٩٣

طب الفترة المحيطة بالولادة

Perinatology

Vinnie De Francesco
Clinical Engineer, Biomedical Engineering Department Hartford Hospital
Hartford, CT

إن طب الفترة المحيطة بالولادة هو تخصص يتضمن الرعاية الطبية والعلاج للرضيع والأم مباشرة قبل وأثناء وبعد الولادة. وهذا الوقت في معظم حياة الناس هو أسعد وقت يمضونه في المستشفى. يركّز هذا الفصل على البيئات والتكنولوجيات التي تواجهها الأم والطفل قبل وأثناء وبعد الولادة.

لقد تغيرت بيئة المخاض والولادة (L&D) في المستشفى تغيراً كبيراً خلال السنوات الأخيرة بسبب التقدم التكنولوجي، إلاّ أن معظم التغييرات البيئية في هذا المجال كانت جمالية. إن التغيرات الجمالية هي تلك التي تُعتبر أكثر راحة للمرضى. إن التغيرات البيئية المرتبطة بوحدة العناية المركّزة لحديثي الولادة (NICU) ووحدة العناية المركّزة للأطفال (PICU) تميل إلى أن تكون أكثر عمومية. ومع ذلك، وبالنظر إلى التركيز على رعاية المريض والفعالية والسلامة، فإن هذه التغييرات وإعادة التصاميم فعالة للغاية. في هذه الحالة، يمكن للمريض أن يكون طفلاً يتراوح من الخديج إلى الشاب المراهق.

يشبه فهم المنطقة ووظيفتها إلى حد كبير فهم المخططات لنظام أو جهاز طبي. وقد حددت المناطق المختلفة مخططات الفرش التكنولوجي. إن الفهم الدقيق المُرتبط بتدفق المرضى هو أمر حاسم في التخطيط والتصميم ومراحل التنفيذ لوحدة المخاض والولادة (L&D). وحالما يتم فهم مخطط الفرش التكنولوجي، فإنه من المهم الأخذ في الاعتبار مناطق الدعم المطلوبة. إن مناطق الدعم من موقع معين مهمة لتوفير رعاية فعالة وفي الوقت المناسب للمريض ولا تقل أهمية عن مخطط الفرش التكنولوجي من أجل وظيفة المنطقة. إن تخطيط وترتيب الغرفة الفردية (حتى داخل نفس القسم، مثل الـ L&D) يمكن أن تختلف اختلافاً كبيراً. وعلاوة على ذلك، بالإضافة إلى الفروقات بين غرف المرضى الفردية، فإنه يمكن أيضاً للمناطق الإكلينيكية المختلفة ومناطق الدعم المتعددة أن تختلف. وتتم مناقشة اتجاه التجهيزات والتخزين ضمن التصاميم المختلفة للغرفة.

ينبغي أن يكون المرفَق مُصمَّم لدعم الخدمات المختلفة واحتياجات التجهيزات لكل منطقة إكلينيكية. تمت في هذا الفصل مناقشة التكنولوجيا المهمة والواضحة جداً لأنظمة أمن الرُضَّع وتنفيذها واندماجها في البنية التحتية الموجودة للمرفَق. وتمت كذلك مناقشة العلاقة المعقدة بين تبادل البيانات والبنية التحتية للمرفق الإكلينيكي وتكنولوجيات الجهاز الطبي. تختلف أنظمة الغازات الطبية والتخلية (vacuum) في المناطق الإكلينيكية، وذلك اعتماداً على العمليات التي يتم إجراؤها في الغرف. ومن اهتمامات المرافق الأخرى ضبط المناخ وتوزيع الطاقة الكهربائية.

تتراوح التكنولوجيات المختلفة للجهاز الطبي في مناطق طب الفترة المحيطة بالولادة بشكل واسع في تعقيدها وحساسيتها. ويعتمد استخدام هذه التكنولوجيات على احتياجات المريض والخدمات الإكلينيكية المُقدَّمة (Schreiner, 1981). تتطلب التكنولوجيات الطبية التي تم وصفها في هذا الفصل (على سبيل المثال، أجهزة المراقبة، وأجهزة التدفئة المُشِعَّة، وأجهزة التنفس الاصطناعي) معلومات دعم فني لاستخدامها بصورة فعالة. وتشمل بعض التكنولوجيات الناشئة التي تمت مناقشتها السجل الطبي الإلكتروني وأجهزة مراقبة توقف التنفس المتطورة.

البيئة المتغيرة للولادة

The Changing Environment of Childbirth

كانت الولادة حتى أوائل القرن العشرين مجال المرأة. وكن النساء الحوامل يلدن في المنزل عموماً مع غيرهن من النساء اللواتي كن يحضرن الولادة. ولم تكن أدوية التخدير والمسكنات مُستخدَمة. بحلول أربعينيات وخمسينيات القرن العشرين توافدت النساء إلى المستشفيات للولادة تحت رعاية الأطباء الذكور. لقد كانت الممارسة المُتبعة في المستشفى هي تخدير النساء أثناء المخاض لتقليل الألم إلى الحد الأدنى أو إزالته أثناء الولادة. وكان يتم إبعاد الوالد المُترقِّب إلى غرفة الانتظار لحمايته من "الواقع الشنيع" للولادة. خلال ذلك الوقت طوَّر الدكتور Ferdinand Lamaze في فرنسا "الولادة من دون ألم" (المعروفة الآن بطريقة Lamaze) بناء على مراقباته لامرأة في الاتحاد السوفيتي تلد من دون تخدير. اكتسبت طريقة Lamaze شعبية في الولايات المتحدة بعد ما كتبت Marjorie Karmel عن تجربتها في التوليد باستخدام طريقة Lamaze في كتاب عام ١٩٥٧م، "شكراً لك دكتور Lamaze". وبحلول سبعينيات القرن العشرين كانت "الولادة الطبيعية" في رواج. على الرغم من أن معظم النساء استمروا في الولادة في بيئات المستشفيات، فقد كان الأزواج منجذبين إلى طريقة Lamaze. بدأت النساء المطالبة ببدائل عن البيئة المُعقَّمة للمستشفى وبرودتها، وطاولات الولادة القاسية والرِّكابات (stirrups). أخيراً، فقد اعتبر كثير من النساء ومؤيدو الولادة الطبيعية أن الولادة عملية طبيعية ينبغي أن تحدث في بيئة دافئة بحضور الأسرة. لقد ازدادت مطالبة المُستهلك بالتغيير، وأسفرت عن إحداث تغييرات في ممارسات المستشفى. ففي الوقت الذي كانت فيه الولادة الطبيعية تكتسب اعترافاً وشعبية، كان الأطباء يحرزون تقدماً في السيطرة على الألم أثناء المخاض. لقد بدَّل تطوير تخدير فوق الجافية بشكل جذري تجربة الولادة بالنسبة للنساء. فجأة، أصبح بإمكان المرأة الحصول على ضبط للألم بواسطة الأدوية دون فقدان

الوعي أو اليقظة بالنسبة للولادة، ودون ولادة طفل راكد "مُخدَّر". وحتى النساء اللواتي يتطلبن عملية قيصرية لم يعد هناك ضرورة لإخضاعهن إلى التخدير العام الذي حرمهن من الوعي والشعور بلحظة قدوم الطفل. لا يزال هناك الكثير بخصوص الولادة الطبيعية والطريقة المثلى، والغالبية العظمى من النساء في الولايات المتحدة يلدن في المستشفيات. بالإضافة إلى ذلك، يبقى معظم الرجال بجانب شركائهن أثناء الولادة.

إن ما تغير في الآونة الأخيرة في بيئة المستشفى هو بيئة المخاض والولادة (L&D) نفسها. فقد بذلت المستشفيات جهوداً كبيرة لجعل تجربة الولادة تحدث في بيئة دافئة مع حضور الأسرة. تحدث اليوم المراحل النهائية للمخاض والولادة في غرفة واحدة. وفي بعض الحالات، تُستخدَم الغرفة أيضاً كمنطقة إنعاش. تحتوي غرف الـ L&D على جميع التجهيزات اللازمة لعملية الولادة مع الحفاظ على المظهر السّار. إن كل شيء بدءاً من نظام الألوان إلى الأثاث يخلق بيئة دافئة وهادئة، ومع ذلك، لا تزال هناك حاجة إلى الالتزام بمعايير المستشفيات. لا يملك المرء في المنزل تجهيزات طبية (عادة)، أو منافذ للغاز الطبي، أو سريراً مع مساند الركب (الرِّكابات). ولذلك كان التحدي توفير هذه الموارد الضرورية دون إحداث تغييرات كبيرة في البيئة. ابتكر مصمِّمو البيئة الداخلية والمهندسون المعماريون، أساليب لإخفاء الأجهزة الطبية، بالإضافة إلى طريقة لاسترجاعها بسرعة عند الحاجة. يمكن وضع معظم التجهيزات في خزائن موضوعة على الجدار فوق رأس السرير. ويمكن إخفاء مساند الركب تحت سرير المريض. ولكن الآثار السلبية لهذه التغيُّرات الجمالية يمكن أن تؤدي بالتجهيزات الطبية إلى تجاوز المستويات التشغيلية. على سبيل المثال، قد يتعرض جهاز مراقبة الجنين في الخزانة إلى حرارة زائدة بسبب انعدام التهوية. وينبغي أيضاً أخذ مواصفات الأجهزة الطبية، مثل الحد الأقصى لدرجة الحرارة التشغيلية وإنتاج الحرارة، في الاعتبار من قبل المهندسين المعماريين الذين يصمِّمون الخزائن.

لقد عالجت التغيرات البيئية للـ NICU أو الـ PICU احتياجات البيئة الطبيعية لمرضاها. وقد تغيرت البيئات العامة لأطفال المستشفيات لتكون أكثر ملاءمة للأطفال. يبذل المصممون والمهندسون المعماريون جهداً كبيراً للنظر من خلال أعين الطفل، ومن مستوى الطفل. وتتركز جهودهم على إبقاء الأطفال منشغلين إلى الحد الذي لا ينظرون فيه إلى المستشفى على أنه مكان سيئ أو مؤلم. كما يتم التركيز بشكل كبير على خلق بيئة سلمية وهادئة بواسطة أجهزة مثل رقائق السقف الصوتية والإضاءة المُتوهِّجة غير المباشرة.

تدفق المرضى والفرش التكنولوجي
Patient Flow and Floor Plan

يمكن أن تكون تجربة المريض في وقت المخاض محمومة للغاية، على الرغم من أن الأم المُنتظرة للمولود والعائلة ربما كانوا يستعدون لهذه اللحظة منذ ٨–١٠ أشهر سابقة . يمكن للفرش التكنولوجي الفعال والكاف أن يكون مفيداً للأم المُنتظرة للمولود وعائلتها والمستشفى بشكل عام. إن لدى المستشفى إجراءات محددة يجب اتباعها لتوفير الدعم المطلوب لإنجاب المولود الجديد وضمان رفاهة الأم.

ما قبل المخاض والمخاض والولادة وما بعد الولادة Prelabor, Labor, Delivery, and Postpartum

عندما تصل الأم المنتظرة للمولود إلى المستشفى، فإنه يتم على الأرجح إرسالها إلى مكتب القبول، أو إلى منطقة ما قبل المخاض في قسم الـ L&D. تضم منطقة ما قبل المخاض بشكل عام قسمين منفصلين: منطقة القبول وغرفة المريضة. تحتوي منطقة القبول على مكتب مراقبة حيث يمكن للكادر الإكلينيكي مراقبة الأم المنتظرة للمولود في غرفتها في حين يتم جمع معلومات المريضة الضرورية من الوالد لإتمام عملية القبول. يقيِّم الأطباء في غرف مرضى ما قبل المخاض الحالة الحقيقية للأم المنتظرة للمولود. قد تعاني المريضة من تقلصات في الرحم تكون في الواقع "مخاضاً خاطئاً" لأنها لا تفتح عنق الرحم كما يفعل المخاض الحقيقي. عند هذه النقطة، يمكن للطبيب اتخاذ القرار بقبول المريضة أو إرسالها إلى منزلها. ينبغي أن يكون الموقع الفعلي لمنطقة ما قبل المخاض قريباً نسبياً إلى مكتب قسم/قبول الطوارئ، أو على الأقل ضمن مسافة قصيرة سيراً على الأقدام. تكون غرف الـ L&D في معظم المستشفيات مجاورة لمنطقة ما قبل الولادة، لأنها في معظم الحالات هي الموقع الذي سوف تلد فيه الأم المنتظرة للمولود. ويمكن للمريضة تجاوز منطقة ما قبل المخاض عندما تكون علامات المخاض حاضرة بشكل واضح ويمكنها الذهاب مباشرة إلى غرف الـ L&D، حيث إنها تمر بمرحلة المخاض وتلد الطفل. يمكن أن يكون لهذه المنطقة مكتب مراقبة أيضاً حيث يكون الشخص الإكلينيكي حاضراً لأداء نفس الواجبات التي يتم أداؤها في منطقة ما قبل المخاض. تقع منطقة الـ L&D عادة في المركز لكل مناطق التوليد، ومركز منطقة الـ L&D هو منطقة المراقبة الإكلينيكية. هذه المنطقة هي المكان الذي يقوم فيه الكادر الطبي بتسجيل وتوثيق تقدُّم المريضة أثناء عملية المخاض. كما يقيِّم الكادر الطبي ويقرِّر كيفية سير عملية المخاض وفيما إذا كان ينبغي التدخل أو ينبغي إعطاء أية أدوية للألم.

من الناحية المثالية، يقرر الطبيب الولادة القيصرية إذا كان (أو كانت) متأكد من أن الولادة الجراحية ستكون أكثر أماناً للأم والمولود. إن الولادة القيصرية هي واحدة من الولادات التي يتم فيها إخراج الطفل من خلال شق جراحي في بطن الأم بدلا من ولادته عن طريق المهبل. وهذا النوع من الولادات هو عملية جراحية تُجرى عادة في غرفة العمليات. وقد خصَّصت معظم المستشفيات غرف عمليات للعمليات القيصرية أو غيرها من العمليات التي قد تنشأ أثناء المخاض. وكما هو الحال مع أي عملية، فإنه يتم مراقبة المريضة بعناية، ويكون الكادر الجراحي مستعد لأي طارئ. تقع غرف العمليات عادة متاخمة لغرف المخاض والولادة من أجل النقل السريع في حالات الطوارئ. وفي الحالة غير الطارئة، يتم البدء بإجراءات ما قبل الجراحة بهدوء.

ومع ذلك يمكن أن تكون فترة ما قبل الجراحة في حالة الطوارئ سريعة إلى حد بعيد ويمكن أن تظهر الفوضى حيث يهرع الموظفون في المستشفى لاستكمال جميع المهام الضرورية بسرعة. عادة، يتم البدء ببعض إجراءات ما قبل الجراحة في غرفة الأم قبل نقلها إلى الجناح الجراحي. بعد الجراحة فوراً، يتم عادة نقل المرأة بواسطة عربة ذات

عجلات إلى غرفة الإنعاش، التي تقع عادة في غرف العمليات أو مجاورة لها. تقضي المرأة عادة حوالي ساعة واحدة في الإنعاش. ثم تُنقل إلى غرفة في وحدة ما بعد الولادة. ومع التغيُّرات في سياسات استرداد التأمين، تقضي معظم النساء ثلاثة أيام فقط في المستشفى بعد الولادة القيصرية، وحوالي يومين بعد الولادة المهبلية.

مناطق الدعم Support Areas

ينبغي الأخذ في الاعتبار عدة مناطق دعم حاسمة عند تقييم تدفق المرضى والفرش التكنولوجي لوحدة الـ L&D. وتشمل هذه الاعتبارات الصيدلية وغرفة إجراء التخدير والهندسة الإكلينيكية وتخزين التجهيزات. يمكن أن تسبب التقلصات عدم ارتياح كبير أثناء المخاض، وتؤدي هذه التقلصات بالمرضى إلى طلب أدوية مضادة للألم. يقوم الطبيب باختيار الأدوية الأكثر مناسبة، مع مراعاة الحالة الطبية للأم وطفلها. يتم في المستشفى مراقبة هذه الأدوية وإعطائها من قبل صيدلي وطبيب التخدير. تقع غرفة إجراء التخدير عادة في المنطقة نفسها التي تقع فيها غرف العمليات لتسهيل إعطاء التخدير إذا لزم الأمر. يوزِّع الصيدلي الأدوية التي يختارها الطبيب؛ وعادة ما تكون هذه الأدوية مسكنات. ويتم إعطاؤها في بعض الأحيان عن طريق الحقن للمساعدة في تخفيف الآلام المرتبطة بالتقلصات. تتكون الصيدلية عادة في وحدة التوليد من محطة للدواء. يمكن لمثل هذه المحطة أن تكون وحدة توزيع أدوية مكتفية ذاتياً، تتطلب عادة مفتاح أو رمز للدخول إليها. تقوم هذه الأجهزة أيضاً بتسجيل وتوثيق الطبيب الذي يعطي الدواء ووقت الإعطاء والمقدار الذي يتم إعطاؤه. قد يكون هناك أكثر من محطة دواء واحدة في وحدات التوليد الكبيرة. تتمثل المسؤولية الرئيسية للهندسة الإكلينيكية بإنشاء وتنفيذ برنامج إدارة تجهيزات لدعم تشغيل الأجهزة الطبية في المستشفى، وقد يكون لديها غرفة أقمار صناعية في طابق التوليد.

على الرغم من أن معظم التجهيزات تقع في غرف المرضى، إلاّ أنه قد تكون هناك حاجة في بعض الأحيان إلى تجهيزات متخصصة وقليلة الاستخدام. وينبغي تخصيص منطقة لتخزين هذه الأجهزة التي لا تُستخدَم كثيراً. كما ينبغي أن تكون مواقع التخزين منتشرة في جميع أنحاء منطقة التوليد بحيث يستطيع الكادر الإكلينيكي الوصول إليها بسرعة عند الحاجة لها.

مخططات الغرف الفردية
Individual Room Layouts

ما قبل المخاض وما بعد الولادة Perlabor and Postpartum

إن المتطلبات العامة لغرفة المريضة بالنسبة لغرفة ما قبل المخاض ومتطلبات غرفة ما بعد الولادة هي مماثلة تماماً لبعضهما. إن المتطلبات هي نفسها بالنسبة لوحدات التمريض الطبية والجراحية. إن الحد الأقصى لاستيعاب الغرفة هو مريضتان، مع حد أدنى مقداره ١٢٠ قدماً مربعاً كمساحة أرضية خالية بالنسبة للغرف التي تضم

مريضتين و١٠٠ قدم مربع للغرفة التي تضم مريضة واحدة. وبالنسبة لأجنحة الولادة القيصرية، فإن الحد الأدنى لمساحة الأرضية الخالية تبلغ ٣٦٠ قدماً مربعاً، و٣٠٠ قدم لغرف الولادة. لا تشمل المساحة الأرضية الخالية المطلوبة غرف الحمامات أو الخزانات الجدارية أو الخزانات ذات الأقفال أو التجاويف الجدارية أو الأثاث. يجب أن يكون هناك حد أدنى من ثلاثة أقدام فيما بين الجانبين ونهاية السرير من جهة القدم، وهناك حاجة إلى مسافة مقدارها أربعة أقدام في حالة غرف نوم المرضى متعددة الأسِرَّة. إن كل غرفة مريضة يُقصد إشغالها لمدة ٢٤ ساعة تحتاج أيضاً إلى أن يكون لها نافذة أو منافذ يمكن فتحها من الداخل. ويجب ترتيب الغرف بحيث تستطيع المريضة الوصول إلى غرفة المرحاض دون الدخول في الممر العام. إن غرفة مرحاض واحدة لا يمكن أن تخدم أكثر من أربعة أسرة، وهناك حاجة في حالة الإنشاء الجديد إلى مرفق لغسل اليدين إذا كانت غرفة المرحاض تخدم أكثر من سريرين. تقع مرافق غسل الأيدي بالنسبة لغرف المرضى على الأرجح في غرف المرضى. يتم فيما يلي مناقشة مواصفات الغازات الطبية وضبط المناخ.

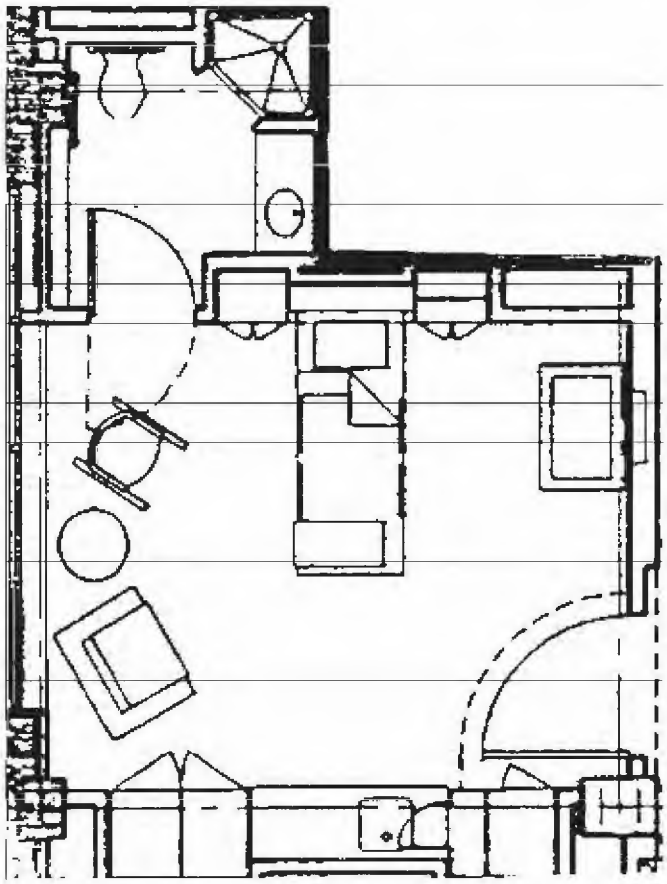
المخاض والولادة Labor and Delivery

إن عملية توجيه التجهيزات لغرفة L&D نموذجية مُبينة في الشكل رقم (٩٣,١)، ويوضع جهاز مراقبة الطفل في خزانة الوحدة الجدارية الرأسية، الموجودة عند رأس السرير. كما أن جهازي تنظيم الشفط والأكسجين موضوعين عند رأس سرير المريض. يتم العثور بشكل عام على أنظمة الرسم البياني الإلكترونية في غرف الـ L&D الجديدة. وفي نفس خزانة الوحدة الجدارية الرأسية يُظهِر الكمبيوتر الرسم البياني الإلكتروني للمريضة في الغرفة، بالإضافة إلى تلك الرسوم للمرضى الآخرين في الوحدة. إن وجود هذه الأجهزة الطبية في الخزانة يعطي بيئة الغرفة منظراً أكثر دفئاً وشبهاً بالمنزل. ومع ذلك، ينبغي للمرء أن يكون على علم بتهوية ومتطلبات تغذية أجهزة المراقبة. ونظراً إلى أن الغرفة تبدو وتعمل بطريقة مختلفة تماماً عندما تكون التجهيزات قيد الاستخدام، على عكس ما هي عليه عندما لا تكون قيد الاستعمال، فإنه يجب تقييم تدفق الأطباء والمرضى في كلتا الحالتين. وبالتحرك في اتجاه عقارب الساعة، بدءاً من السرير (الشكل رقم ٩٣,١)، فإن المرء يرى جهاز تدفئة الرضيع الذي يوضع فيه الطفل حديث الولادة. ربما يحتاج الطفل حديث الولادة إلى غازات طبية وشفط. إن هذه المرافق مُثبَّتة في الجدار وعادة ما تكون مخفية بواسطة لوحة فنية عندما لا تكون قيد الاستعمال. يقع المدخل إلى غرفة الحمام ومرفق غسل اليدين في الجهة المقابلة لنهاية سرير المريضة، ويوجد كذلك تلفزيون وفيديو، مبنيين في خزانات. أخيراً، يتم أيضاً توفير كرسي استلقاء يمكن أن يمتد ليصبح سرير من أجل زوج المريضة أو أي شخص آخر مرافق للأم في هذا الوقت.

الحضانة Nursery

تحتوي منطقة ما بعد الولادة في وحدة التوليد المتطلبات الأساسية الموجودة في مناطق ما قبل المخاض والـ L&D. يحتاج المستشفى الذي يضم ٢٥ سريراً بعد الولادة أو أكثر إلى أن يكون له دور حضانة منفصلة من أجل

الرعاية المستمرة للرُضَّع الذين يتطلبون مراقبة وثيقة. إن الحد الأدنى لمتطلب المساحة الأرضية هو ٥٠ قدماً مربعاً لكل سرير أو حاضنة رضيع. لقد استبدلت معظم المستشفيات دور الحضانة التقليدية بتلك الموجودة في مناطق ما بعد الولادة ومناطق المخاض والولادة والإنعاش وما بعد الولادة (LDRP). إن لدى هذه المناطق نفس الحد الأدنى من المساحة الأرضية والتهوية والطاقة الكهربائية ومتطلبات الغازات والتخلية الطبية التي لدى دار الحضانة الدائم.



الشكل رقم (٩٣,١). الفرش التكنولوجي النموذجي لوحدة مخاض وتوليد.

وحدة العناية المركّزة لحديثي الولادة (NICU) ووحدة العناية المركّزة للأطفال (PICU) NICU and PICU

تعتني الـ NICU والـ PICU بحديثي الولادة والمرضى الأطفال الذين لديهم حالات مرضية حرجة (Klaus and Fanaroff, 1979; Korones, 1981). يجب أن توفر وحدات العناية المركزة المتخصصة هذه التوظيف المناسب، والعزل والنقل الآمن للمرضى، سوية مع دعم الحياة من مناطق المستشفى الداعمة. وهناك حاجة إلى غرفة واحدة على الأقل من غرف الحد من العدوى المنقولة بالهواء مع القدرة على مراقبة التمريض. يعتمد عدد غرف الحد من

العدوى على تقييم مخاطر الحد من العدوى. يجب أن تكون هذه الغرف مُجهَّزة بسرير مريض واحد فقط وحمام ومرافق لغسل الأيدي خاصة بالمريض. ينبغي أن تكون جدران الغرف والأسقف والأرضيات محكمة الإغلاق بحيث لا يستطيع الهواء النفاذ إلى الغرفة من الخارج.

إن أحد الفروق الرئيسية بين معيار وحدة العناية الحرجة والـ PICU هو أنه يجب توفير مكان نوم للوالدين في الـ PICU. بالإضافة إلى ذلك، لا بد من توفُّر غرفة تشاور/عرض في الـ PICU أو بجوارها من أجل المناقشات الخاصة بين الكادر الإكلينيكي والعائلة. ويمكن وضع غرفة الفحص والعلاج بموقع مركزي لخدمة الـ PICU أو منطقة مجاورة مثل الـ NICU. يجب أن تكون المساحة الأرضية ١٢٠ قدماً مربعاً كحد أدنى، ويجب أن تتضمن معدات غسل اليدين، ومرافق تخزين، وسطح عمل أو مكتب للكتابة. ويمكن أن تشمل بعض التجهيزات في غرف العلاج هذه ما يلي: أجهزة مراقبة المرضى، والحاضنات، وأجهزة التنفس الاصطناعي، التي سيتم مناقشتها جميعاً في وقت لاحق في هذا الفصل.

لا بد من وضع غرفة رسوم بيانية/تسجيل ونسخ للكادر الإكلينيكي في جميع هذه المناطق. تصبح التجهيزات اللازمة لدعم هذه الوظائف أكثر تطوراً وتكاملاً مع الأجهزة الطبية. على سبيل المثال، فقد تطورت في العديد من المؤسسات ألواح الكتابة التقليدية المُستخدَمة من أجل الرسم البياني لتقدُّم المريض لتصبح سبورة إلكترونية. تتطلب هذه الأنواع من الأجهزة بنية تحتية إضافية مثل الشبكة التي تتصل مع أجهزة مراقبة المرضى في كل غرفة من غرف المرضى.

البنية التحتية للمرفق
Facility Infrastructure

الأمن Security

بالإضافة إلى الإجراءات الأمنية التي ينفِّذها المستشفى لضمان سلامة المرضى والزوار، فقد قام معظم المستشفيات بتركيب إجراءات أمنية إضافية في منطقة التوليد. إن هذه الأنظمة الأمنية مُرمَّزة بشكل خاص لتعمل مع الوالدين والأطفال حديثي الولادة، للتأكد من أن الأطفال حديثي الولادة يغادرون المناطق المحددة للوحدة فقط مع الوالدين أو الموظفين الإكلينيكيين المخصصين. تعمل معظم الأنظمة باستخدام سوار تعريف (ID) إلكتروني، ينقل إشارة من الطفل حديث الولادة إلى أجهزة الاستقبال الموضوعة عند نقاط الدخول والخروج. ويتم تثبيته على طرف الطفل أو الرضيع مع حزام إنذار يفعِّل جهاز الإرسال. تبين لوحة الإظهار الفرش التكنولوجي للوحدة محددة المواقع أو المناطق المختلفة التي سوف تبلِّغ مرئياً وصوتياً الكادر عند حدوث إي إنذار. بالإضافة إلى لوحة الإظهار، هناك إظهار بالرسوم البيانية (عادة ما يكون مع وظيفة طباعة) يجمع كافة بيانات المُرسِل ويعرض الموقع ورقم المُرسِل

للرضيع أو الطفل المعني. توضع أجهزة المراقبة هذه في مكتب المراقبة أو الغرفة الموضوعة في المركز، كما أنها مُدمجة في لوحة الأمن الرئيسية في مكتب الأمن بالمستشفى. كما يمكن توصيل بعض الأنظمة الأكثر تطوراً إلى المصاعد، مما يجعلها تتجاوز الطابق، ومن ثم تمنع الخروج من الطابق من خلال العزل التام للطابق عن بقية المستشفى.

هناك حاجة إلى نظام استدعاء ممرضات من أجل وحدة التوليد والـ NICU والـ PICU. تضمن هذه الأنظمة التواصل بين المرضى الفرديين في غرفهم والموقع المركزي الذي يشبه مكتب المراقبة. كما أنها تُستخدَم للاتصال بالكادر من غرف المرضى أو الوحدة بأكملها. وبالنسبة لحالات الطوارئ، فإن هناك علب استدعاء يتم تفعيلها بسحب سلسلة وهذه العلب موجودة في غرف حمام المرضى من أجل تفعيل نظام استدعاء الممرضات في مكتب المراقبة. ومن أجل أمن إضافي، تقوم مناطق مختلفة للـ L&D بتركيب ودمج كاميرا فيديو في نظام استدعاء الممرضات وتقع هذه الكاميرا عند مدخل الوحدة، مما يسمح بمراقبة أولئك الذين يطلبون الأذن بالدخول.

تتطلب هذه الأنواع من الأنظمة صيانة وقائية (PM) قليلة. ولضمان تشغيل مثل هذه الأنظمة الأمنية، فإن هناك حاجة إلى فاحص جهاز إرسال، للتحقق من صحة تشغيل أي مُرسِل مع الحساسات في جميع أنحاء الوحدة. ويمكن جدولة هذا النوع من الاختبارات سنوياً. من المهم أن يكون هناك مساحة متاحة، ولوحات (بوردات) استبدال للدارات، ولوحات تحكم، وعلب استدعاء الممرضات من أجل الاستبدال الفوري في حال حدوث عطل ما. وينبغي أن يكون نظام استدعاء الممرضات مُفعَّلاً دائماً لضمان سلامة المرضى.

تبادل البيانات Data Communication

يمكن أن يكون تبادل البيانات معقداً وصعب التنفيذ، وذلك اعتماداً على البنية التحتية الموجودة للمرفق. على الرغم من أنها ليست قضية جديدة في المستشفيات، إلاّ أنه يمكن أن يكون هناك اهتمام بالبنية التحتية مع الأجهزة الطبية في البيئة الإكلينيكية. تستخدم معظم المناطق في المستشفى الشبكات لدمج تطبيقات المستشفى/القسم من أجل جمع البيانات والوصول إلى المعلومات المتعلقة بالمرضى. لقد أنشأ مُصنِّعو التجهيزات الطبية، وبصفة خاصة مُصنِّعو أجهزة مراقبة المرضى، شبكة تبادل بيانات لعرض بيانات المريض. ولقد كان لبروتوكول الاتصال بين الأجهزة الأولوية بالنسبة لمُصنِّعي التطبيقات البرمجية وهو الذي يتم نقله عبر كبل تسلسلي ووصلة RS-232. لقد تم إنشاء الشبكات لجمع بيانات المريض بالزمن الحقيقي من أجهزة متعددة وعرضها في موقع مركزي. تُركَّب شبكات البيانات هذه في البنية التحتية للمستشفيات خصيصاً لهذه الأجهزة الطبية واستثنائياً لبقية شبكات البيانات في المستشفى. وقد أدى وجود هذه الشبكات الاستثنائية إلى شبكة آمنة وموثوقة بالنسبة إلى بيانات المريض الحرجة بالزمن الحقيقي. بما أن هذه الأجهزة موجودة على شبكة استثنائية وعادة ما تكون ملكية خاصة، فإنه لا يمكنها التواصل مع غيرها من التطبيقات والبيانات إلا إذا كانت هذه مُقدَّمة من قبل نفس الصانع باستخدام نفس البروتوكولات. إن هذه الأنظمة محدودة على منطقة معينة، عادة ما تكون إحدى مناطق الرعاية الحرجة مع مسافة

محدودة بين أبعد جهازين أو عقدتين على الشبكة. لقد اعتمد معظم مُصنِّعو التجهيزات الطبية بروتوكولات شبكة قياسية حددتها معايير الـ IEEE 802 (انظر الفصول ٩٧ و ٩٨ و ١٠٢). يسمح هذا بتكامل أكبر مع أجهزة الشبكة القياسية وأنظمة وتطبيقات المستشفى الأخرى.

يحدد البروتوكول الذي تتواصل بواسطته الأجهزة الطبية البنية التحتية المطلوبة. وسوف تحتاج المستشفيات أكثر وأكثر إلى معالجة مسألة كيفية تبادل الأجهزة الطبية لبياناتها في جميع أنحاء المستشفى بشكل موثوق به وبسرعة ودقة وبشكل آمن، وكيف ينبغي دمج تلك المعلومات في السجل الإلكتروني للمريض، الذي يشمل بنوداً مثل تاريخ المريض والعلامات الحيوية وفواتير المستشفى والأطباء.

ضبط المناخ Climate Control

تتشابه متطلبات الرطوبة النسبية ودرجة الحرارة المثالية بالنسبة لمعظم المستشفيات. وتختلف متطلبات التهوية والترشيح في جميع المناطق المحددة في المستشفى. يبين الجدول رقم (٩٣,١) متطلبات المناطق الإكلينيكية التي تمت مناقشتها في هذا الفصل. ومن أجل مواصفات ومعلومات أكثر تفصيلاً عن المناطق الإكلينيكية الأخرى، يرجى الرجوع إلى "المعهد الأمريكي لتوجيهات المهندسين المعماريين" فيما يتعلق بـ "تصميم وبناء المستشفيات ومرافق الرعاية الصحية" أو "الكتاب المرجعي في مرافق الرعاية الصحية" وفقاً لتوجيهات الاتحاد الوطني للحماية من الحرائق (NFPA 99, 90A).

الجدول رقم (٩٣,١). متطلبات المناخ والتحكم لمناطق إكلينيكية مختلفة ضمن مستشفى.

الموقع	علاقة حركة الهواء بالنسبة للمناطق المجاورة	الحد الأدنى لتغييرات الهواء الخارجي في الساعة	الحد الأدنى لتغييرات الهواء الإجمالي في الساعة	إعادة التدوير بواسطة وحدات الغرف	الرطوبة النسبية (٪)	درجة الحرارة التصميمية (درجة فهرنهايت/مئوية)
المخاض/الولادة/الإنعاش		٢	٢			٧٠-٧٥ (٢١-٢٤)
المخاض/الولادة/الإنعاش/ ما بعد الولادة		٢	٢			٧٠-٧٥ (٢١-٢٤)
القيصرية/الولادة	خارج	٣	١٥	لا يوجد	٣٠-٦٠	٦٨-٧٣ (٢٠-٢٣)
غرفة الإنعاش		٢	٦	لا يوجد	٣٠-٦٠	٧٠ (٢١)
حضانة حديثي الولادة		٢	٦	لا يوجد	٣٠-٦٠	٧٥ (٢٤)
PICU		٢	٦	لا يوجد	٣٠-٦٠	٧٠-٧٥ (٢١-٢٤)
NICU		٢	٦	لا يوجد	٣٠-٦٠	٧٠-٧٥ (٢١-٢٤)
غرفة عزل الأمراض المعدية (المنقولة بالهواء)	داخل	٢	١٢	لا يوجد		٧٥ (٢٤)

الغازات الطبية والتخلية (الفاكيوم) Medical Gases and Vacuum

إن المتطلبات بالنسبة للأكسجين والهواء الطبي والفاكيوم هي نفسها بالنسبة لجميع المناطق التي تم مناقشتها في هذا الفصل، مثل الـ L&D وبعد الولادة وNICU والـ PICU. يتم تصنيف أنظمة أنابيب الغاز والفاكيوم للمستشفى على أنها نظام من المستوى الأول (وفقاً لـ NFPA 99) لأن المرضى المستفيدين من هذا النظام سيكونون في خطر كبير في حال فشل النظام. ينبغي أن تكون النسبة المئوية للأكسجين عند المأخذ ١٠٠٪ (±٢٪). وينبغي أن يتراوح الضغط الثابت (الستاتيكي) (أي، الضغط عند المأخذ دون أي تدفق) بالنسبة للأكسجين والهواء وأكسيد النيتروجين (N_2O) بين ٤٠–٦٠ مُقاساً بوحدة باوند لكل بوصة مربعة (psig). يتم سحب ضغط تدفق الغاز من المأخذ بمعدل متزايد حتى يصل التدفق إلى قيمة الاختبار المساوية ١٠٠ لتر في الدقيقة (lpm) أو ينخفض الضغط إلى ضمن±٥ مُقاساً بوحدة باوند لكل بوصة مربعة من المجال المُشار إليه سابقاً. يتراوح الضغط الستاتيكي للفاكيوم (الشفط) ما بين ١٢ (كحد أدنى) إلى ٣١ (كحد أقصى) بوصة زئبقية (in Hg). تتكون الصيانة الوقائية لأنظمة الغاز والفاكيوم الطبي من الاختبار السنوي للضغوط ومعدلات التدفق، والفاكيوم (Frank, 2003). تتضمن الإصلاحات النموذجية لهذه الأنظمة مآخذ الغازات الطبية المختلفة والفاكيوم أو الجهاز الموصول إلى المأخذ، مثل مُنَظِّم الشفط. إن العدد المطلوب من مآخذ الغازات الطبية والفاكيوم داخل كل منطقة يمكن أن يختلف بشكل كبير. ويبين الجدول رقم (٩٣,٢) العدد المطلوب من المآخذ.

الجدول رقم (٩٣,٢). العدد المطلوب من مآخذ الغازات الطبية والفاكيوم لمناطق إكلينيكية مختلفة ضمن مستشفى.

الموقع	الأكسجين	الهواء الطبي	الفاكيوم
غرفة المخاض	١	١	١
غرفة الإنعاش	١		٣
المخاض/الولادة/الإنعاش	٢		٢
المخاض/الولادة/الإنعاش/ما بعد الولادة	٢		٢
القيصرية/الولادة	٢		٣
غرفة النوم بعد الولادة	١		١
حضانة حديثي الولادة	١	١	١
PICU	٢	١	٣
NICU	٣	٣	٣
غرفة عزل الأمراض المعدية (المنقولة بالهواء)	١		١

توزيع الطاقة Power Distribution

يجب على جميع المواد والتجهيزات الكهربائية، بما في ذلك أجهزة التحكم وإعطاء الإشارات، أن تتطابق مع المعايير الكهربائية المُحددة من قبل الاتحاد الوطني للحماية من الحريق (NFPA). (انظر الفصل ١٠٩). ينبغي أن تتطابق المعايير الكهربائية مع الأقسام المعمول بها وهي NFPA 70 وNFPA 99 (NFPA, 2000). إن الاهتمام الرئيسي للمعايير الكهربائية هو الوقاية من الأخطار الكهربائية الناتجة عن فشل داخل الأجهزة الطبية الكهربائية أو شبكات التوزيع الكهربائية في المرفق.

إن أحد متطلبات توزيع الطاقة الكهربائية في الـ L&D والـ NICUs والـ PICUs هو توفير الطاقة، المُقدَّمة من خلال مولدات موجودة في المستشفى، في حالات الطوارئ. وينبغي توفيرها بشكل خاص لمآخذ الطاقة في حالات الطوارئ الموسومة بعلامة (بواسطة غطاء أحمر للمأخذ، على سبيل المثال) وذلك للأجهزة الطبية الداعمة للحياة التي يجب أن تبقى مُغذَّاة بالطاقة الكهربائية في حال انقطاع الكهرباء. وينبغي أن تكون الأجهزة الطبية المرتبطة مع نظام المعلومات الواسع للمستشفى وتجهيزات معالجة البيانات موصولة إلى الطاقة في حالات الطوارئ. يتم عادة تغذية دارات الطاقة في حالات الطوارئ في غضون عشر ثوان من انقطاع التيار الكهربائي العادي. ويتم إعادة تشغيل معظم أنظمة معالجة البيانات، مثل المخدِّمات، ضمن ذلك الوقت. كما يجب تغذية الأنظمة التي لا تستطيع أن تتحمل انقطاع التيار الكهربائي لمدة عشر ثوان من مصدر الطاقة غير المنقطعة (UPS).

التكنولوجيات
Technologies

يصف هذا المقطع بعض الأجهزة الطبية الإلكترونية والكهروميكانيكية التي يُحتمل أن يواجهها المهندس الإكلينيكي في شعبة طب الفترة المحيطة بالولادة. ويتم فقط تقديم وصف موجز للتكنولوجيات، ولمزيد من المعلومات يُطلب من القارئ التنقيب عنها من خلال الرجوع إلى المراجع المُشار إليها.

أجهزة مراقبة حديثي الولادة Neonatal Monitors

يوجد لدى أجهزة المراقبة في الـ NICU والـ PICU صفات مشتركة كثيرة مع تلك المستخدمة للكبار في وحدات العناية المركزة (Neuman, 1988a; Brans, 1995). تم تطوير أجهزة مراقبة المرضى لتصبح منصة كمبيوتر تتطلب معالجات صغرية وبرمجيات متطورة (انظر الفصل ٩٨). إن بعض المواصفات المهمة التي ينبغي للمرء العلم بها هي: مواصفات الأداء، وقدرات الشبكة، وقدرات واجهة الربط، وظروف التشغيل، وقضايا الدعم. يمكن أن يكون تقييم قدرات المعالجة والبرمجيات لجهاز مراقبة مماثل لتقييم تلك القدرات لجهاز كمبيوتر. ينبغي للمرء تقييم سرعة المعالج الرئيسي ونوع الشريحة (على سبيل المثال، Motorola® MPC860P (PowerPC), 66MHz). وكذلك قدرات

الرسوم البيانية على النحو الذي يحدده معالج الرسوم البيانية (على سبيل المثال، ٨ أو١٦ أو٣٢ بت). ينبغي أن يكون لجهاز المراقبة، كحد أدنى، القدرة على الاتصال مع شبكة محلية (LAN) للاتصال بجهاز المراقبة المركزية. وتحتوي أجهزة المراقبة الأكثر تطوراً على معالج اتصالات LAN (٣٢ بت) يستخدم معايير IEEE 802 القياسية. يستخدم بعض المُصنِّعين برنامج نظام تشغيل معياري أيضاً، الأمر الذي يجعل من السهل إنشاء واجهات ربط شاملة من جهاز إلى جهاز ومن الجهاز إلى نظام معلومات المستشفى. إن متطلبات الطاقة النموذجية هي: ١١٠±٢٠ فولت متناوب، و٦٠/٥٠ هرتز، وأحادية الطور، وربما يكون متوسط استهلاك الطاقة ١٠٠ وات (كحد أقصى). عند تركيب أنظمة مراقبة في منطقة جديدة أو موجودة، ينبغي للمرء أن يضمن أن مواصفات التدفئة والتهوية وتكييف الهواء (HVAC) للغرفة (على سبيل المثال، درجة الحرارة المحيطة، والرطوبة النسبية، وتغييرات الهواء) يمكنها أن تدعم متطلبات تشغيل جهاز (أجهزة) المراقبة (Hynman, 2003). إن تبديد الحرارة هو بارامتر مراقبة حرج (يُقاس بوحدة حرارية بريطانية (BTU)/ساعة أو الوات) ينبغي أخذه في الاعتبار عندما يستدعي مخطط الغرفة وضع التجهيزات في مكان ضيق مثل الخزانة.

يمكن أن تصبح قضايا الدعم بالنسبة لأجهزة مراقبة المريض أكثر تعقيداً إذا كانت أجهزة المراقبة متكاملة من خلال شبكة. ويمكن أن تصبح شبكة مراقبة المريض نظاماً آخر يتطلب دعم الأجهزة والبرمجيات التي تشكّل الشبكة. إذا كان المُصنِّع يستخدم أجهزة اتصالات وبرمجيات تعود ملكيتها له، فإن دعم التجهيزات سيكون أكثر صعوبة من دون دعم المُصنِّع.

ينبغي أن يتبع برنامج الصيانة الوقائية (PM) لأجهزة المراقبة اقتراحات المُصنِّع. وقد يكون هناك حاجة إلى أجهزة اختبار متخصصة، لإجراء الاختبارات الموصى بها للتشغيل السليم لأجهزة المراقبة. قد يكون لأجهزة المراقبة وصلات أو كابلات خاصة تعود ملكيتها إلى المُصنِّع. إن الطبيعة وحيدة المصدر لهذه الملحقات عادة ما يجعلها أكثر كلفة من تلك التي يمكن الحصول عليها من مصادر ثانية. وينبغي أخذ هذا النوع من المعلومات في الاعتبار عند تقييم وشراء التجهيزات لأنه يمكن أن يكون لها تأثير كبير على تكلفة التشغيل (انظر الفصل ٣٣) والشكل رقم (٩٣.٢) الذي يبّين أجهزة مراقبة بجانب السرير في جهاز تدفئة مُشِعّ يستلقي عليه طفل حديث الولادة.

أجهزة مراقبة الأم/الجنين Maternal/Fetal Monitors

توفر أجهزة مراقبة الأم والجنين (Neuman, 1988b) معلومات عن: معدّل ضربات قلب الجنين، ونشاط الرحم، وضغط دم الأم، وتشبع الدم الشرياني بالأكسجين للأم (MSaO2)، وتخطيط كهربية القلب للأم (MECG). كان الحصول على القياس غير المباشر لقلب الجنين يتم، سابقاً أثناء فحص المخاض أو ما قبل الولادة، باستخدام تكنولوجيا مبدّل الموجات فوق الصوتية. يتم توجيه حزمة من الموجات فوق الصوتية من مبدّل موضوع على بطن

الأم إلى قلب الجنين. تسبب حركة القلب انزياح دوبلر للتردد عن الحزمة المصطدمة بالقلب حيث تنعكس عائدة إلى المبدِّل. يستقبل المبدِّل الإشارة المُنعكِسة وتكشف الدارات الإلكترونية عن أي فروقات بين ترددات الموجات فوق الصوتية التي تم إرسالها واستقبالها. تشير الفروقات في الترددات إلى حركة القلب المُكتَشفة. ويتم إظهار دورية الحركة على أنها معدَّل ضربات القلب. يتم طباعة هذا المعدَّل على مسجل ذي شريط رسم بياني. وعادة ما يتم في الوقت نفسه الكشف عن نشاط الرحم، أيضاً بشكل غير مباشر، من خلال مبدِّل (أي، مقياس قوة المخاض (tocodynamometer))، يتم تطبيقه على بطن الأم ويقيس الشدة النسبية لتقلصات الرحم. كما يتم تسجيل نشاط الرحم على نفس شريط الرسم البياني. تعطي مقارنة تغيرات ضربات قلب الجنين مع نشاط الرحم الطبيب معلومات تساعده على تحديد حالة الجنين (Spencer, 1991).

الشكل رقم (٢,٩٣). مجموعة نموذجية من أجهزة مراقبة حديثي الولادة وما يرتبط بها من كابلات ومساري مركّبة على رف مصباح تسخين مُشِعّ. ويظهر أيضاً مصباح فحص، وأنابيب جهاز التنفس الاصطناعي، والتحكم بتدفق الهواء والأكسجين.

إن مبدِّلات الموجات فوق الصوتية حساسة وتتضرر بسهولة من خلال الصدم والاهتزاز، وهي غير قابلة للإصلاح. يجب أن تؤخذ تكلفة الاستبدال أو المبدِّلات بعين الاعتبار عند وضع تصور عن التكاليف. إن لدى العديد من أجهزة مراقبة الجنين ميزة القياس عن بعد، التي تسمح للمرضى في المخاض بالتنقل في الوقت الذي يتم فيه مراقبة معدَّل ضربات قلب الجنين وتقلصات الرحم باستمرار. تتطلب هذه الميزة الإضافية تركيب هوائي قياس عن بعد ميداني يغطي منطقة الـ L&D. تتطلب أجهزة الإرسال والاستقبال للقياس عن بعد صيانة وقائية وإصلاح إضافيين لأنها غالباً ما تتضرر من جرّاء إسقاطها.

يتم التحسس المباشر لمعدَّل ضربات القلب وضغوط الرحم مباشرة قبل الولادة، وعند تحقيق وصول مباشر إلى فروة رأس الجنين. تتحسس إلكترودات فروة رأس الجنين للنشاط الكهربائي للقلب، وتقيس مبدِّلات الضغط داخل الرحم ضغط الرحم. تتم مراقبة تشبع الدم الشرياني بالأكسجين للجنين والأم وذلك للمساعدة في تحديد الحالة الفيزيولوجية للجنين والأم (انظر الشكل رقم ٩٣,٣).

يمكن أن تشمل أنظمة مراقبة الجنين ميزة تسجيل البيانات وأرشفتها بشكل إلكتروني. وقد وسَّع المُصنِّعون هذه الأنواع من التطبيقات لتشمل السبورة الإلكترونية، حيث يمكن عرض وتوثيق المعلومات المتعلقة بالمريضة والجنين أثناء المخاض. قد يتم تقديم إظهار المحطة المركزية في غرفة تحكم الـ L&D للكادر لدراسة أشكال موجات جميع المريضات في الوحدة. ويتطلب تنفيذ ودعم هذه الأنواع من الأنظمة معرفة بالشبكات والمُخَدِّمات.

الشكل رقم (٩٣,٣). جهاز مراقبة تشبع الدم الشرياني بالأكسجين للجنين والأم.

الحاضنات Incubators

تقدِّم حاضنات الرُضَّع الدعم الحراري للمولود (Perlstein and Atherton, 1988). وتتضمن معظم الحاضنات أيضاً وسيلة للتحكم في مستويات الأكسجين والرطوبة النسبية للهواء الذي يتنفسه الرضيع. تساعد المعالجات الصغرية الموجودة في معظم الحاضنات الحديثة في الضبط الدقيق لدرجة الحرارة والرطوبة ومستويات الأكسجين في

الوقت الذي تُفَعَّل فيه بعض الصفات، مثل اتجاه بيانات الرسم البياني للبارامترات الحرجة التي يتم التحكم بها من قبل الحاضنة. ينبغي أن يأخذ برنامج الصيانة الوقائية للحاضنة توصيات المُصَنِّع في الاعتبار، كما ينبغي أن يشمل قياس مستويات الصوت، ودرجات حرارة التشغيل وأجهزة الترطيب، وحساسات الأكسجين. عادة ما تتطلب أنظمة إعطاء الأكسجين والرطوبة ذات نظام التحكم سيرفو(servo) معايرة فريدة من نوعها ليتم إنجازها خلال الصيانة الوقائية. وتحتاج أجهزة الترطيب بالإضافة إلى المعايرة إلى الاستبدال الدوري لفلتر دخول الهواء.

يمكن أن ينتج عن الصيانة غير الكافية حاضنات تشكّل خطراً على الرضيع. يتم استخدام الحاضنات لسنوات عديدة، تتعرض فيه خلال هذا الوقت لصدمات واهتزازات كبيرة لأن معظمها مُركّب على عجلات ويتم تحريكها من أجل التنظيف والتخزين. لقد أضر الإجهاد الميكانيكي في الماضي بآليات التحكم في درجة الحرارة، التي أدت بدورها إلى التسخين الزائد للرُضَّع، مما سبب تلف الدماغ أو الموت. يمكن إعادة وضع الحاضنات القديمة، التي تم إبعادها من أجل التخزين، في الخدمة خلال فترة ارتفاع تعداد الأطفال (الشكل رقم ٩٣,٤). قد تفتقر هذه الحاضنات نصف المتقاعدة إلى ميزات السلامة الضرورية وإلى تحديثات أو تعديلات المُصَنِّع المُوصى بها، ويمكن أن تشكّل خطراً كبيراً على الأطفال حديثي الولادة. على سبيل المثال، يمكن للحجاب الواقي من الحرارة المفقود في بعض الموديلات القديمة أن يسمح للرضيع بالزحف على منفذ هواء ساخن، ومن ثم يعاني من حروق شديدة. يؤدي النقص في الصيانة إلى استخدام حاضنات ذات مستويات عالية من الضجيج المحيط بالحاضنة الناجم عن مراوح تدوير الهواء التي فيها خلل أو غير الموضوعة بشكل صحيح، والتي يمكن أن تسبب فقدان السمع. يمكن أن تمكّن مزالج الباب التي فيها خلل الرضيع من الزحف إلى خارج الحاضنة والسقوط على الأرض (Dyro, 1977). استخدمت الحاضنات القديمة حساسات درجة حرارة معتمدة على الزئبق، تنكسر في معظم الأحيان، مما يعرض الرضيع لأبخرة الزئبق الخطرة (Dyro, 1981). ولم يكن من غير المألوف ملاحظة كمية من الزئبق ناتج عن موازين الحرارة المكسورة ومفاتيح الزئبق على أرضية جزء التسخين مباشرة تحت فراش الرضيع.

وحدات المعالجة الضوئية Phototherapy Units

تعالج وحدات المعالجة الضوئية فرط بيليروبين الدم (hyperbilirubinemia) من خلال تشعيع الرضيع بواسطة ضوء يقع طول موجته في المنطقة الزرقاء من الطيف ويساوي ٤٢٠–٥٠٠ نانومتر (Neuman, 1988a). يؤكسج هذا الضوء البيليروبين في الدم، ومن ثم ينتج مركبات يمكن للجسم التخلص منها. تتألف الوحدة من صف من المصابيح المتألقة (الفلورسنت) كل منها باستطاعة ٢٠ وات موضوعة على مسافة ٣٠–٤٠ سنتمتراً فوق الرضيع. من المهم أن تكون المصابيح ذات عمر طويل (عادة بمعدل ١٠٠٠ ساعة). تضم بعض وحدات المعالجة الضوئية مقياساً ساعياً لتسجيل عمر المصباح وزمن معالجة الرضيع. هناك حاجة إلى قياس الإشعاع على سطح الرضيع بشكل دوري

بواسطة المقياس الضوئي وذلك من أجل الحفاظ على مستويات الإشعاع (المُقاسة بالوات/سنتمتر مربع/نانومتر [w/cm2/nm]) عند مستويات المعالجة. يبين الشكل رقم (٩٣,٥) وحدة معالجة ضوئية نقالة قائمة بذاتها. يتم وضع صف مصابيح الفلورسنت في الجزء الواقع فوق الرأس. وعند الاستخدام يتم تحريك الوحدة ذات العجلات إلى جوار سرير الطفل حديث الولادة (إما السرير أو الحاضنة) وإضاءته بواسطة خرج المصابيح. يحتوي معظم أجهزة التدفئة المُشِعَّة على وحدات معالجة ضوئية كجزء لا يتجزأ منها أو مُلحقة.

الشكل رقم (٩٣,٤). إمكانية إعادة وضع الحاضنات القديمة في الخدمة.

الشكل رقم (٩٣,٥). وحدة معالجة ضوئية متنقلة.

أجهزة التنفس الاصطناعي Ventilators

إن الغرض الرئيسي من جهاز التنفس الاصطناعي هو مساعدة المريض على التنفس (Behbehani, 1995; Kirby et al., 1990). يجب أن يكون لدى جهاز التنفس الاصطناعي مجال تدفق كاف وحساسية كافية، عندما تُستخدَم مع المرضى حديثي الولادة والأطفال. إن مجال التدفق من الاعتبارات المهمة لشراء أجهزة التنفس الاصطناعي من أجل الاستخدام في الـ NICU والـ PICU. يمكن أن يتراوح الحجم المدّي النموذجي للشهيق والزفير من ١٠-٣٩٩ ميلي لتر ± ٠,٥ ميلي لتر للأطفال المرضى، ومن ٢,٠-٣٩ ميلي متر ± ٠,٥ ميلي لتر لحديثي الولادة. يمكن أن تتراوح حساسية معدَّل التدفق من ٠,٠٠-٣ لتر/ثانية ± ١٪.

تُصَمَّم أجهزة التنفس الاصطناعي لتوفير المجال المناسب لتدفق الضغط (٠,١ ميلي لتر/ثانية-٣ لتر/ثانية) لجميع المرضى في المستشفيات إن متطلبات التغذية بالطاقة معيارية، كما هي بالنسبة لمعظم التجهيزات الطبية، على الرغم من أن أجهزة بطاريات الدعم الاحتياطي العامة ضرورية وينبغي أن توفر طاقة بطارية لمدة ٣٠ دقيقة تقريباً. إن الصفات الإضافية التي ينبغي أخذها في الاعتبار فيما يتعلق بالطاقة هي مقابس الطاقة ذات القفل اللولبي (twist-lock) من الصنف الخاص بالمستشفيات لمنع الفصل إذا ما تحرك جهاز التنفس الاصطناعي عن غير قصد. تتطلب أجهزة التنفس الاصطناعي تغذية بالغاز الطبي الخالي من الماء والزيت لضمان التشغيل السليم. ينبغي أن تكون كمية الماء في التغذية بالهواء الطبي أقل من ٥ غرام/المتر المكعب (g/m^3)، ومحتوى النفط ينبغي أن يكون أقل من ٠,٥ ميلي غرام/المتر المكعب (mg/m^3). ينبغي أن تكون كمية الماء في التغذية بالأكسجين أقل من ٢٠ ميلي غرام/المتر المكعب. وينبغي أن تكون ضغوط الهواء والأكسجين (O_2) في حدود ٢٠٠-٦٥٠ كيلو باسكال (kPa). كما ينبغي اختبار التغذية بالغاز الطبي للمستشفى قبل استخدام جهاز التنفس الاصطناعي. ينبغي للمرء تقييم معيار المستشفى فيما يخص لوازم الملاءمة (fittings) للغاز الطبي بحيث يمكن شراء الوصلات المناسبة لأجهزة التنفس الاصطناعي.

يمكن أن يكون الدعم المناسب لهذه الأجهزة معقداً جداً ويمكن أن يتطلب خدمات من مختلف أقسام المستشفى. تتطلب أجهزة التنفس الاصطناعي التنظيف الصحيح وفقاً لمواصفات التصنيع بين الاستخدامات على المرضى للحد من العدوى ومن أجل التشغيل المناسب. كما تتطلب معظم أجهزة التنفس الاصطناعي بعض أنواع المعايرة أو اختبارات التشغيل بين الاستخدامات على المرضى. يمكن أن تكون أجهزة التنفس الاصطناعي الداعمة معقدة جداً ومستهلكة للوقت. ينبغي أن يتبع برنامج الصيانة الوقائية لأجهزة التنفس الاصطناعي اقتراحات التصنيع. وهناك حاجة إلى تجهيزات الاختبار من أجل عمليات الصيانة الوقائية وضمان التشغيل السليم لأجهزة التنفس الاصطناعي. تتطلب أجهزة التنفس الاصطناعي إجراء عمليات الصيانة الوقائية على أساس الوقت في التشغيل (تُقاس عادة بالساعات، على سبيل المثال، كل ١٠٠٠ ساعة استخدام). يمكن أن تختلف متطلبات الصيانة الوقائية بالنسبة إلى هذه الفترات المختلفة تبعاً للتصنيع. سوف تتطلب عمليات الصيانة الوقائية قطع غيار في كثير من الحالات. ويمكن شراء قطع الغيار المطلوبة من أجل عمليات الصيانة الوقائية كمجموعة من المواد، ويمكن أن يختلف السعر تبعاً للتصنيع والنموذج. يمكن أن تمتد معظم قطع الغيار النموذجية من المرشحات والحلقات الدائرية (O-rings) إلى حساسات الأكسجين. يجب تقييم هذه المتطلبات قبل شراء أجهزة التنفس الاصطناعي، من أجل التخطيط السليم لكل من البنية التحتية والتكلفة التشغيلية في أجهزة التنفس الاصطناعي الداعمة.

أجهزة التنفس الاصطناعي المُتَذَبذِبة عالية التردد High-Frequency Oscillating Ventilators

إن أجهزة التنفس الاصطناعي المُتَذَبذِبة عالية التردد (HFOV) هي إحدى أجهزة التنفس الاصطناعي عالية التردد التي تبيّنَ أنها فعالة في التدبير العلاجي لفشل الجهاز التنفسي لحديثي الولادة، وخاصة أولئك الذين يعانون

من رض ضغطي (barotrauma) شديد (Null et al., 1990). وتشمل أجهزة التنفس الاصطناعي عالية التردد الأخرى كلاً من: أجهزة التنفس الاصطناعي عالية التردد ذات الضغط الموجب، وأجهزة التنفس الاصطناعي عالية التردد النفاثة، وقاطعات (interruptors) التدفق عالية التردد. إن الـ HFOVs قادرة على دعم متطلبات التنفس والأكسجة لحديثي الولادة، والرُضَّع الذين قضوا فترة حمل كاملة، والأطفال الذين قد يكونون ضعيفين على الرغم من التهوية التقليدية. يستخدم هذا النوع من أجهزة التنفس الاصطناعي مكبساً محكم الإغلاق بشكل حجابي، ومدفوع كهرومغناطيسياً، وهذا هو الفرق الميكانيكي الرئيسي بين جهاز التنفس الاصطناعي النفاث وأجهزة التنفس الاصطناعي التقليدية. من المهم اتباع اقتراحات التصنيع بخصوص برنامج الصيانة الوقائية لهذا النوع من أجهزة التنفس الاصطناعي. مرة أخرى، مثل أجهزة التنفس الاصطناعي التقليدية، هناك حاجة إلى تجهيزات الاختبار من أجل عمليات الصيانة الوقائية والمعايرة، لضمان التشغيل السليم لأجهزة التنفس الاصطناعي. يحتاج مكبس الدفع إلى تغيير بعد أداء عدد معين من الدورات، بالإضافة إلى معايرة كل ستة أشهر. يتطلب المكبس (centering) (أن يكون في المركز)، الأمر الذي يتطلب تطبيق قوى معاكسة كهربائية على وشيعة المكبس، التي تحافظ على المكبس في المركز (مَرْكَزَة). يمكن أن يتراوح مقدار الضغوط هذا من ±١٣٠ سنتمتر ماء (cmH_2O) بدقة تصل إلى ± ٢ ٪ من القراءة أو± ٢ سنتمتر ماء. تنطبق نفس مواصفات الغازات الطبية والطاقة في حالات الطوارئ والبطارية الاحتياطية لجهاز التنفس الاصطناعي التقليدي على جهاز التنفس الاصطناعي عالي التردد.

أنظمة إعطاء أكسيد النتريك المُستنشَق Inhaled Nitric Oxide Delivery Systems

إن نظام إعطاء أكسيد النيتريك المُستنشَق (INOvent) هو نظام إعطاء ومراقبة للمعالجة بأكسيد النيتريك المُستنشَق (Walding, 2003). إن نظام إعطاء الـ INOvent هو ليس وحدة طبية قائمة بذاتها. إنه يعمل بالاشتراك مع جهاز التنفس الاصطناعي الميكانيكي (أو جهاز التخدير) لإعطاء تركيز ثابت من أكسيد النيتريك (NO). إن لدى الـ INOvent إنذارات شاملة خاصة به لضمان التشغيل الآمن والموثوق به مع المراقبة المستمرة للـ NO والـ NO_2 والـ O_2. يتم تغذية النظام بأكسيد النيتريك عن طريق أسطوانة غاز. إن كلاً من الغاز والنظام على درجة عالية من التخصص والتنظيم ولا تتوفر إلا من خلال المُصَنِّع.

إن الـ INOvent هو جهاز طبي ذو درجة عالية من التخصص. يوصي المُصَنِّع بأنه ينبغي القيام بجميع الإصلاحات وعمليات الصيانة الوقائية من قبل شركة مورِّدة مباشرة ومحددة. لا يتطلب النظام إجراء التحقق من الأداء قبل استخدام الوحدة على المرضى. ويشمل هذا التحقق من الأداء كل من التدفق وتطهير وحدة الرأس وخزّانات الـ NO قبل العملية أو الاختبار. يمكن للمرء إجراء اختبارات معايرة مختلفة لضمان التشغيل السليم وذلك باستخدام مقياس ضغط ودارة اختبار.

أجهزة التدفئة المُشعَّة Radiant Warmers

إن معظم أجهزة التدفئة المُشعَّة موجودة في مناطق الـ L&D أوLDRP من المستشفى. لقد تغيرت بعض النماذج الجديدة لأجهزة التدفئة المُشعَّة بما يتناسب مع بيئة معظم غرف الـ LDRP من خلال دمج بعض الصفات، مثل العربات الخشبية القابلة للفك، التي يمكن أن تنسجم مع جماليات الغرفة. تحتوي بعض أجهزة التدفئة المُشعَّة على وحدات هوائية للإنعاش. يمكن أن تكون أجهزة التدفئة المُشعَّة مجهَّزة بخيارات كثيرة لقياس درجة حرارة الأطفال حديثي الولادة. وتتمثل الوظيفة الرئيسية للجهاز بتوفير حرارة مُشعَّة عن طريق عناصر تسخين بالأشعة تحت الحمراء، عادة ما تكون مُركَّبة فوق فراش الرضيع. إن خرج هذه العناصر مُنَظَّم بآلية ضبط تستجيب لمعلومات درجة حرارة جلد الرضيع التي يتم الحصول عليها من حساسات الحرارة الموضوعة على الرضيع.

يبين الشكل رقم (٩٣,٦) جهاز تدفئة مُشِعّ يُسمّى "محطة رعاية الطفل حديث الولادة" من قبل المُصنِّع.

الشكل رقم (٩٣,٦). جهاز تدفئة مُشِعّ لرضيع.

لقد تقدَّمت تكنولوجيا أجهزة التدفئة المُشعَّة على مدى العقدين الماضيين، وفي جزء منه من خلال تطوير معايير الأداء والسلامة (Dyro, 1977). لقد كان للموديلات الأولى من أجهزة التدفئة المُشعَّة عدد قليل من ميزات

السلامة الموجودة الآن في أجهزة التدفئة المُشِعَّة الحديثة. وبالرغم من أنه يوجد تكنولوجيا جديدة وأكثر فعالية وأماناً، إلاّ أنه يجب على المرء أن يظل يقظاً لضبط التكنولوجيا القديمة التي قد يكون تم إحضارها من التخزين لمعالجة حالة التعداد المرتفع، كما تمت مناقشته آنفاً.

ينبغي توخي الحذر لضمان أنه تم معايرة آليات التحسس لدرجة الحرارة وأنه يتم استخدام حساسات حرارة متوافقة. تؤدي الحساسات غير المتوافقة في بعض أجهزة التدفئة المُشِعَّة إلى إعطاء خرج حرارة أعظمية. ولقد أحرقت مثل هذه الحرارة الأعظمية غير المضبوطة الرضيع (Dyro, 1977). ينبغي أن يكون لخرج السخّان ضبط إضافي حساس، وعادة ما يكون ١٠٪ من قيمة الخرج. ينبغي أن تشمل عمليات التفتيش التحقق من آليات احتواء الرضيع مثل الألواح الجانبية. إن المزالج المُصمَّمة على نحو فيه خلل أو المزالج البالية قد أفسحت الطريق، ومن ثم مكّنت الرُضَّع من السقوط من فوق الفراش على الأرض.

تعطي آليات التهوية الأطباء القدرة على تهوية الطفل حديث الولادة. إنها توفر تدفق الغاز للطفل حديث الولادة ويمكنها العمل مع مازج غاز لتوفير مستويات محددة من الأكسجين. تؤثر ضغوط وتدفقات مصدر الغاز على الأداء، ويجب فحصها بشكل دوري.

أجهزة مراقبة توقف التنفس Apnea Monitors

تُعتبر أجهزة مراقبة توقف التنفس جزءاً من أنظمة مراقبة المريض في الـ NICU والـ PICU (Neuman, 1988a). كثيراً ما يُستخدَم بعض أجهزة مراقبة توقف التنفس القائمة بذاتها في المنزل من أجل الرُضَّع الذين كان لديهم نوبات توقف تنفس في المستشفى أو الذين هم عرضة لخطر توقف التنفس. (انظر الشكل رقم ٩٣.٧). ويتضمن هذا مراقبة معدَّل ضربات القلب، بالإضافة إلى مراقبة الجهاز التنفسي. تتم مراقبة الأنفاس عادة عن طريق مراقبة المعانعة عبر الصدر. يتم استخدام نفس الإلكترودات التي تُستخدَم للكشف عن تخطيط كهربية القلب (ECG) من أجل مراقبة معدَّل ضربات القلب، وذلك لإيصال تيار منخفض المستوى وعالي التردد (٢٠-١٠٠ كيلو هرتز) من خلال الرضيع. تقوم حركات التنفس بتغيير المعانعة، مما يؤدى إلى تغيُّر الجهد المُكتشَف بواسطة جهاز المراقبة. عندما يتحسس جهاز المراقبة بأن حركات التنفس قد توقفت، فإنه يقوم بالإنذار بعد تأخير يدوم عادة ٢٠ ثانية. ينبِّه الإنذار الشخص القائم على الرعاية من أجل التدخل. وفي العديد من الحالات، يستأنف الرضيع المُصاب بانقطاع التنفس تنفسه استجابة لتنبيه لمسي طفيف. وهناك حاجة في بعض الحالات إلى إنعاش قلبي رئوي قوي.

تُعتبر مراقبة توقف التنفس تكنولوجيا غير تامة حيث إن جميع التكنولوجيات المُستخدَمة فيها للكشف عن التنفس (على سبيل المثال، المعانعة عبر الصدر، وحساسات الضغط، ومراقبة درجة حرارة مجرى التنفس، وتخطيط سرعة التنفس (pneumotachography)، وحساسات ثاني أكسيد الكربون، وكواشف الصوت) حساسة للتشويش،

الذي يمكنه إبطال نظام الإنذار لجهاز المراقبة. لقد وصف Dyro (١٩٧٦م، ١٩٧٨م) المخاطر والأخطار لمجموعة واسعة من تكنولوجيات مراقبة توقف التنفس. إن العوامل البيئية مثل الاهتزازات الخارجية للأجهزة الأخرى والتداخل الكهرومغناطيسي، والعوامل الداخلية مثل التشويشات قلبية المنشأ يمكنها أن تجعل جهاز المراقبة يكتشف أنفاس في الوقت الذي لا يتنفس فيه الرضيع (Dyro, 1998).

الشكل رقم (٩٣,٧). جهاز مراقبة توقف التنفس بالممانعة عبر الصدر ومعدّل ضربات القلب.

الماسحات بالأمواج فوق الصوتية Ultrasonic Scanners

تستخدم الماسحات بالأمواج فوق الصوتية قياس عمر الجنين، وعمر الحمل، ووزن الجنين للحصول على حسابات النسبة المتعددة، والبروفيل الفيزيائي الحيوي للجنين، وقياسات الحمل التوأمي لإنتاج التقارير. وهذه هي البارامترات المعيارية التوليدية التي عادة ما تكون مُدمجة في وحدات التصوير بالأمواج فوق الصوتية العامة (Goldberg et al., 1995). تحتوي وحدات الأمواج فوق الصوتية المحوسبة على برامج محددة ومجسات أمواج فوق صوتية مبنية في داخلها. تسمح معظم الأجهزة بتخزين جميع بيانات نمو الجنين وبيانات النسبة على قرص مرن واحد قياس ٣,٥ بوصة من أجل التخزين الملائم للبيانات والاسترجاع وطباعة التقرير.

ينبغي أن يتبع برنامج الصيانة الوقائية للماسحات بالأمواج فوق الصوتية اقتراحات التصنيع. وهناك حاجة إلى فانتومات للاختبار، لأجراء الاختبارات الموصى بها لضمان التشغيل السليم للماسح بالأمواج فوق الصوتية ومجسات الأمواج فوق الصوتية. ليس هناك حاجة إلى إصلاح أو شراء المجسات البديلة من مُصنِّع الماسح بالأمواج فوق الصوتية إلا إذا كانت متخصصة.

تكنولوجيات المستقبل
Future Technologies

تدرك مناطق الـ L&D والـ NICU والـ PICU الحاجة إلى الاستفادة من السجل الطبي الإلكتروني (EMR). إن تدفق المرضى الذي تم إبرازه في بداية هذا الفصل يمكن تحسينه إذا كان كل ما على المرء فعله في مكتب القبول هو إعطاء بطاقة تحتوي على معلومات وثيقة الصلة بالمريض. يتم عند تقدُّم المرضى خلال المخاض التقاط جميع المؤشرات الحيوية، والأدوية التي تم إعطاؤها، وبارامترات الأم. على سبيل المثال، يمكن لوحدة الأمومة أن تطلب اقتباس بيانات مراقبة الجنين. إذا حدثت حالات إنذار، أو إذا كانت بعض أنواع التدخل ضرورية، (على سبيل المثال، إعطاء الدواء)، فإنه يتم عادة طباعة المعلومات من جهاز مراقبة الجنين والاحتفاظ بها. يمكن التقاط بيانات مراقبة الجنين (على سبيل المثال، تغيُّرات معدَّل ضربات القلب وتقلصات الرحم) إلكترونياً وعرضها على أجهزة مراقبة تكون عادة في منطقة غرفة التحكم. إذا وقعت حادثة قابلة للتوثيق، فإنه يمكن للطبيب أن يضع بعض أنواع الإشارات على شريط الطباعة للجنين. يريد الأطباء ربط الحدث بالوقت الصحيح ومعلومات الجنين على شريط الجنين. على الرغم من أنه يمكن التقاط شريط الجنين إلكترونياً، فإن المعلومات التي يحددها الطبيب على شريط الجنين لا يمكن أن تكون موجودة عليه. لذلك يحتفظ القسم بالشرائط المطبوعة للجنين والتوثيق الإلكتروني للبيانات في السجل الطبي للمريض. هناك حاجة إلى ميزة إعادة العرض (playback) لأشرطة مراقبة الجنين المُسجَّلة، للتوثيق بدقة لزمن تدخُّل تم القيام به. بعد ذلك يمكن للطبيب إعادة عرض شريط الجنين إلى النقطة التي كان التدوين فيها مطلوباً، من دون إيقاف جمع المعلومات الجديدة لمراقبة الجنين.

لقد وضعت بحوث وتطويرات الهندسة الإكلينيكية أنظمة مراقبة مغلقة الحلقة. على سبيل المثال، تقدح أجهزة مراقبة توقف التنفس التقليدية إنذاراً بعد التحسس لتوقف التنفس أو انخفاض أو ارتفاع معدل ضربات القلب، وينبّه هذا الإنذار الممرضة للتدخل. قد تكون الاستجابة الأولى للممرضة بالتنبيه اللمسي عن طريق الملامسة باليد، التي غالباً ما تؤدي إلى استئناف التنفس. ومن خلال توفير طريقة مراقبة ذات حلقة مغلقة، فإنه يمكن لنظام كمبيوتر تسجيل الـ ECG، ومعدَّل ضربات القلب، ومعدَّل النبض من مقياس التأكسج النبضي للتحسس لتوقف التنفس. عندما يتم الكشف عن توقف التنفس، يتم إرسال إشارة إلى مُبدِّل لمس اهتزازي (vibrotactile)، يمكن وضعه على صدر الطفل حديث الولادة لإثارة التنفس (Pichardo, 2003). يمكن للكمبيوتر أيضاً تسجيل الـ ECG ومعدَّل ضربات القلب ومعدَّل النبض للطفل حديث الولادة وربط هذه البيانات في نفس الإطار الزمني الذي تم فيه إعطاء التنبيه.

الاستنتاج
Conclusion

يُستخدَم مجال واسع من التقنيات المتنوعة والمعقدة للجهاز الطبي في طب الفترة المحيطة بالولادة. توجد فرص للمهندس الإكلينيكي لضمان تحديد التكنولوجيات المناسبة والحصول عليها وبعد الشراء، ضمان المحافظة عليها بوضعية تشغيل سليمة. يمكن أن يؤدي البحث والتطوير من قبل المهندسين الإكلينيكيين إلى تحسينات في التكنولوجيا الحالية.

المراجع
References

The American Institute of Architects. Guidelines for Design and Construction of Hospital and Health Care Facilities, 2nd Impression., The Institute, 1998.

Behbehani K. Mechanical Ventilation. In Bronzino JD (ed). The Biomedical Engineering Handbook. Boca Raton, FL, CRC Press, 1995.

Brans YW, Hay WW. Physiological Monitoring and Instrument Diagnosis in Perinatal and Neonatal Medicine. Cambridge, Cambridge University Press, 1995.

Dyro JF. Apnea Monitors. In Moore TD (ed). Iatrogenic Problems in Neonatal Intensive Care. Columbus, OH, Ross Laboratories, 1976.

Dyro JF. The Development of a Standard for Infant Warmers and Incubators. FDA/BMDDP -77/43, PB-263 250/3WV. Springfield, VA, National Technical Information Service, 1977.

Dyro JF. An Investigation to Determine the Risks and Hazards Associated with Apnea Monitors. FDA/BMDDP-78/142, PB-284 858/8WV. Springfield, VA, National Technical Information Service, 1978.

Dyro JF. Mercury Hazards Should Be Removed from Incubators. Device Techniques 2(4):37, 1981.

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

Frank B. Gases. In Dyro JF (ed). The Handbook of Clinical Engineering. Burlington, MA, Elsevier, 2004.

Goldberg RL, Smith SW, Mottley JG, et al. Ultrasound. In Bronzino JD (ed). The Biomedical Engineering Handbook. Boca Raton, FL, CRC Press, 1995.

Kirby RR, Banner MJ, Downs JB. Clinical Applications of Ventilatory Support. New York, Churchill Livingstone, 1990.

Klaus MH, Fanaroff AA. Care of the High-Risk Neonate, 2nd Edition. Philadelphia, WB Saunders Co, 1979.

Korones SB. High-Risk Newborn Infants, 3rd Edition. St. Louis, Mosby, 1981.

Miodownik S. Intensive Care. In Dyro JF (ed). The Handbook of Clinical Engineering. Burlington, MA, Elsevier, 2004.

Gardner TW. Health Care Facilities Handbook, 6th Edition. New York, National Fire Protection Association, 2000.

Neuman MR. Fetal Monitoring. In Webster JG (ed). Encyclopedia of Medical Devices and Instrumentation. New York, Wiley, 1988a.

Neuman MR. Neonatal Monitoring. In Webster JG (ed). Encyclopedia of Medical Devices and Instrumentation. New York, Wiley, 1988b.

Null D, Berman LS, Clark R. Neonatal and Pediatric Ventilatory Support. In Kirby RR, Banner MJ, Downs JB (eds). Clinical Applications of Ventilatory Support. New York, Churchill Livingstone, 1990.

Perlstein P, Atherton H. Infant Incubators. In Webster JG (ed). Encyclopedia of Medical Devices and Instrumentation. New York, Wiley, 1988.

Pichardo R, Adam JS, Rosow E, et al. Vibrotactile Stimulation System to Treat Apnea of Prematurity. Biomed Instrum Technol 37(1):34–40, 2003.

Schreiner RL. Care of the Newborn. New York, Raven Press, 1981.

Spencer JAD. Fetal Monitoring: Physiology and Techniques of Antenatal and Intrapartum Assessment. New York, Oxford Medical Publications, 1991.

Walding DL, David YB, Garcia X, et al. Design of a Virtual Instrument to Correlate Tagged Exhaled Nitric Oxide Breaths and Pulmonary Mechanics Measurements for Ventilated Pediatric Patients. J Clin Eng 28(2):123-125, 2003.

معلومات إضافية

Further Information

Fletcher MA, MacDonald MG, Avery GB. Atlas of Procedures in Neonatology. Philadelphia, JB Lippincott, 1983.

أجهزة المراقبة

Corometrics Fetal 129 Series Monitor Operations and Service Manual, 1998.
HP. Merlin Service Manual., Hewlett-Packard, 1995.

الحاضنات

Hill-Rom. Hill-Rom Air-Shields Isolette C2000 Operations Manual. www.hill-rom.com.

وحدات المعالجة الضوئية

http://www.medela.com.

أجهزة التنفس الاصطناعي

Siemens. Servo 3000 Service Manual., Siemens, 1999.
The Sensormetics Oscillating Ventilator Service Manual, 1998.
INOvent. INOvent Delivery System: Datex-Ohmeda Operations Manual. 1999. www.ohmeda.com.

أجهزة التدفئة المُشِعَّة

www.hill-rom.com.

أجهزة مراقبة توقف التنفس

Corometrics Medical Systems. Corometrics Service Manual, 1988.

الماسحات بالأمواج فوق الصوتية

wwwsiemensmedical.com.