهم معرفة بمسائل تخطيط وتصميم الـ OR. يمكن للمهندسين الإكلينيكيين، كخبراء فنيين للتكنولوجيا الطبية والبيئة التي يتم استخدامها فيها، أن يكونوا أيضاً مصدراً قيّماً في تصميم الـ OR.

غالباً ما يعكس ترتيب الأجنحة الجراحية المساحة المتاحة والمتطلبات الجراحية للمستشفى. لقد تم وضع عدة مخططات فرش تكنولوجي للـ OR للاستفادة من المساحة المتاحة وزيادة الإنتاجية إلى أقصى حد من الناحية المثالية. إن التخطيط أحادي الممر على شكل حرف T أو L هو الشائع في تخطيط الـ ORs الصغيرة. وعادة ما تستخدم المرافق الكبيرة التخطيط ذا الممر المتعدد، مع تجميع الأجنحة الجراحية تبعاً للتخصص الجراحي (Bronzino, 1992). يساعد تجميع التخصصات الجراحية معاً في فعالية تقاسم الموارد المشتركة.

إن موقع مناطق الدعم الوظيفي التي تخدم الـ OR هو اعتبار آخر مهم في مخطط الفرش التكنولوجي. يتم تعزيز فعالية هذه الخدمات عندما يتم تقليل المسافات التي يجب قطعها إلى أدنى حد ممكن. وفيما يلي قائمة لبعض مناطق الدعم الوظيفي التي توجد عادة في الـ OR أو متاخمة لها.

مناطق تحضير المريض والانتظار ما قبل الجراحة Induction and Pre-Operative Holding Areas

تُستخدم مناطق التحضير والانتظار ما قبل الجراحة لإعداد المريض للجراحة وإعطاء التخدير. وتقع هذه الخدمات إما متاخمة مباشرة لغرفة العمليات أو داخل القسم. وتختلف الإجراءات والخدمات التي تُؤدى في هذه المناطق من مستشفى لآخر. يتم استخدام مناطق الانتظار في بعض المرافق فقط لإعداد المريض من أجل نقله إلى الجناح الجراحي، وقد تستخدم المستشفيات الأخرى هذه المنطقة لتخدير المريض بشكل كامل.

محطات (أحواض) التعقيم Scrub Stations

تحتوي محطات التنظيف المُستخدمة لغسل اليدين على مغاسل ومواد تنظيف، وهي مشتركة بين جميع الـ ORs. يجب أن يكون هناك موقِعًا تعقيم مجاورين لمدخل كل جناح جراحي.

مكتب التنظيم Control Desk

يشكّل مكتب التنظيم مركز الاتصال في غرفة العمليات. و يُعتبر ترتيب الجدول الزمني للحالة الجراحية الوظيفة الرئيسية لمكتب التنظيم. وهذا أمر حيوي بالنسبة لفعالية وإنتاجية الـ OR. هناك أمور عديدة يجب أخذها في الاعتبار عند وضع الجدول الزمني، حيث يجب على واضع المخطط الزمني أن ينسّق المطالب الملحة للحالات الجراحية والموقع الجراحي واعتبارات الوقت والمرضى والجرّاحين وأطباء التخدير وكادر الدعم والتجهيزات وتوافر المواد والرعاية بعد التخدير. وقد يشترك مكتب التنظيم أيضاً في إعداد فاتورة المريض والاحتفاظ بالسجلات.

خدمات الدعم الفني Technical Support Services

تُعتبر خدمات الدعم الفني حيوية بالنسبة لإنتاجية الـ OR. يجب توفير دعم فوري لتكنولوجيا غرفة العمليات لضمان فعالية وسلامة البيئة الجراحية. تشمل مجموعات الدعم التي تخدم الـ OR كلاً من الدعم الفني للتخدير والهندسة الإكلينيكية (انظر الشكل رقم ٨٩,١). يقع الدعم الفني للتخدير داخل الـ OR أوفي الجوار المباشر لها. وتُستخدم غرفة التخدير أساساً لتنظيف واختبار وتخزين تجهيزات التخدير. تدعم الهندسة الإكلينيكية في المرافق الكبيرة غرف عمل قد تكون موجودة داخل الـ OR أيضاً. وسيتم في وقت لاحق في هذا الفصل مناقشة مسؤوليات قسم الهندسة الإكلينيكية بالتفصيل.

الشكل رقم (٨٩,١). دعم غرفة العمليات (OR) من قبل مهندسي وفنيي قسم الهندسة الإكلينيكية.

مناطق خدمة دعم المريض Patient Support Services Areas

تتضمن مناطق خدمة دعم المريض كلاً من الموظفين والتجهيزات واللوازم المُستخدمة لتقديم المساعدة إلى مجموعة متنوعة من وظائف غرف العمليات. يجب دمج المساحة في مخطط الفرش التكنولوجي لغرفة العمليات لاستيعاب خدمات مثل التجهيزات أو ناقلي المريض، والممرضين، ومساعدي الممرضين.

مناطق الخدمة والتنظيف Housekeeping Areas

إن مناطق الخدمة والتنظيف هي مساحات العمل لموظفي الخدمة والتنظيف وفريق إعادة التهيئة والتجهيزات واللوازم. إن أعضاء فريق إعادة التنظيم مسؤولون عن النظافة وترتيب الأجنحة الجراحية بين الحالات.

الصيدلية Pharmacy

يتم إدراج الصيدلية في التصميم العام لمرافق الرعاية الصحية لتوفير الأدوية من أجل رعاية المرضى. ويمكن أن تحتوي المستشفيات ذات الحجم الكبير على صيدلية ضمن غرفة العمليات.

معالجة الأدوات Instruments Processing

يمكن تدبير معالجة الأدوات من خلال مجموعة متنوعة من الطرق، وذلك اعتماداً على الموارد والأفضليات لمؤسسة معينة. وبغض النظر عن طريقة التعقيم، يجب أن يكون هناك عملية لتقديم الأدوات الملوثة إلى منطقة المعالجة وإعادة توزيع الأدوات المناسبة للموقع الجراحي. يمكن تقسيم طرق التعقيم إلى فئتين: المركزية واللامركزية.

يتم تصميم قسم المعالجة المركزية لخدمة حجم كبير ويمكن أن يكون موجوداً داخل غرفة العمليات. تستخدم المستشفيات الصغيرة في بعض الأحيان قسم معالجة مركزية يخدم المرفق بكامله. يمكن أن تستخدم المعالجة المركزية للمواد مجموعة متنوعة من عمليات التعقيم. وتضم الطريقتين الأكثر شيوعاً كلاً من التعقيم بالبخار، والتعقيم بأكسيد الإيثيلين (EtO). إن أجهزة الأوتوكلاف هي أجهزة لتعقيم الأدوات باستخدام البخار، مع الأخذ في الاعتبار درجة الحرارة وزمن التعرض والضغط كمتغيرات. إن المتغيرات في التعقيم بواسطة EtO هي تركيز غاز الـ EtO والرطوبة والحرارة والزمن. وهناك طريقتين أخريين لمعالجة الأدوات التي يمكن استخدامها في مرافق الرعاية الصحية هما: التعقيم بالحرارة الجافة والتعقيم الكيميائي.

إن المعالجة اللامركزية للأدوات هي إحدى الممارسات لتعقيم الأدوات داخل الجناح الجراحي أوفي الجوار المباشر له. وربما تتضمن الطريقة الأكثر شيوعاً استخدام تكنولوجيا أجهزة التعقيم بالبخار. يمكن تخصيص جهاز تعقيم بالبخار لكل جناح عمليات أو مشاركته بين مجموعة من الأجنحة. تُستخدم أجهزة التعقيم من النوع الذي يوضع على الطاولة للتعقيم السريع وتقع في مناطق مشتركة في غرفة العمليات. وهذه الأجهزة هي أجهزة تعقيم بالبخار عند حوالي ٢٧٠ درجة فهرنهايت لمدة ٣ – ٥ دقائق.

إدارة المواد Materials Management

يجب أن يخصص المستشفى أيضاً مساحة لتسليم وتخزين وتوزيع الإمدادات إلى غرف العمليات. كما يجب أن يتم استيعاب عملية التخلص من النفايات. يجب أن يتم تخزين المهملات والنفايات البيولوجية بصورة سليمة ومعالجتها والتخلص منها. بالإضافة إلى ذلك، يجب أن يكون في غرفة العمليات طريقة لمعالجة الأغطية الجراحية ومواد التنظيف بالفرك والبياضات الأخرى المُستخدمة في البيئة الجراحية.

مناطق تخزين التجهيزات Equipment Storage Areas

إن المعضلة العامة هي عدم وجود مساحة كافية للتخزين. يجب أن يشمل تخطيط غرفة العمليات مناطق لتخزين الأجهزة الطبية. يجب تخزين الأجهزة الكبيرة، مثل النقالات، وأجهزة التخدير الاحتياط، وأجهزة الأشعة السينية، في أماكن يسهل الوصول إليها حيث لا تُحدِث هذه الأجهزة ضوضاء أو تعيق الممرات.

مناطق أخرى Other Areas

تشمل المناطق الوظيفية التي يمكن أن تكون موجودة أيضاً في غرفة العمليات أو بالقرب منها كلاً من الغرف المظلمة ومناطق التشاور أو المؤتمر وغرف تبديل الملابس.

البنية التحتية لمرْفَق غرفة العمليات
Operating Room Facility Infrastructure

إن غرفة العمليات بيئة معقدة تتطلب تحكماً دقيقاً بالمناخ والعديد من خدمات المرافق العامة. وفيما يلي قائمة بخدمات المرافق العامة الموجودة في غرفة العمليات.مع وصف لكل مرفَق.

التحكم بالمناخ Climate Control

إن الغرض من نظام التدفئة والتهوية وتكييف الهواء (HVAC) توفير ظروف بيئية والمحافظة عليها، بما في ذلك تدفق الهواء المناسب والتدفئة والتبريد داخل منطقة معينة أوفي المستشفى بأكمله (Hyndman, 2003). تشمل أنواع أنظمة الـ HVAC حجم الهواء المتغير والأنظمة متعددة المناطق والتهوية بالإزاحة ومضخات دارة المياه الساخنة. يتألف نظام الـ HVAC بشكل رئيسي من نظام الإمداد بالهواء/الماء، والفلاتر، ووشائع التدفئة والتبريد، وضواغط الهواء، والمراوح، والمحركات، وأنظمة العادم والإخلاء، ومجاري الهواء، ومخارج الطرد، وآليات التحكم. يمكن أن يوفِّر هذا النظام التدفئة والتهوية إلى المستشفى بالكامل مع إمكانية التحكم بمناطق فردية (على سبيل المثال، غرفة العمليات)، أو يمكن أن يكون لكل منطقة نظام HVAC خاص بها ونظام التحكم المرتبط به. إن آلية التحكم هي جزء لا يتجزأ من نظام HVAC ذي الكفاءة العالية. تراقب التحكمات البارامترات المختلفة وتعرضها وتسمح للمستخدم بتنظيمها، بما في ذلك درجة الحرارة والضغط والرطوبة. إن التحكم الدقيق في درجات الحرارة والرطوبة مهم في غرفة العمليات. على سبيل المثال، يجب على الطبيب أن يكون قادراً على ضبط درجة حرارة جناح العمليات وفقاً للتخصصات الجراحية مثل جراحة الأطفال وجراحة العظام، حيث تكون درجات الحرارة العالية مطلوبة في الغرفة من أجل المساعدة في الحفاظ على درجة حرارة المريض. وتتطلب بعض الحالات، مثل معالجات الحروق، رطوبة أعلى.

تتطلب OR معايير متخصصة لنظام التهوية كذلك. يجب تزويد المنطقة الجراحية بالهواء النقي في فترات زمنية منتظمة للحفاظ على بيئة آمنة وعقيمة. وهناك حاجة إلى ثلاثة تغييرات هواء كحد أدنى كل ساعة للهواء الطلق، و١٥ تغيير هواء كامل كل ساعة (AIA, 1996). يجب أن يكون هناك ضغط موجب بين غرفة العمليات والمناطق المتاخمة لها، لمنع تدفق الهواء الملوث. كما ينبغي أن يكون نظام التهوية مُصَمَّم بحيث لا يوجد إعادة تدوير للهواء من غرفة إلى غرفة.

إن الترشيح الكافي هو معيار آخر هام لنظام التهوية. يتم تركيب فلتر عالي الفعالية لإزالة عوالق الهواء (HEPA) خاص بالمستشفيات (hospital-grade) في موقع سحب الهواء إلى الداخل، لترشيح العوالق والحد من العدوى المنقولة بالهواء. يتم تركيب ترشيح HEPA الخاص بالمستشفيات مع شبكة عند نقطة دخول الهواء لالتقاط العوالق الكبيرة مثل الأوراق والبذور والحشرات. بعد ذلك تأتي طبقة مكونة من الألياف لإزالة الأجسام الصغيرة مثل الأوساخ والغبار. وأخيراً، يوجد شبكة دقيقة متموجة تزيل الجسيمات مثل غبار الطلع والغبار والفيروسات.

توزيع الطاقة الكهربائية Electrical Power Distribution

لقد جعل انتشار الأجهزة الكهربائية لتشخيص وعلاج المرضى توزيع الطاقة الكهربائية إحدى أهم الأنظمة في المرافق الطبية الحديثة (انظر الفصل ١٠٩). تتطلب طبيعة بيئة غرفة العمليات مجموعة خاصة معقدة من المتطلبات (NEC, 2003). تحيط الأجهزة التي تعمل بالطاقة الكهربائية بالمريض وتقوم بمجموعة واسعة من الوظائف الحيوية. ولذلك، فإن التصميم المناسب والصيانة الملائمة لنظام الطاقة الكهربائية ضروريان، لضمان سلامة كل من المريض والطبيب. بما أن هناك حاجة أساسية إلى الطاقة المستمرة في جميع أنحاء المستشفى، فيجب أن تشمل الأنظمة الكهربائية اثنين على الأقل من مصادر الطاقة. إن مصادر الطاقة الأولية المعتادة هي خطوط المرافق العامة. ومن أجل توفير إمدادات مستمرة من الطاقة إلى المناطق الحرجة في المستشفى، فإن هناك حاجة إلى مصدر طاقة بديل أو طارئ. في حالة الانقطاع، فإن المستشفيات في حاجة إلى أن يكون لديها مصدر بديل للطاقة داخلها، مثل المولدات.

إن غرفة العمليات ذات كثافة سكانية عالية مع أجهزة تعمل بالطاقة الكهربائية. يجب تغذية الأجنحة الجراحية الفردية بمآخذ كهربائية جدارية كافية لاستيعاب التجهيزات، ويجب أن تكون هذه المآخذ في مواقع يسهل الوصول إليها من قبل الطبيب. تزوّد المآخذ الجدارية في مرافق الرعاية الصحية الطاقة إلى التجهيزات باستخدام ترتيبة ثلاثية الأسلاك تتكون من السلك الحامل للجهد والمحايد والأرضي. يحمي السلك الأرضي المريض والكادر من المخاطر الكهربائية عن طريق توفير مسار منخفض المقاومة لمجرى تيارات الخطأ أو التسرب إلى الأرضي بعيداً عن الجهاز الذي يعمل بالطاقة الكهربائية. تتجاوز بعض التقنيات والأجهزة الجراحية مقاومة جسم المريض، ومن ثم تزداد قابلية تأثر المريض بالطاقة الكهربائية من المصادر الخارجية. ومن الحكمة تقليل الطاقة الكهربائية التي يتعرض لها

المريض القابل للتأثر (susceptible) إلى الحد الأدنى. وللحصول على معلومات إضافية عن السلامة الكهربائية، انظر Ridgway (الفصل ٦٥) و Baretich (الفصل ١٠٩).

على الرغم من أن معظم التجهيزات مُصمَّمة للعمل على متطلبات الطاقة نفسها، إلاّ أنه يجب أن يكون المرفق مستعدا أيضاً لاستيعاب الأجهزة التي تتطلب استهلاك طاقة متغيرة. وعلى الرغم أن معظم مقابس الجدار توفر ١١٥ فولتاً، إلاّ أن بعض الأجهزة الكهربائية، مثل أجهزة الليزر وأجهزة الأشعة السينية، تحتاج إلى ٢٣٠ فولتاً لتشغيلها (انظر الفصل ٩١).

أدى استخدام غازات التخدير القابلة للاحتراق في الماضي (على سبيل المثال، السكلوبروبان والأثير) إلى نشوء بيئة غير مستقرة تطلبت اتخاذ تدابير إضافية للسلامة. كان من الضروري تخفيض احتمال وجود تفريغ للشحنات الساكنة (شرارة) يمكن أن يؤدي إلى حدوث انفجار في جناح العمليات. وعلى الرغم من أن خطر الانفجار ليس قضية اليوم بشكل عام، فقد لعب دوراً هاماً في تصميم أنظمة الطاقة الكهربائية في العديد من غرف العمليات الحالية. فمثلاً تم بشكل عام تركيب مآخذ الطاقة على ارتفاع أربعة أقدام فوق مستوى سطح الأرض لأن المواد غير المستقرة المتفجرة تميل إلى الاستقرار في الهواء. وتم بشكل عام تركيب مقابس خاصة توصف بأنها "مقاومة للانفجار" على كابلات طاقة تُنشئ عزلاً محكماً عن الهواء عند وضعها في المأخذ. توجد الأرضيات الناقلة بشكل عام في غرف العمليات. تم تركيب هذه التكنولوجيا من أجل التخلص من العزل الكهربائي للتجهيزات والموظفين في جناح العمليات. إن العزل الكهربائي بين الأشياء يؤدي إلى تراكم وتفريغ محتمل للشحنة الكهربائية الساكنة. إن أنظمة الطاقة الكهربائية المعزولة غير المؤرَضَة، وأجهزة مراقبة العازلية (LIM)، وقواطع دارة خطأ الأرضي (GFCI) هي أمثلة أخرى على التكنولوجيات المستخدمة في غرف العمليات للحد من مخاطر الانفجار في وجود مواد مخدرة قابلة للاحتراق. تساعد هذه التقنيات أيضاً على التقليل من خطر الانفجار من الصدمات الكهربائية الناتجة عن تيار التسريب.

إن نظام الطاقة المعزول غير المؤرَّض هو أحد أنظمة توزيع الطاقة الكهربائية الذي تكون فيه جميع النواقل الحاملة للتيار معزولة عن الأرضي (والأرض) بواسطة ممانعة عالية (Feinberg, 1980). إن الطريقة الأكثر شيوعاً واقتصادية للعزل هي استخدام محول عزل. ففي نظام مُرَكَّب بشكل صحيح، لن يجري تيار خطر من أي ناقل إلى الأرضي، ولكن الناقلين يعملان كما لوكانا موصولين مباشرة إلى الأرضي. وهذا مفيد بشكل خاص في "البيئة الرطبة" مثل غرفة العمليات، حيث يزيد انسكاب السوائل والمياه الراكدة من مخاطر الأخطار الكهربائية.

تُظهِر أجهزة مراقبة العازلية الـ (LIM) درجة العازلية الكهربائية في نظام الطاقة المعزول غير المؤرَّض. ويوفر نظاماً للإنذار المبكر لتيارات التسريب أو الخطأ المحتملين إلى الأرضي من أي من النواقل التي تحمل التيار. وتساعد

GFCI أيضاً في حماية المرضى وأعضاء الكادر. تراقب هذه التكنولوجيا تيار خطأ الأرضي وتقطع الطاقة عن المقابس الكهربائية عندما يتجاوز التيار الحد الموضوع مسبقاً. على الرغم من أن تكنولوجيا LIM أغلى بكثير، إلاّ أن لها ميزة واحدة على GFCI وهي أن LIM سوف تقوم بالإنذار عندما يتم كشف الخطأ، ولكنها لن تقطع التيار الكهربائي.

خطوط أنابيب الغاز Gas Pipeline

يجب توزيع الغازات المضغوطة على المواقع في جميع أنحاء مرفق الرعاية الصحية (انظر الفصل ١١٠). إن الغازات الطبية مثل الأكسجين وأكسيد النيتروجين والهواء الطبية مهمة بشكل خاص لإعطاء التخدير في غرفة العمليات. يتم تخزين الغازات الطبية إما في أسطوانات معدنية أوفي خزانات لتخزين كميات كبيرة من الغاز وأنظمة التغذية المركزية. إن نظام التغذية المركزية هو مصدر للغازات الطبية التي يتم توزيعها عبر نظام خطوط أنابيب المرفق. يختلف عدد وموقع المآخذ الجدارية في غرفة العمليات اعتماداً على تصميم المنشأة والتخصص الجراحي. ويبين الشكل رقم (٩٠,٢) مآخذ جدارية للنيتروجين مُستخدمة عموماً لتغذية الأدوات العاملة بالضغط مثل المناشير والمثاقب.

الشكل رقم (٨٩,٢). مأخذ جداري بغرفة العمليات (OR) لغاز النتروجين.

تعتمد طريقة تخزين التغذية المركزية بالأكسجين على مطالب المرفق. تميل المرافق الصغيرة إلى تخزين الأكسجين في سلسلة من الأسطوانات المتصلة من خلال نظام تجميع مشترك (manifold) أو نظام تجميع رأسي عالي الضغط (high-pressure header) (Ehrenwerth and Eisenkraft, 1993). تخزّن المرافق الكبيرة ما تحتاجه من الكميات الكبيرة من الأكسجين على شكل سائل مضغوط يمكّن المستشفى من تخزين المزيد من الأكسجين في مساحة أصغر. يتم تأمين التغذية المركزية بالهواء الطبي عموماً بواسطة ضواغط هواء ويتم تخزين الهواء في خزان ومن ثم نقله عبر شبكة

الأنابيب. وتشمل المصادر الأخرى أسطوانات مضغوطة أو نظاماً تناسبياً يمزج الكمية المناسبة من الأكسجين والنتروجين من المصادر المركزية. يشمل نظام التغذية بأكسيد النيتروجين نظام الأسطوانات المضاعف أو نظاماً كبيراً لتخزين النتروجين السائل مماثلاً لذلك المستخدم في نظام الأكسجين (Ehrenwerth and Eisenkraft, 1993). يجب على جميع أنظمة التغذية المركزية بالغازات الطبية أن تكون مُصمَّمة مع نظام احتياطي منفصل. تتم مناقشة التفاصيل بخصوص استخدام الغازات الطبية في التخدير في أماكن أخرى من هذا الكتاب المرجعي (انظر الفصل ٩٠).

يمكن كذلك ضخ النيتروجين وثاني أكسيد الكربون إلى غرفة العمليات. يتم تخزين النيتروجين، المُستخدَم بشكل رئيسي للتجهيزات التي تعمل بالغاز، على شكل سلسلة من الخزانات المضغوطة المتصلة من خلال نظام مضاعف. ويتم عادة تخزين ثاني أكسيد الكربون بنظام الأسطوانات المضاعف أيضاً.

التخلية Vacuum

إن نظام التخلية المركزية هو خدمة أساسية أخرى يجب إيصالها إلى غرفة العمليات، وهو نظام حيوي لكل من الجراحة والتخدير. إنه يوفر ضغط التصريف والسحب والشفط أثناء العمليات الجراحية والتخلص (scavenging) من الغازات الفائضة من دارة تنفس جهاز التخدير. يجب أن يكون لدى مرفق الرعاية الصحية اثنين من مضخات الشفط، التي تكون كل واحدة على حدة قادرة على التعامل مع المطلب الإجمالي.

الإضاءة Lighting

إن الإضاءة هي خدمة أساسية في مرافق الرعاية الصحية. تتطلب غرفة العمليات عناية خاصة بالإضاءة بسبب المهام الحساسة صغيرة المقياس التي يجب أداؤها. على الرغم من أن اختيار الضوء الجراحي غير موضوعي، إلاّ أنه يجب معالجة العديد من الخصائص. وتشمل المعايير شدة الضوء ولون الضوء والقدرة على التركيز ومجاله ودرجة إنتاج الظل وإنتاج الحرارة وتبديدها واختيار التركيب والمقدرة على المناورة برأس المصابيح وسهولة التنظيف (Bronzino, 1992).

الاتصالات Communication

إن سرعة ووثوقية الاتصالات في غرفة العمليات أمر في غاية الأهمية الحيوية. تزداد أنظمة الاتصالات تعقيداً مع التقدم المستمر في مجال تكنولوجيا الربط الشبكي والتكنولوجيا اللاسلكية. إن أنماط الاتصال الأساسية مثل الهواتف وأنظمة المناداة والاتصال الداخلي شائعة في غرف العمليات.

لقد كان للتقدم في تكنولوجيا الكمبيوتر وأنظمة الشبكات تأثير عميق على أنظمة الاتصالات ضمن بيئة غرفة العمليات. لقد أدى البريد الإلكتروني والوصول إلى الإنترنت والجدولة الزمنية المباشرة (online) وقواعد بيانات المريض إلى تحسين كمية ونوعية المعلومات المتبادلة بشكل كبير. راجع القسم الخاص بالمعلومات في هذا الكتاب المرجعي.

الحماية من الحريق Fire Protection

يجب على جميع مرافق الرعاية الصحية أن تكون مجهَّزَة بنظام حماية من الحريق. تتضمن العناصر الأساسية لهذا النظام أجهزة الكشف عن الدخان، وأجهزة الإنذار، ونظام المرشات، وإغلاق الأبواب آلياً لاحتواء الحريق. يجب أن يكون لدى كادر المستشفى خطة موضوعة لإخلاء المرضى والكادر. تحدث عدة حرائق في غرفة العمليات كل عام. لقد أدى اجتماع الهواء الغني بالأكسجين ومصدراً للوقود (على سبيل المثال، الأغطية الجراحية، والأنابيب داخل الرغامى، والمريض)، ومصدراً للإشعال (على سبيل المثال، وحدات الجراحة الكهربائية وأجهزة الليزر) إلى حرائق كارثية (de Richmond and Bruley, 1993; NFPA, 1994).

تخطيط الجناح الجراحي Surgical Suite Layout

يوفر الجناح الجراحي المُصمَّم جيداً مساحة واسعة للكادر والتجهيزات. وهو يعزِّز التدفق السلس للأشخاص والمواد داخل الغرفة. على الرغم من أن التخطيط للجناح الجراحي الفردي يختلف تبعاً للخدمة الجراحية، إلاّ أن جميع الأجنحة تشترك في بعض الخصائص كما هو موضح فيما يلي.

ينبغي أن يعكس حجم جناح العمليات المساحة المطلوبة للمريض والكادر والتجهيزات لإجراء العملية الجراحية. إن مساحة الجناح الجراحي القياسي لا تقل عن ٤٠٠ قدم مربع ويمكن أن تكون الأجنحة الجراحية التي تتطلب معدات متخصصة أو موظفين إضافيين أكبر بكثير. من المهم توفير مساحة بحيث لا تكون التجهيزات الطبية الحساسة موضوعة في مناطق الحركة الزائدة. يمكن لشكل جناح العمليات أن يأخذ مجموعة متنوعة من الأشكال، (على سبيل المثال، مربع أو مستطيل أو مستدير أو بيضاوي) وذلك اعتماداً على أفضليات التصميم وتخطيط غرفة العمليات ككل.

يتم توجيه الطاولة الجراحية عادة في وسط الغرفة مع وضع الجراحين بجانب المريض. يتم وضع الممرضة المساعدة للجراح في منطقة يكون فيها كل من طاولة الأدوات ويد الجراح الممدودة في متناول يدها. ويتم وضع طبيب التخدير وأجهزة التخدير عادة عند نهاية رأس الطاولة. يسمح هذا لطبيب التخدير بأن يكون لديه وصول إلى مجرى الهواء للمريض. ويجب أن تكون أجهزة التخدير موضوعة أيضاً بالقرب من مآخذ الغازات الطبية والتخلية والطاقة الكهربائية التي يمكن أن توضع على جدار أو عمود. أما الأجهزة الأخرى مثل أجهزة إزالة رجفان القلب، ووحدات الجراحة الكهربائية، وأبراج والفيديو، وآلات التجاوز، فإنه يتم وضعها بعيداً خارج المجال الجراحي. ويبين الشكل رقم (٨٩.٣) مخططاً نموذجياً لغرفة عمليات.

يجب أن يوفر الجناح الجراحي أماكن للتخزين أيضاً. وبشكل عام ستكون الخزائن والرفوف والعربات موضوعة على خط جدران الجناح الجراحي. بالإضافة إلى ذلك، فإن الأجنحة الجراحية عادة ما تكون مزوَّدة

بتجهيزات اتصالات. إن الكمبيوتر، والاتصال الداخلي، ومداخل الهاتف هي أمور قياسية في التصاميم الحديثة للأجنحة الجراحية.

الشكل رقم (٨٩,٣). تصميم نموذجي لـ OR يبيّن طاولة الـ OR، والأضواء فوق الرأسية، وجهاز التخدير وأجهزة المراقبة، وعربة الأدوية واللوازم، وغرفة التخزين، والمآخذ الجدارية للغازات.

التكنولوجيات العامة لغرفة العمليات
Common Operating Room Technologies

فيما يلي قائمة بالتكنولوجيات الطبية النموذجية الموجودة عموماً في الـ OR، بالإضافة إلى وصف موجز لكل تكنولوجيا.

الفرش التكنولوجي Furniture

يُستخدم الأثاث على نطاق واسع في غرفة العمليات ويخدم مجالاً واسعاً من الوظائف. يُستخدَم سرير المريض لنقل المرضى وكمنصة قابلة للتكيّف لإجراء الجراحة. تُصمَّم أسرَّة النقل أو النقالات بسكك جانبية وعجلات كبيرة لنقل المرضى بأمان داخل المستشفى (انظر الفصل ٩٥).

إن الطاولات الجراحية هي أدوات قيمة لتحديد وضعية المريض أثناء الجراحة. ومن أجل استيعاب مختلف العمليات، فإن الطاولات هي أكثر ضخامة وتعقيداً من أسِرَّة النقل. والطاولات الحديثة مجهزة بأنظمة ميكانيكية وإلكترونية وهيدروليكية تسمح للأطباء بوضع المريض في اتجاهات عديدة، مثل زيادة أو خفض الارتفاع، الميلان إلى اليسار أو اليمين، ترندلنبورغ (Trendelenburg) (الرأس للأسفل والساقين للأعلى)، وعكس ترندلنبورغ. تشمل ملحقات الطاولات الجراحية لوحات لدعم الذراعين، ودعامات الساقين، ووصلات تمديد للقدمين، ومقيِّدات، ووسائد محشوة. كما يمكن تجهيزها بمجموعة واسعة من الأدوات المتخصصة لتحديد الوضعيات الجراحية، مثل مساند الرأس لجراحة الأعصاب، ومراتب عليا شفافة للأشعة، وإطار أندروز (Andrews Frame) المُستخدَم في جراحة النخاع الشوكي.

هناك مواد قياسية أخرى للأثاث تتضمن كل من: طاولات الأدوات والأعمدة الوريدية (IV) وصناديق تخزين النفايات وكراسي بدون مسند ظهر وكراسي مع مسند ظهر. إن الرفوف والعربات المُستخدَمة لتخزين اللوازم الطبية والتجهيزات الجراحية والأدوات هي أيضاً شائعة في الجناح الجراحي.

الأغطية الجراحية Surgical Drapes

تُستخدم الأغطية الجراحية في الـ OR لحماية المرضى والأطباء والتجهيزات. يمكن أن تكون الأغطية الجراحية مصنوعة من القماش أو الورق، ويمكن أن تكون قابلة لإعادة الاستخدام أومن النوع الذي يُستخدم لمرة واحدة. يبين الشكل رقم(٨٩,٤) عملية جراحية لمريض مُغطّى بالأغطية الجراحية. وتشمل الخصائص المهمة لهذه الأغطية كلاً من فعالية الحاجز للحماية والمقاومة للاشتعال والمتانة. تُستخدم الأغطية الجراحية لتوفير حاجز مادي يحمي المنطقة الجراحية من التلوث. إن "حاجز الأثير" هو الجدار لترتيب الأغطية الجراحية من أجل توفير حاجز بين منطقة عمل التخدير، عند رأس المريض، والمنطقة الجراحية. تُوضع الأغطية الجراحية أيضاً في المنطقة الجراحية حول موقع الشَقّ لتغطية المريض وجمع السوائل. كما يمكن أن تُستخدم لتغليف الأدوات الجراحية العقيمة ولتغطية التجهيزات في الجناح الجراحي.

تجهيزات التخدير Anesthesia Equipment

يتطلب إعطاء التخدير وجود نظام توصيل للغاز، وكذلك مراقبة مستمر ومفصَّلة لفيزيولوجيا المريض. يُستخدَم جهاز التخدير لتقديم مزيج معروف من الغازات للمريض. يتألف جهاز التخدير من ثلاثة أقسام رئيسية هي نظام تغذية وتوصيل الغاز، والمبخِّر، ودارة تنفس المريض (انظر الفصل ٩٠) (Calkins, 1988; Paulsen, 1995; Dorsch and Dorsch, 1984).

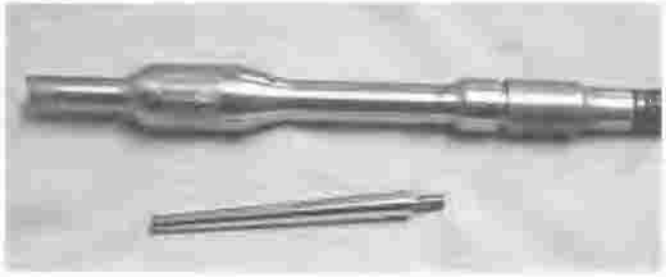
يستخدم طبيب التخدير مجموعة متنوعة من التقنيات لمراقبة فيزيولوجيا المريض المُخدَّر. وتشمل تجهيزات المراقبة الفيزيولوجية أجهزة مراقبة مخطط كهربية القلب، وقياس التأكسج النبضي، وأجهزة مراقبة ضغط الدم

الجراحي، وأجهزة مراقبة ضغط الدم غير الجراحي، وأجهزة مراقبة درجة الحرارة، وأجهزة مراقبة غازات التنفس، وأجهزة مراقبة مخطط كهربية الدماغ (انظر الفصل ٩٨). وتشمل الأجهزة الأخرى التي يستخدمها قسم التخدير أجهزة الحقن وأجهزة تسخين السوائل.

الشكل رقم (٨٩,٤). الفريق الجراحي في العمل على مريض مُغطى بالأغطية الجراحية.

الأدوات الجراحية Surgical Instruments

إن الأدوات الجراحية هي أدوات محمولة باليد أو أدوات مُستخدَمة من قبل الأطباء لأداء المهام الجراحية. يمكن إيجاد تشكيلة واسعة من الأدوات في جناح العمليات. تُستخدَم المباضع والملاقط والمقصات والمبعِّدات والمشابك على نطاق واسع. تتطلب طبيعة بعض العمليات الجراحية مجموعة من الأدوات أكثر تخصصاً. على سبيل المثال، تُستخدَم مناشير العظام والريَشْ والمثاقب (الشكل رقم ٨٩,٥) والمطارق بشكل عام في الجراحة العظمية. تُصنع الأدوات الجراحية عادة من الفولاذ الكربوني أو الفولاذ المقاوم للصدأ (الستانلس ستيل) أو الألمنيوم أو التيتانيوم وتتوفر في مجموعة من الأحجام.



الشكل رقم (٨٩,٥). مثقب جراحي.

وحدات الجراحة الكهربائية Electrosurgical Units

إن وحدة الجراحة الكهربائية أو Bovie هي جهاز جراحي مُستخدَم لِشَقّ الأنسجة وتدمير النسيج من خلال التجفيف، والحد من النزيف (الإرقاء) عن طريق التسبب في تخثر الدم. يتم تحقيق هذا بمولد عالي الطاقة وعالي التردد ينتج شرارة بترددات راديوية (RF) بين المجس والموقع الجراحي. تسبب هذه الشرارة تسخيناً مُركّزاً وضرراً للنسيج (Gerhard GC, 1988). يعمل مولد الجراحة الكهربائية (الشكل رقم ٨٩,٦) بنمطين. يقوم إلكترود فعال بتركيز التيار على الموقع الجراحي في النمط أحادي القطبية ويقوم إلكترود مُبَعْثِر (إلكترود عودة) بتصريف التيار بعيداً عن المريض. أما في النمط ثنائي القطبية، فإن كلاً من الإلكترود الفعال وإلكترود العودة موضوعان في الموقع الجراحي.

الشكل رقم (٨٩,٦). وحدة الجراحة الكهربائية طراز Aspen Labs MF 380.

أجهزة إزالة رجفان القلب Defibrillators

إن جهاز إزالة رجفان القلب هو جهاز طبي يتم استخدامه لتقديم صدمة كهربائية للقلب (Tacker, 1988). إن المقصود من الصدمة تصحيح النشاط الكهربائي غير المنتظم للقلب، وإنشاء نَظْم مُنظَّم. تتسبب الصدمة ذات الطاقة والمدة الكافيتين بإعادة استقطاب متزامن لخلايا القلب والسماح بعودة نَظْم طبيعي. يستخدم جهاز إزالة رجفان

القلب مكثف لتخزين الطاقة اللازمة مُقاسة بالجول (أي واط في الثانية) لتقديم الصدمة. تشحن التغذية بالطاقة ذات التيار المستمر (DC) المكثف إلى مستوى الطاقة المُحدَّد مسبقاً.

تُستخدَم الإلكترودات لإيصال الصدمة الكهربائية للمريض. تتضمن أنواع الإلكترودات كلاً من الإلكترودات الوسادية (paddles) القابلة لإعادة الاستخدام والإلكترودات اللاصقة. يتم تطبيق إزالة الرجفان الخارجي على صدر المريض بواسطة الإلكترودات الخارجية أو الوسادية. ويتم استخدام مجموعة من الوسادات الداخلية عندما يتم تقديم إزالة الرجفان مباشرة إلى القلب. تتضمن العوامل التي تحكم عملية إعداد وأداء جهاز إزالة رجفان القلب كلاً من ممانعة المريض وشكل موجة الطاقة ونوع الإلكترود وتحديد المكان المناسب للصدم.

تُصمَّم معظم أجهزة إزالة رجفان القلب مع تكنولوجيا لمراقبة إشارة الـ ECG للمريض والسماح بإزالة رجفان متزامن (cardioversion). إن إزالة الرجفان المتزامن هو إيصال الطاقة إلى القلب خلال إزالة الاستقطاب البطيني، أو بعد الكشف عن المُرَكَّبُ QRS. تساعد هذه الميزة في حماية المريض من خلال منع الوصول غير المقصود للطاقة خلال دور الاستعصاء البطيني.

أجهزة تنظيم درجة الحرارة Temperature Regulation Devices

إن مراقبة وتنظيم درجات الحرارة أمر حاسم لضمان سلامة المريض الجراحي (Vaughan, 1988). على الرغم من أن ضوابط التدفئة وتكييف الهواء في غرفة العمليات تساعد على الحفاظ على بيئة جراحية آمنة، إلاّ أن المريض واقع في خطر المعاناة من آثار ارتفاع الحرارة، والأكثر شيوعاً، انخفاض الحرارة. يمكن أن يعزى فقدان الحرارة إلى التماس مع الأسطح الناقلة، وتجاويف الجسم المكشوفة، ومحاليل الإرواء الباردة، وفقدان الحرارة الحملي الناتج عن التدفق الكبير للهواء في أجنحة العمليات. بالإضافة إلى ذلك، يمكن لآثار التخدير أن تضعف قدرة الآليات الطبيعية للجسم في الحفاظ على درجة الحرارة المناسبة.

تُستخدَم عدة أساليب لموازنة درجة حرارة جسم المريض. إن البطانيات والأغطية والملابس هي طرق عامة لمنع فقدان الحرارة. يُستخدَم أيضاً جهاز تدفئة البطانية لمنع انخفاض حرارة الجسم من خلال توفير هواء دافئ إلى بطانية قابلة للنفخ محيطة بالمريض. تقوم وحدة انخفاض أو ارتفاع الحرارة بتدوير ماء ساخن أو بارد من خلال بطانية، لرفع أو خفض درجة حرارة المريض. إن جهاز تدفئة السوائل هو جهاز يُستخدَم لتدفئة سوائل التروية أو السوائل الوريدية قبل أن يتم وصلها مع المريض.

المصابيح الرأسية Headlamps

تُستخدَم المصابيح الرأسية لتكملة أضواء المرفَق في المنطقة الجراحية. إن جهاز المصباح الرأسي، الذي يضعه الطبيب، موصول إلى مصدر ضوء بواسطة كبل ألياف ضوئية. إن هذا المصدر متعدد الاستعمالات للضوء ومفيد بشكل خاص عندما تكون الأضواء فوق الرأس غير كافية أو محجوبة.

الأربطة الضاغطة Tourniquets

إن الرباط الضاغط هو جهاز جراحي يُستخدَم بشكل رئيسي لإيقاف تدفق الدم مؤقتاً إلى جزء من الجسم والحصول على منطقة جراحية خالية من الدم تقريباً. يستخدم الرباط الضاغط الهوائي الهواء المضغوط للحد من تدفق الدم ويشمل كُمْ النفخ والأنابيب الموصِّلة ومصدر الضغط ومنظم ضغط وإظهار الضغط. تُستخدَم الروابط الضاغطة عادة في عمليات البتر والعمليات الجراحية العظمية المختلفة الأخرى (انظر الشكل رقم ٨٩,٧).

الشكل رقم (٨٩,٧). نظام ضاغط آلي لوقف النزف طراز Zimmer ATS.

التكنولوجيات المتخصصة لغرفة العمليات
Specialized Operating Room Technologies

أجهزة الليزر Lasers

إن جهاز الليزر هو جهاز يوجه حزمة شديدة من الإشعاع إلى الموقع الجراحي لقطع أو تخثير أو تبخير الأنسجة (Powers, 1988; Judy, 1995). إن المكونات الرئيسية لجهاز الليزر هي مادة الـ lasing والمرايا ونظام التبريد

ومصدر الضخ الضوئي أو الكهربائي ونظام التوصيل. تحدد مادة الـ lasing طول موجة خرج الليزر وتتألف بشكل رئيسي من تجويف أسطواني مملوء بالغاز (أي الغاز) أو وسط ذي حالة صلبة. تُستخدَم أجهزة الليزر بمواد lasing وأطوال موجة وأشكال حزمة وطرق توجيه مختلفة وفقاً للتأثيرات الفيزيولوجية المختلفة في غرفة العمليات. تُستخدَم عادة في غرفة العمليات أربعة أنواع من الليزر لتخثير أو فصل أو إزالة الأنسجة الرخوة وهي: ثاني أكسيد الكربون (CO_2)، أيون الأرغون (Ar-ion)، نيوديميوم ياغ (Nd:YAG) (neodymium-yttrium-aluminum-garnet)، وزرنيخ ألومنيوم الغاليوم (GaAlAs) (gallium-aluminum arsenide)

الروبوتات (الناس الآليون) Robotics

لقد وفّر استخدام الروبوتات فوائد جمة لكثير من الصناعات، والمجال الطبي ليس استثناء. وعلى وجه التحديد، فإن الجراحة هي المجال الذي يمكن أن يؤدي فيه تطبيق الروبوتات إلى مزايا في عملية توفير الرعاية الصحية. إن عدم التعب أو الكلل والقدرة على التكرار والدقة للروبوتات هي صفات مفضَّلة في الجراحة.

تكنولوجيات التصوير Imaging Technologies

يتم دراسة أعضاء الجسم والهياكل والأنسجة باستخدام تقنيات التصوير (Siedband, 1992)، ويتوفر العديد من التكنولوجيات للطبيب. يتم إجراء تصوير الأنسجة الصلبة باستخدام الأشعة السينية. لا يمكن البحث عن معلومات التباين والمعلومات الوظيفية للأنسجة الرخوة باستخدام الأشعة السينية. هناك العديد من التقنيات، بما في ذلك التصوير المقطعي المُحوسب والتصوير بالرنين المغناطيسي، الفعالة في التحديد الدقيق إلى حد كبير للخلايا المتضررة أو الأنسجة الرخوة.

الأشعة السينية X-Rays

إن التصوير الشعاعي الذي يستخدم الموجات الكهرومغناطيسية لإنتاج صورة ثنائية الأبعاد لهيكل ما يتم التقاطه على أفلام فوتوغرافية. يتم تحديد كثافة الصورة على الفيلم بواسطة شدة الأشعة الخارجة من الهيكل. وسوف تُظهِر الأنسجة ذات الكثافة المختلفة درجات متفاوتة من الامتصاص للأشعة السينية. إن هذا هو الشكل الأكثر شيوعاً لتقنية التصوير المُستخدَمة في الممارسة الإكلينيكية.

تصوير الأوعية Angiography

إن تصوير الأوعية هو تقنية تصوير بالأشعة حيث يتم حقن مادة تباين ظليلة شعاعيه (أي مرئية للأشعة السينية) في أحد الأوعية الدموية لغرض تحديد بنيته التشريحية بالأشعة السينية. تُستخدم هذه التقنية لتصوير الشرايين في الدماغ والقلب والكلى والجهاز الهضمي والشريان الأبهر والرقبة (الشرايين السباتية) والصدر والأطراف والدوران الرئوي.

التنظير التألقي Fluoroscopy

إن التنظير التألقي هو أحد أشكال علم الأشعة التشخيصي الذي يمكّن أخصائي الأشعة، وذلك بمساعدة مادة تباين، من تصوير العضو أو المنطقة ذات الأهمية في حالة الحركة عن طريق الأشعة السينية. وتسمح مادة التباين هذه بإظهار الصورة بوضوح على تلفزيون أو شاشة عرض. يمكن إدخال مواد التباين، المعروفة أيضاً باسم "أوساط التباين" إلى الجسم عن طريق الحقن أو البلع أو الحقنة الشرجية.

التصوير المقطعي المحوسب Computed Tomography

إن التصوير المقطعي المحوسب هو تقنية تشخيص تستخدم الأشعة السينية لاقتباس معلومات تفصيلية عن هياكل الأنسجة الرخوة والعضلات والعظام والأعضاء. يستخدم التصوير المقطعي المحوسب مصدر أشعة سينية يدور حول الهدف المُراد تصويره. يلتقط الكاشف الأشعة (البيانات الخام) التي تنفذ من خلال الأعضاء. يتم معالجة المعلومات الخام وإعادة بناؤها باستخدام لوغاريتم كمبيوتر لتشكيل الصور. وتكون الصور على شكل شرائح عرضية المقطع. إن هذه التقنية مفيدة بشكل خاص لإنتاج صور الدماغ.

التصوير بالرنين المغناطيسي MRI

إن التصوير بالرنين المغناطيسي (MRI) هو طريقة غير جراحية لتصوير الهياكل والأنسجة الرخوة داخل الجسم. و هذا النوع من التصوير مُفصَّل جداً ويوفر درجة عالية من دقة التشخيص، بالمقارنة مع أنماط التصوير الأخرى. ويقوم هذا التصوير على مبدأ أن نوى الهيدروجين في مجال مغناطيسي قوي تمتص نبضات الطاقة ذات التردد الراديوي وتصدرها كموجات راديوية يمكن إعادة بناؤها في صور محوسبة. إن الصور الناتجة عالية الجودة وتعطي مؤشراً جيداً لخصائص أجزاء الجسم الداخلية. يُستخدم التصوير بالرنين المغناطيسي بشكل واسع من قبل العديد من التخصصات الجراحية. وهو قيِّم بشكل خاص لتصوير الأنسجة الرخوة والدماغ والحبل الشوكي والمفاصل والبطن.

تصوير الأوعية بالرنين المغناطيسي MRA

إن تصوير الأوعية بالرنين المغناطيسي (MRA) هو طريقة غير جراحية لتصوير الأوعية الدموية وتحديد التشريح الداخلي بدون حقن وسائط تباين أو التعرض للإشعاع. وتُستخدم التقنية بشكل خاص في تصوير الأوعية الدماغية والتصوير الشعاعي لنظام الأوعية الدموية في الدماغ وكذلك في دراسات هياكل الأوعية الدموية الأخرى.

الأمواج فوق الصوتية Ultrasound

إن التصوير بالأمواج فوق الصوتية هو تقنية يتم فيها انعكاس الأمواج الصوتية عالية التردد عن الأعضاء الداخلية، وتحويل شكل الصدى إلى صورة ثنائية الأبعاد للهياكل الواقعة تحت المبدِّل.

الأجهزة الجراحية للجراحة الصغرى Minimally Invasive Surgical Devices

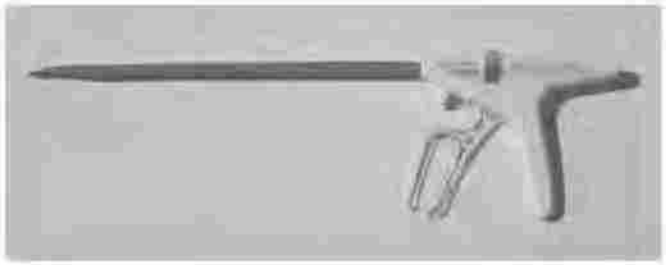
لقد انتقلت طريقة الاختيار بالنسبة للعديد من العمليات الجراحية من الجراحة المفتوحة التقليدية إلى استخدام وسائل أقل جراحية (invasive). يتم إنجاز الجراحة الصغرى بمساعدة منظار مشاهدة وأدوات جراحية مُصمَّمة خصيصاً (Garrett HMS, 1994). يسمح المنظار للجراح بإجراء جراحة كبرى من خلال عدة فتحات صغيرة دون إجراء شق كبير. ينتج عن هذه البدائل الصغرى عادة انخفاض في الألم والتَنَدُّب والوقت اللازم لشفاء المريض، وكذلك خفض تكاليف الرعاية الصحية.

إن التنظير الداخلي (Endoscopy) هو فحص للأعضاء الداخلية وتجاويف الجسم من خلال فتحات الجسم الطبيعية أو شق جراحي وذلك باستخدام ضوء وأداة مشاهدة صلبة أو مرنة تسمى المنظار الداخلي (endoscope). يتكون جزء المشاهدة للمنظار الداخلي من مئات من الألياف الزجاجية الناقلة للضوء مُجَمَّعَة معاً بإحكام.

لقد أصبح تنظير البطن (Laparoscopy) تقنية جراحية شائعة في غرفة العمليات (Brooks, 1994). إن هذا الإجراء هو فحص لداخل البطن بمنظار رفيع، يُدعى منظار البطن (laparoscope). يتم إدخال منظار البطن من أجل إجراء الجراحة من خلال شق في جدار البطن. يتم إجراء تقنيات تنظير البطن لإزالة المرارة، وتنفيذ عمليات عكس ارتداد الجريان (الجَزْر antireflux) في المريء، وإزالة أعضاء مثل الغدد الكظرية. وعلى الرغم من أن الجراحة الصغرى مفيدة للمريض، إلاّ أنها من الناحية التكنولوجية أكثر تطلباً من الجراحة التقليدية. وهناك حاجة إلى تدريب خاص للأطباء، كما أن التكنولوجيا الطبية المرتبطة بها أكثر تقدماً. يتم إجراء عملية تنظير البطن عادة بواسطة عربة متنقلة مُجهَّزه بمعدات للرؤية، وأدوات للكشف والمناورة، وتجهيزات وأدوات للقطع والتخثير.

تشمل تجهيزات مشاهدة الأنسجة الداخلية والأعضاء مصدر ضوء مع ألياف بصرية لنقل الضوء، وكاميرا ذات دقة عالية يمكن أن تتحمل التعقيم، ومعالج فيديوي، وجهاز (أجهزة) مراقبة ذا دقة تمييز عالية، وجهاز تسجيل فيديو، وطابعة. وهناك عدة أجهزة مُستخدَمة للكشف والمناورة في عمليات تنظير البطن. إن المبازل (trocars) هي أدوات جراحية ثاقبة حادة تُستخدَم مع قُنية لثقب جوف الجسم وتوفير وصول إلى داخل البطن. يُستخدَم منفاخ ثاني أكسيد الكربون (CO_2) عالي التدفق لتوسيع جوف البطن، وجعل عملية الوصول للأعضاء الداخلية أكثر سهولة. تُستخدَم الملاقط (Graspers) التي هي بصفة عامة أجهزة ذات فكين متحركين ومسنَّنين لمسك وسحب الأعضاء (الشكل رقم ٨٩,٨). ويبين الشكل رقم (٨٩,٩) أداة تنظير داخلي لوضع المشابك. تُستخدَم بشكل عام أجهزة الإرواء (أو أجهزة الشفط) أيضاً. تتضمن الأدوات المُستعمَلة للقطع والتخثير في عمليات تنظير البطن مقصات ميكروية، وملاقط وأدوات تشريح ذات تخثير كهربائي، ومجسات سَخَّان، وأجهزة ليزر.

الشكل رقم (٨٩,٨). أداة تنظير داخلي: ملاقط بابكوك داخلية للخياطة الآلية (Autosuture Endo Babcock graspers).



الشكل رقم (٨٩,٩). أداة تنظير داخلي: واضع مشبك داخلي للخياطة الآلية (Autosuture Endoclip applier).

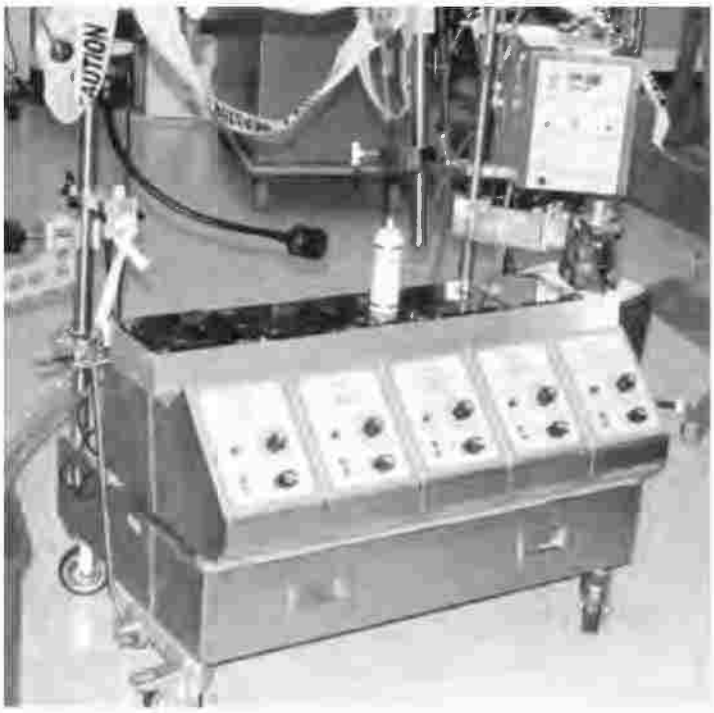
أجهزة القلب–الرئة (المجاوزة) Heart-Lung Machines (Bypass)

إن جهاز القلب–الرئة (الشكل رقم ٨٩,١٠) هو جهاز يقوم بعمل كل من القلب (أي يضخ الدم) والرئتين (أي يؤكسج الدم) خلال جراحة القلب المفتوح على سبيل المثال (Galletti and Colton, 1995). إن الوظيفة الأساسية للجهاز هي أكسجة دم التغذية الوريدي للجسم ومن ثم ضخه ثانية في النظام الشرياني. يتم تحويل الدم العائد إلى القلب عبر الجهاز قبل إعادته إلى الدوران في الشرايين. تشمل بعض المكونات الأكثر أهمية لهذه الأجهزة المضخات والمؤكسجات ومنظمات درجة الحرارة والمرشحات. كما يوفر جهاز القلب– الرئة الشفط من داخل القلب والترشيح والتحكم في درجة الحرارة.

مخطط صدى القلب عبر المري Transesophageal Echocardiogram

إن جهاز تخطيط صدى القلب عبر المري هو جهاز يستخدم تكنولوجيا الأمواج فوق الصوتية لتصوير الهياكل التشريحية والفيزيولوجيا القلبية الوعائية (Schluter and Hanrath, 1984). يستخدم هذا الجهاز مجساً فوق صوتي يتم إدخاله في المريء والمعدة لتصوير القلب والأوعية الدموية المرتبطة به. يتجنب المنظور الداخلي تداخل الهياكل التشريحية للصدر التي تتم مصادفتها في مخططات صدى القلب الخارجية. وبما أن المريء يقع تماماً خلف القلب فإن هذه الرؤية المتخصصة تكون واضحة. يستخدم جهاز تخطيط صدى القلب عبر المريء نفس تكنولوجيا موجة الصوت المُستخدَمة في تخطيط صدى القلب النظامي. يصدر المجس فوق الصوتي أمواجاً فوق صوتية ذات تردد معين

على الهدف المُراد تصويره، ومن ثم يتم كشف تردد الموجة العائدة بواسطة مبدِّل. يتم تحديد خصائص الهيكل من خلال تحليل التردد العائد، ويتم تحويل الإشارات إلى صور محوسبة.



الشكل رقم (٨٩,١٠). جهاز القلب–الرئة نوع Stockert-Shiley تحت التجريب في المختبر.

كثيرا ما تُستخدَم أجهزة تخطيط صدى القلب عبر المريء لمراقبة القلب أثناء الجراحة. وتشمل الاستخدامات الأخرى المشتركة البحث عن خلل في القلب أو الأوعية الدموية الرئيسية التي يمكن أن تكون مسؤولة عن التسبب في السكتة القلبية؛ والبحث عن التهابات في صمامات القلب؛ وتقييم الأبهر فيما يتعلق بتمزق في جداره.

حافظات الخلايا Cell Savers

إن حافظة الخلية هي جهاز يجمع ويعيد دم المريض الذي قد يتم فقدانه بخلاف ذلك أثناء العملية الجراحية. يُشار إلى هذه العملية "بالنقل الآلي للدَّم". تستقبل حافظة الخلية الدم المُراد إنقاذه، الذي تم شفطه من الموقع الجراحي. بعد ذلك يمر الدم عبر مرشحات لإزالة البقايا الجراحية والخلوية. وتُستخدَم تكنولوجيا الطرد المركزي لفصل خلايا الدم الحمراء الأثقل الحاملة للأكسجين عن العناصر الأخرى في الدم. يتم معالجة خلايا الدم الحمراء وتخزينها من أجل النقل الآلي للدَّم.

الناظمات وناظمات الخطى Pacers and Pacemaker

إن ناظم الخطى هو مولد نبضات كهربائية مُصمَّم لدعم النشاط الكهربائي للقلب (Greatbatch and Seligman, 1988). يمكن زراعة ناظم الخطى داخل المريض أو استخدامه خارجياً. تُستخدَم ناظمات الخطى الخارجية المؤقتة عادة في عمليات القلب والأوعية لعلاج أمراض القلب مثل بُطْء القلب، اضطراب النَّظْم الأذيني و/أو البطيني، وتوقف القلب.

يتألف ناظم الخطى الأساسي من مولد النبضات والمُبَرْمِج والمسرى. يتكون مولد النبضات من مصدر الطاقة والدارات الكهربائية التي تتحسس للنشاط الكهربائي للقلب وتولِّد الخرج. يسمح المُبَرْمِج للطبيب بضبط متغيرات النَظْم مثل معدل النبضات والمطال والمدة وحساسية كشف النبضات. إن المسرى هو سلك معزول يحمل الإثارة من ناظم الخطى إلى القلب ومن ثم يعيد إشارة الـ ECG إلى ناظم الخطى.

أجهزة مساعدة البطين Ventricular Assist Devices

إن الهدف الأساسي لجهاز مساعدة البطين (VAD) هو دعم الدوران. عندما تكون عضلة القلب متضررة، فإن القلب غير قادر على الحفاظ على النتاج القلبي وضغط الدم المطلوبين للحفاظ على تدفق الدم. يتم زرع VAD لتخفيف عبء عمل عضلة القلب. وهناك استخدام آخر لـ VAD هو مساعدة البطين. إن المرضى الذين لديهم ضعف في القلب، يمكن عكسه إذا تم إعطاء القلب الوقت الكافي للتعافي، مرشحين لتركيب VAD. إن استخدام الـ VAD شائع أيضاً بعد خضوع المرضى لعملية تركيب مَجازَة قلبية رئوية أو أية جراحة أخرى لقلب مُصاب. ويمكن أن يساعد الـ VAD في شفاء البطين الأيمن أو الأيسر (RVAD أو LVAD) أو كلا البطينين (BIVAD). يقوم الـ LVAD بتحويل الدم إما من الأذين الأيسر أو البطين الأيسر وإرساله بواسطة مضخة ومن ثم إعادته إلى الأبهر. يعمل الـ RVAD بالطريقة نفسها من خلال تحويل الدم من الأذين الأيمن وإعادته إلى الشريان الرئوي.

المجاهر Microscopes

لقد أصبح المجهر الجراحي أداة قيِّمَة في غرفة العمليات وذلك نظراً لانتشار العمليات الجراحية المجهرية من خلال التخصصات الجراحية المختلفة. تُستخدَم المجاهر لتوفير الإضاءة والتكبير من أجل عرض الأجسام أثناء العمليات الجراحية الدقيقة والمعقدة. تُستخدَم هذه الأجهزة عموماً عند إجراء عمليات، مثل جراحة الأعصاب، تكون فيها الهياكل صغيرة للغاية ولا يمكن رؤيتها بوضوح بالعين المجردة في أغلب الأحيان. تحتوي المجاهر الجراحية عموماً على: العدسات العينية، ومصادر الضوء، وكابلات الألياف البصرية، وآليات التركيز. يجب أن تكون

المجاهر الجراحية مجهَّزة بنظام تركيب أو دعم من أجل استخدامه في المجال الجراحي. وهناك مجموعة متنوعة من أنظمة الدعم المتاحة، بما في ذلك الحوامل الأرضية المتحركة والتركيبات السقفية.

السلامة في غرفة العمليات

Safety in the Operating Room

إن الأخطار المرتبطة بالأجهزة الطبية والعمليات الإكلينيكية والخطأ البشري هي الاهتمام الرئيسي للمهندس الإكلينيكي (انظر الفصل ٥٥). إن انتشار التجهيزات الطبية والكادر الطبي في الـ OR، إلى جانب قابلية إصابة المريض الجراحي، يؤدي إلى نشوء بيئة تتطلب إجراءات وقائية إضافية. إن الأخطار المحتملة المرتبطة بأجهزة غرفة العمليات والتكنولوجيات واسعة جداً ويمكن مصادفتها في أشكال كثيرة. يمكن للتجهيزات الطبية على سبيل المثال أن تشكِّل أخطار كهربائية و/أو ميكانيكية للمرضى والكادر. إن المريض الذي تنخفض مقاومته الطبيعية لتدفق التيار (ربما بسبب اتصال جراحي إلى جهاز طبي) مُعَرَّض بشكل خاص للأخطار الكهربائية. إن الأجهزة التي هي في طبيعتها ميكانيكية، مثل أسِرَّة النقل، وطاولات الجراحة، تشكِّل أيضاً خطراً على المرضى والكادر إذا لم يتم استخدامها والمحافظة عليها بشكل سليم. إن تنفيذ برنامج لضمان سلامة الأجهزة الطبية وإدارة المخاطر هو مسؤولية قسم الهندسة الإكلينيكية، ويجب أن يشمل هذا البرنامج الصيانة الوقائية والتفتيش على الأجهزة والأنظمة الطبية. كما يجب أن يتفق هذا البرنامج مع مجموعة الكودات والمعايير التي تحددها الوكالات التنظيمية مثل NFPA، ومختبرات Underwriters Laboratories (UL) وقانون الصحة والسلامة المهنية (OSHA)، واللجنة المشتركة لاعتماد منظمات الرعاية الصحية (JCAHO).

تتضمن المخاطر الأخرى المرتبطة بالتكنولوجيا في غرفة العمليات الأخطار البيئية، مثل انتشار العدوى بسبب الترشيح السيئ لهواء غرفة العمليات؛ والأخطار البيولوجية الناجمة عن ممارسات التعقيم السيئ؛ والأخطار الإشعاعية من الأجهزة التشخيصية والعلاجية التي تُطلِق الإشعاع (Bronzino, 1992).

يزيد النقص في المعرفة والاتصال ضمن الكادر الإكلينيكي من احتمال وقوع إصابات في غرفة العمليات بشكل كبير. إن الدراية بالأجهزة الطبية والعمليات الفنية والوعي لإجراءات الطوارئ هي عوامل رئيسية في تفادي الإصابة. ولتحقيق هذه المتطلبات يجب على المهندس الإكلينيكي توفير تدريب مستمر للمستخدم على التجهيزات الجديدة أثناء الخدمة أو المشاركة فيه والإبلاغ عن الحوادث والتقييم.

يتطلب التحضير الكافي أن يكون الكادر الطبي مُدرَّباً على الاستجابة لحالات الطوارئ التالية (انظر الفصل ١١٦):

- الكوارث الخارجية (المجتمع).
- الحرائق.

- فشل نظام بالمنشأة (على سبيل المثال: الطاقة الكهربائية، أو الغازات الطبية، أو أنظمة الاتصالات، أو المصاعد، أو الصرف الصحي، أو التغذية بالبخار، أو فقدان المياه أو تسريبها، أو التدفئة والتهوية وتكييف الهواء (HVAC)).
- التلوث بالمواد الخطرة (على سبيل المثال، كيميائية أو بيولوجية أو إشعاعية).
- خطر الحد من العدوى.

وظائف الهندسة الإكلينيكية Clinical Engineering Roles

إن الهندسة الإكلينيكية هي تطبيق التكنولوجيا لتحسين جودة الرعاية الصحية في مرافق الرعاية الصحية. تكمن مسؤولية المهندس الإكلينيكي في تطبيق المبادئ الهندسية لفهم وتطوير والتحكم والحفاظ على التقنيات والأنظمة والعمليات الطبية. كما أن ضمان سلامة المرضى والكادر هي أيضاً في صميم مسؤوليات المهندس الإكلينيكي. يمكن أن يختلف دور أقسام الهندسة الإكلينيكية فيما بين المؤسسات باختلاف الموارد والخدمات. يلعب بعض أقسام الهندسة الإكلينيكية دوراً فاعلاً في تطبيق التكنولوجيا من أجل رعاية المرضى، في حين تكون الأقسام الأخرى عبارة عن ورشة "إصلاح" بشكل أساسي. تميل المؤسسات الصغيرة إلى أن يكون لديها قسم هندسة إكلينيكية مركزي يخدم المرفق بكامله. ومن ناحية أخرى، فقد تُخصِّص المؤسسات الكبيرة مجموعات لأقسام محددة داخل المستشفى.

إن غرفة العمليات هي تحدٍ من نوع خاص للمهندس الإكلينيكي. إنها منطقة وفيرة بالتكنولوجيات المعقدة. يجب أن يفهم المهندس العمليات والمصطلحات الجراحية بالإضافة إلى توفير الخبرات التكنولوجية، وذلك من أجل توفير الدعم المناسب لغرفة العمليات. كما أن الأخلاق والروح المهنية هي أيضاً خصائص حيوية في هذا المجال. يجب أن يكون أعضاء قسم الهندسة الإكلينيكية مدركين لتأثيرهم على عملية رعاية المرضى والسلامة عموماً في غرفة العمليات.

إن تقييم وإدخال التكنولوجيا الجديدة هي وظيفة رئيسية للمهندس الإكلينيكي. تتضمن عملية شراء التجهيزات الطبية تحديد الاحتياجات للتجهيزات، وانتقاء مواصفات التجهيزات والموردين وعرض التجهيزات للمستخدمين وشراء التجهيزات وإعدادها للاستخدام وتدريب الكادر والتركيب. يتم توفير الأجهزة والتكنولوجيات الطبية من أجل تعزيز الرعاية الجيدة للمرضى بعد ضمان فعالية التكلفة. تعمل المستشفيات عموماً بموارد مالية محدودة مع طلب متنامٍ على الخدمات الطبية. لذا فمن الأهمية بمكان بالنسبة للمهندسين الإكلينيكيين التخطيط بعناية للقيام باستثمارات في التكنولوجيا الطبية والحفاظ على التجهيزات بعد الشراء. يجب على المهندس

الإكلينيكي أيضاً أن يضع في الاعتبار الكودات والمعايير التي طبقتها الوكالات التنظيمية على تكنولوجيا الرعاية الصحية.

يتطلب اعتماد غرفة العمليات على التكنولوجيا من أجل رعاية المرضى أن تكون التجهيزات الطبية موثوقة ومتوفرة. إن المهندس الإكلينيكي مسؤول عن التأكد من صيانة التجهيزات بشكل صحيح. وهناك حاجة للصيانة الوقائية وعمليات التفتيش المجدولة للتقليل من الأعطال إلى الحد الأدنى والتحقق من قيام الأجهزة بوظائفها وكذلك لمنع الإصابات ذات الصلة بالأجهزة. ينبغي صيانة الأجهزة الاحتياطية وقطع الغيار من أجل جميع التجهيزات الحيوية.

يجب وضع سجلات الجرد بنظام من أجل إدارة أصول غرفة العمليات. إن قاعدة البيانات الكمبيوترية هي الأداة الأساسية لإدارة البيانات مثل قوائم جرد التجهيزات وقوائم جرد قطع الغيار والجداول الزمنية للفحص. ينبغي أيضاً تخزين سجلات الإصلاح والأداء الخاصة بكل جهاز للرجوع إليها في المستقبل. يمكن أن تشمل المسؤوليات الأخرى للمهندس الإكلينيكي تصميم الجهاز وإدارة المشاريع ووضع الميزانيات وتدريب الكادر والتحقيق في الحوادث وتصميم المنشأة.

الاستنتاج
Conclusion

إن غرفة العمليات هي قسم معقد يؤدي دوراً أساسياً ضمن مرافق الرعاية الصحية. تضم هذه البيئة مجموعة واسعة من المهنيين الإكلينيكيين والتكنولوجيات الطبية والأنظمة المعقدة. يُعتبر المهندس الإكلينيكي، بوصفه خبيراً فنياً، عنصراً أساسياً بالنسبة لفعالية وسلامة مرافق الرعاية الصحية. يجب على المهندس الإكلينيكي المحافظة على معرفة وافية بالأجهزة الطبية والإجراءات والممارسات الإكلينيكية وأنظمة المنشأة والتوجيهات المتعلقة بالسلامة، وذلك لدعم غرفة العمليات بفعالية.

المراجع
References

AIA. Guidelines for Design and Construction of Hospital and Health Care Facilities. Washington, DC, The American Institute of Architects Press, 1996.

BMET Certification Course. Mercer Island, WA, Morse Medical, Inc.

Bronzino JD. Management of Medical Technology: A Primer for Clinical Engineers. Boston, MA, Butterworth-Heinemann, 1992.

Bronzino JD. The Biomedical Engineering Handbook. Boca Raton, FL, CRC Press, 1995.

Brooks DC. Current Techniques in Laparoscopy. Philadelphia, PA, Current Medicine, 1994.

Calkins JM. Anesthesia Machines. In Bronzino JD (ed). The Biomedical Engineering Handbook. Boca Raton, FL, CRC Press, 1988.

De Richmond AL, Bruley ME. Head and Neck Surgical Fires. In Eisele DW (ed). Complications in Head and Neck Surgery. St. Louis, MO, Mosby, 1993.
Dorsch JA, Dorsch SE. Understanding Anesthesia Equipment. Baltimore, Williams & Wilkins, 1984.
Eichorn JH, Ehrenwerth J. Medical Gases: Storage and Supply. In Ehrenwerth J, Eisenkraft J (eds). Anesthesia Equipment: Principle and Applications. St. Louis, MO, Mosby, 1993.
Feinberg BN. Handbook of Clinical Engineering Volume 1. Boca Raton, FL, CRC Press, 1980.
Galletti PM, Colton CK. Artificial Lungs and Blood-Gas Exchange Devices. In Bronzino JD (ed). The Biomedical Engineering Handbook. Boca Raton, FL, CRC Press, 1995.
Gardner TW. Health Care Facilities Handbook, 6th Ed. Quincy, MA, National Fire Protection Association, 1999.
Garrett HMS. Surgeon's Reference for Minimally Invasive Surgery Products. Montvale, NJ, Medical Economics Data Production Co.
Gerhard GC. Electrosurgical Unit. In Webster JG (ed). Encyclopedia of Medical Devices and Instrumentation. New York, Wiley, 1988.
Greatbatch W, Seligman LJ. Pacemakers. In Webster JG (ed). Encyclopedia of Medical Devices and Instrumentation. New York, Wiley, 1988.
Judy MM. Biomedical Lasers. In Bronzino JD (ed). The Biomedical Engineering Handbook. Boca Raton, Florida, CRC Press, 1995.
Laufman H. Surgical Management: Developments in Operating Room Design and Instrumentation. In Ray CD (ed). Medical Engineering Year Book, Year Book Medical Publishers, 1974.
NEC. National Electrical Code. Quincy, MA, National Fire Protection Association, 2003.
NFPA. Manual on Fire Hazards in Oxygen-Enriched Atmospheres. NFPA 53. Quincy, MA, National Fire Protection Association,
Powers SK. Laser Surgery. In Webster JG (ed). Encyclopedia of Medical Devices and Instrumentation. New York, Wiley, 1988.
Schatt S. SAMS Understanding Series, 3rd ed. Prentice Hall Computer Publishing, 1992.
Schluster M, Hanrath P. The Clinical Application of Transesophageal Echocardiography. Echocardiography 1:427, 1984.
Siedband MP. In Webster JG (ed). Medical Instrumentation: Application and Design, 2nd Ed. Boston, Houghton Mifflin Company, 1992.
Square D. Hospital Isolated Power Systems. Product Data Bulletin No. 4800PD9701, June 1997.
Tacker WA. Electrical Defibrillators. In Webster JG (ed): Encyclopedia of Medical Devices and Instrumentation. New York, Wiley, 1988.
Vaughan MS. Temperature Measurement in the Clinical Setting. In Webster JG (ed). Encyclopedia of Medical Devices and Instrumentation. New York, Wiley, 1988.