الفصل الخمسون

التهوية الميكانيكية (الاصطناعية)
MECHANICAL VENTILATION

فانغ غاو
Fang Gao

إن الهدف من التهوية الميكانيكية (الاصطناعية) هو أن يتم تطبيق مصدر خارجي للتهوية من أجل القيام ببعض أو القيام بكامل الوظيفة التنفسية في حالات كون المريض غير قادر على تحقيق تبادل غازي كافٍ.

الاستطبابات (دواعي الاستعمال)
Indications

١- نقص التبادل الغازي: نقص أكسجة مُترقٍ [حيث يكون الضغط الجزئي للأكسجين في الدم الشرياني PaO2 أقل من ٦٠ مم/ زئبقي (٨كيلو باسكال)] أو فرط ثاني أكسيد الكربون في الدم الشرياني [حيث يكون PaCO2 أكثر من ٦٠ مم/ زئبقي (٨كيلو باسكال)].

٢- زيادة في الجهد التنفسي: والذي يتصف بزيادة معدل عدد مرات التنفس ونقص الحجم المدي TV أقل من ٣ مل / كغم.

٣- اختلال الوعي.

٤- تستطب التهوية الاصطناعية كذلك في الحالات التالية للعمليات الجراحية الطويلة والمعقدة؛ حيث تستخدم للمحافظة على وظيفة تنفسية مستقرة والتي تتبع لإعطاء أحجام كبيرة من السوائل، أو ضياع كمية كبيرة من الدم، أو عند وجود نزف داخل الصدر مستمر في اضطرابات تخثر شاملة أو منتشرة.

أسباب القصور التنفسي
Causes of Respiratory Failure

- تثبيط مركز التنفس: (مثال: أدوية التخدير، المخدرات، الأمراض داخل القحف).

- الاضطرابات العصبية العضلية المحيطية (مثال: تناذر غيلان باريه Guillain-Barre, syndrome، أو الوهن العضلي الوخيم Myasthenia gravis، أو أمراض الحبل الشوكي Spinal cord pathology، أو إعطاء مرخيات العضلات Muscle relaxants).
- عيوب جدار الصدر (مثال: رضوض الصدر، أو استئصال جدار الصدر).
- نقص في تهوية الأسناخ الرئوية (مثال: أمراض الرئة، أو الغشاء البلوري، أو السمنة).
- أمراض الأوعية الرئوية (مثال: الصمامة الرئوية، أو قصور القلب، أو تناذر الشدة التنفسية عند البالغين).
- إنتاج كميات كبيرة من غاز ثاني أكسيد الكربون (مثال: الانتان المعمم، أو أذيات الحروق، أو الهيجان الحاد).

أنماط التهوية الاصطناعية
Modes of Ventilation

من الممكن تأمين دعم التهوية الكامل أو الجزئي باتباع إحدى الطرق التالية:

١- تهوية إجبارية مضبوطة Controlled mandatory ventilation (CMV):

- تهوية ثابتة في فترات زمنية محددة.
- عدم وجود استعداد مسبق في محاولات الجهد التنفسي العفوي.
- بشكل عام هو مقتصر على حالات التهوية أثناء العمل الجراحي وكذلك التهوية المباشرة والفورية بعد العمل الجراحي.

٢- نمط التهوية بالتحكم بالمساعدة: يعمل مثل نمط التهوية الإجبارية المضبوطة CMV في حال غياب التنفس العفوي. على كل حال، عندما يبدأ المريض بأخذ نفس عفوي؛ فإن جهاز التنفس الاصطناعي يتم تنبيهه ليصل إلى مستوى ضبطه الأولي للتهوية.

٣- التهوية الإجبارية المتقطعة Intermittent mandatory ventilation (IMV): وكذلك نمط التهوية الإجبارية المتقطعة المتزامنة synchronized IMV (SIMV) في هذا النمط من التهوية يتم ضبط الجهاز لعدد مرات تنفس إجباري، ولكن المريض له الحرية أن يتنفس بشكل عفوي بين مرات التنفس المبرمجة لجهاز التنفس الاصطناعي. من الممكن أن تتزامن حركات التنفس الإجبارية مع الجهد ومحاولات التنفس العفوية للمريض (SIMV). إن الفوائد من هذا النمط من التنفس الاصطناعي (مقارنة مع نمط التهوية الإجبارية المضبوطة CMV) هي توزيع الغاز بشكل أفضل، وكذلك فإن ضغط الطرق الهوائية الوسطي يكون أقل، وكذلك الاضطراب الدموي الحركي يكون أقل، ويتطلب أدوية مهدئة أقل، وكذلك فإن الفطام من جهاز التهوية يكون أكثر سهولة.

٤- نمط التهوية بدعم الضغط Pressure sport ventilation (PSV): يتم ضبط جهاز التنفس الاصطناعي بإعطاء ضغط شهيقي في حلقة التنفس خلال فترة الشهيق عند المرضى الذين يتنفسون بشكل عفوي.

ضبط جهاز التنفس الاصطناعي
Setting up the Mechanical Ventilator

- التأكد من سلامة وتأمين الطريق الهوائي.
- التأكد من إعطاء الأدوية المهدئة، وكذلك الأدوية المخدرة ومرخيات عضلات. بشكل كافٍ.
- الضبط الأولي: نسبة الأكسجين المعطاة ٥٠-١٠٠٪؛ الحجم المدي بمعدل ١٠-١٢مل /كغم؛ عدد مرات التنفس ١٠-١٢مرة بالدقيقة؛ نسبة زمن الشهيق إلى: زمن الزفير ١ : ٢؛ ذروة الضغط أقل من ٤٠ سم/ ماء؛ الضغط الإيجابي في نهاية الشهيق PEEP ٢-٥سم/ ماء.
- يتم تعديل معايير الضبط هذه وذلك لتحقيق تبادل غازي مثالي بالاعتماد على قياس نسب وقيم غازات الدم؛ حيث إن تعديل نسبة الأكسجين المعطى والضغط الإيجابي في نهاية الشهيق PEEP سوف يغير من ضغط الأكسجين الجزئي في الدم الشرياني؛ كذلك فإن تغيير حجم الهواء المدي وعدد مرات التنفس في الدقيقة سوف يغير من ضغط ثاني أكسيد الكربون الجزئي في الدم الشرياني. كذلك فإن تطاول زمن الزفير (مثال: زمن الشهيق إلى زمن الزفير = ١ : ٣) هو مفيد في المرضى المصابين بالآفات الرئوية الانسدادية المزمنة؛ كذلك فإن التطاول في زمن الشهيق (مثال: زمن الشهيق إلى زمن الزفير = ١ : ١ أو ٢ : ١) هو مفيد عند المرضى المصابين بتناذر الشدة التنفسية عند البالغين.

الفطام عن جهاز التنفس الاصطناعي
Weaning

يعتمد نجاح فطام المريض عن جهاز التنفس الاصطناعي على: حالة المريض العامة، كذلك على تحكم وقيادة مركز التنفس المركزي، وقوة عضلات التنفس، وحالة التغذية للمريض، وكذلك على أية أمراض رئوية مصاب بها المريض سابقاً وعلى المدة الزمنية للتهوية. إن احتمالية نجاح الفطام عن جهاز التنفس الاصطناعي سيتحقق عندما يتم ما يلي:

- الشفاء من المرض الأولي.
- المعالجة المثلى للحالات المرضية العامة.
- ضغط الأكسجين الجزئي في الدم الشرياني أكثر من ٦٠مم/ زئبقي (٨ كيلو باسكال) عندما تكون نسبة الأكسجين المعطى أقل من ٤٠٪.
- ضغط ثاني أكسيد الكربون الجزئي في الدم الشرياني أقل من ٤٥مم/ زئبقي (٦كيلو باسكال) في المرضى غير المصابين بآفات الرئة الانسدادية المزمنة.
- عدد مرات التنفس أقل من ٣٠ مرة/ الدقيقة وحجم الهواء المدي أكثر من ٥مل/ كجم.
- السعة الحيوية أكثر من ١٠مل/ كغم؛ والحجم بالدقيقة هو أقل من ١٠لتر/ الدقيقة.

التقنية:

- في نمط التهوية الإجبارية المتقطعة المتزامنة (SIMV) يتم الإنقاص التدريجي لعدد مرات التنفس الإجبارية المضبوطة كلما زادت عدد مرات التنفس العفوية للمريض.
- نمط التهوية بدعم الضغط (PSV): يتم إضافة ضغط إيجابي لكل نفس.
- التهوية بنمط الضغط الإيجابي المستمر للطرق الهوائية (CPAP): وذلك لمنع الانخماص الرئوي المجهري.
- يجب إبقاء جريان الهواء والغازات في دارة جهاز التنفس الاصطناعي عاليًا وذلك لإبقاء صمام الشهيق مفتوحًا، وكذلك من أجل إنقاص معدل عمل التنفس.

الاختلاطات
Complications

خلال التنفس الاصطناعي بالضغط الإيجابي، فإن الضغط الطبيعي داخل التجويف الصدري والذي هو أقل من الضغط الجوي خلال التنفس العفوي سوف يستبدل بضغط إيجابي داخل التجويف الصدري والذي من الممكن أن يؤدي لتغيرات مضرة في فسيولوجية جهازي القلب والتنفس.

١- الجهاز القلبي الوعائي:

إن انخفاض العود الوريدي وزيادة المقاومة الوعائية الرئوية تساهم كلها في نقص الحصيل القلبي. وهذه الاختلاطات من الممكن تقليلها عن طريق إنقاص ضغط الطرق الهوائية، مع تجنب الضغط الإيجابي العالي في نهاية الزفير PEEP، كذلك تجنب تطاول أزمنة الشهيق وكذلك المحافظة على حجم الدم الجائل.

٢- الجهاز التنفسي:

- عدم التوافق بين التهوية/ والتروية V/Q mismatch; إنقاص السعة المتبقية الوظيفية FRC reduction.
- الرضخ الضغطي barotrauma واسترواح الصدر الضاغط: والذي من الممكن تقليله عن طريق تجنب زيادة حجم الهواء المدي، وكذلك تجنب الضغط العالي في نهاية الزفير الإيجابي PEEP كذلك تجنب الضغط العالي للطرق الهوائية.
- ضمور عضلات التنفس نتيجة عدم الاستعمال.

٣- الجهاز الكلوي:

إن إفراز الهرمون المضاد للإدرار ADH، وهرمون الرينين وهرمون الفازوبريسين سوف يؤدي لاحتباس السوائل ونقص في الحصيل البولي.

٤- الجهاز الدماغي:

إن نقص ضغط ثاني أكسيد الكربون الجزئي في الدم الشرياني سوف يؤدي إلى تضيق وعائي ونقص في الضغط داخل القحف.

٥- الاضطرابات الحامضية القلوية:

● القلاء التنفسي: إن نقص شوارد البوتاسيوم والماغنسيوم والكالسيوم المتأين سوف يؤدي إلى انقباض وعائي جهازي.

● الحماض التنفسي: والذي يؤدي إلى توسع وعائي جهازي، وإضرابات في نظم القلب.

٦- عدوى المستشفيات: إن التنبيب داخل الرغامى سوف يؤدي إلى عبور دفاعات الجسم الطبيعية، وكذلك إلى تغيير آليات التبادل الحراري والرطوبة.

ضغط الطرق الهوائية الإيجابي المستمر CPAP
Continuous Positive Airway Pressure

إن ضغط الطرق الهوائية الإيجابي المستمر CPAP هو إضافة الضغط الإيجابي خلال الزفير (بمقدار ٢,٥-١٠سم/ ماء) عند مريض يتنفس بشكل عفوي عن طريق:

i - قناع محكم الإغلاق ومناسب للوجه.

ii - قناع أنفي.

iii - أو عن طريق إضافة الضغط الإيجابي إلى الطرق المخصصة للزفير في الدارة التنفسية التي هي على شكل قطعة حرف T.

من أجل تحقيق هذا الضغط الإيجابي المستمر للطرق الهوائية فإنه من الضروري المحافظة على صمام الشهيق مفتوح مع وجود مخزون الهواء والأكسجين المستنشق لمعدل جريان أكثر من معدل جريان الهواء المستنشق للمريض، أو بوجود كيس تخزين كبير في الدارة التنفسية للشهيق. إن ضغط الطرق الهوائية الإيجابي المستمر يستطب في الحالات التالية:

١- نقص الأكسجة الدموية (زيادة في السعة المتبقية الوظيفية FRC، أو وجود نقص في عدم التوافق بين التهوية/ والتروية V/Q Mismatch).

٢- فشل البطين الأيسر (والذي يؤدي إلى نقص العود الوريدي).

هذه التقنية يجب استخدامها بحذر في المرضى المصابين بالأمراض الرئوية الانسدادية المزمنة (حيث إن فرق الضغط بين الأسناخ الرئوية إلى الفم يكون ناقصاً).

إن اختلاطات استخدام ضغط الطرق الهوائية الإيجابي المستمر CPAP تتضمن خطر الإصابة بالاستنشاق الرئوي، أو نقص بالحصيل القلبي، أو زيادة نسبة فرط ثاني أكسيد الكربون في الدم، أو زيادة الضغط داخل القحف.

الضغط الإيجابي في نهاية الزفير
Positive end Expiratory Pressure PEEP

- وهو إضافة ضغط إيجابي (عادة أقل من ١٠ سم / ماء) خلال فترة الزفير في التهوية الميكانيكية.
- إن الاستطبابات والاختلاطات هي مشابهة لما سبق من ضغط الطرق الهوائية الإيجابي المستمر CPAP.
- إن الضغط الإيجابي في نهاية الزفير PEEP الفسيولوجي (والذي هو من ٢-٣ سم / ماء) يتم تأمينه بشكل طبيعي عن طريق إغلاق الحنجرة.
- إن الضغط الإيجابي في نهاية الزفير الذاتي (الضغط الإيجابي في نهاية الزفير الداخلي، انحباس الهواء). إن نقص زمن الزفير عند المرضى المصابين بالأمراض الرئوية الانسدادية المزمنة COPD، سوف ينتج عنه انحباس الهواء، وزيادة الضغط في الطرق الهوائية، وفرط ثاني أكسيد الكربون في الدم.

التهوية الاصطناعية ذات التردد العالي
High-frequency Ventilation (HFV)

- التهوية الاصطناعية عالية الضغط ذات التردد العالي (HFPPV).
- التهوية الاصطناعية ذات التردد العالي النفاثة (HFJV).
- التهوية الاصطناعية ذات التردد العالي المذبذبة (HFO).

إن التهوية الاصطناعية ذات التردد العالي HFV تعرف بأنها تهوية بمعدل أكثر بأربع مرات من عدد مرات التنفس الطبيعية، وكذلك بأن يكون الحجم المدي ١-٣ مل / كجم للمحافظة على نسبة ثاني أكسيد الكربون الطبيعية. إن آلية تحسن قيم التبادل الغازي ليست مفسرة بشكل كامل، على كل حال، فإن زيادة الاضطراب واختلاط الحمل الحراري، خاصة على مستوى تفرع القصبات الهوائية، من الممكن أن تكون عوامل مساعدة. إن مزايا هذا النوع من التهوية مقارنة مع التهوية التقليدية تتضمن تحسين استقرار الوظيفة القلبية الوعائية وتحسين التهوية عندما تكون الطرق الهوائية متأذية (مثال: بعد الرضوض، أو بعد العمليات الجراحية، أو عند وجود ناسور قصبي جنبي).

إن مساوئ هذا النوع من التهوية تتضمن نقصًا في الترطيب، وانحباس غاز ثاني أكسيد الكربون، مع مراقبة التهوية المستمرة وزيادة الضغوط القيادية.

التهوية الاصطناعية ذات التردد عالي النفاث HFJV:

- هي أكثر الطرق شيوعاً واستخداماً في الممارسة السريرية عند استخدام نموذج التهوية الاصطناعية ذات التردد العالي.
- تتضمن الاستطبابات جراحة الحنجرة أو جراحة الرغامى والقصبات الهوائية، أو في حالات الناسور القصبي الجنبي، أو في حالات الشدة التنفسية عند البالغين.

- إن الغاز النفاث هو الذي يجر معه كمية أكبر من الغاز عن طريق تأثير فنتوري Venturi effect، يتم توصيله بسرعة عالية من خلال قنية أو من خلال أنبوب داخل الرغامى مخصص لهذا الغرض.
- إن الإعدادات والضبط هي عادة: الضغط القيادي يتراوح من ١-٢ بار (٧٦٠-١٥٢٠ مم/ زئبقي)؛ عدد مرات التنفس من ١٠٠-٢٠٠ مرة في الدقيقة؛ نسبة زمن الشهيق لزمن الزفير هي ١ : ٢ - ١ : ٣.

للمزيد من القراءات

Further Reading

Kalia P, Webster NR. Conventional ventilation and weaning. New modes of respiratory sup- port. In: Goldhill DR, Withington PS, eds. *Textbook of Intensive Care.* London: Chapman Hall Medical, 1997; 401.

Slutsky *AS.* Consensus conference on mechanical ventilation. Parts I and II. *Intensive Care Medicine,* 1994; 20: 64 (Part I), 150 (Part II).

obeikandl.com