الفصل الثالث والستون

اختبارات وظائف التنفس (الرئة)
PULMONARY FUNCTION STUDIES

زيف غاماليل
Ziv Gamliel

تعتبر الاختلاطات الرئوية بعد جراحات الصدر هي أكثر الأسباب شيوعا للإمراضية والوفيات بعد الجراحة. إن الأمراض الرئوية المزمنة تكون منتشرة في المرضى الذين سيخضعون للعمل الجراحي الصدري، والعديد منهم مدخنون حاليون أو مدخنون سابقون. علاوة على ذلك، تتأذى ميكانيكية التنفس بعد عمليات فتح الصدر أو الجروح البطنية العلوية. وإن أحد أهداف تقييم المريض بعد العمل الجراحي هو التنبؤ عن المرضى الذين لديهم خطورة زائدة لحصول اختلاطات تنفسية بعد العمل الجراحي، وإن التقييم الموضوعي لوظائف التنفس يبقى هو الجزء الأساسي في التقييم الكلي للمريض. يجب معرفة أن هناك الكثير من الاختبارات متوفرة، وأن كل واحد على حدة له مجاله المحدد. ولهذا السبب، فإن الأمر يتطلب غالبا عدة اختبارات لتكوين صورة كاملة عن وظائف التنفس.

موجز عن فسيولوجية التنفس
Summary Pulmonary Physiology

إن الهدف من الجهاز التنفسي هو تأمين الأكسجين للأنسجة والتخلص من غاز ثاني أكسيد الكربون من الأنسجة. إن تنسيق وتنظيم هذه العملية هو معقد. تمتد الطرق الهوائية الموصلة من البلعوم الأنفي إلى القصيبات الشعبية الهوائية النهائية، حيث إن الحمل الحراري أو التحميل هو الأسلوب أو الشكل لنقل الغاز. بعد هذا المستوى من الطرق الهوائية يحصل الانتشار وتوزع الغاز، حيث ينقل الغاز إلى العنبات (والتي تشمل القصيبات الشعبية التنفسية، والقنوات السنخية، والأكياس والأسناخ الرئوية) حيث يحدث التبادل الغازي هنا. يحدث التبادل الغازي من خلال الحواجز الهوائية الدموية الرقيقة، والتي تضم ظهارية الأسناخ الرئوية (وهي الخلايا الرئوية نوع I وII) وكذلك تضم الظهارية الشعرية الوعائية والغشاء القاعدي الملتحم. إن التوازن الحاصل بين الضغطين الهيدروستاتيكي والجرمي oncotic ينتج عنه هجرة السوائل من الفراغات الهوائية إلى حيز النسيج

الخلالي والوعائي. إن الرئة وجدار الصدر هما بنى مرنة مع وجود تراجع وارتداد مورث ومع خصائص ميكانيكية مختلفة، والذي ينتج عنه علاقات معقدة بين الضغط والحجم.

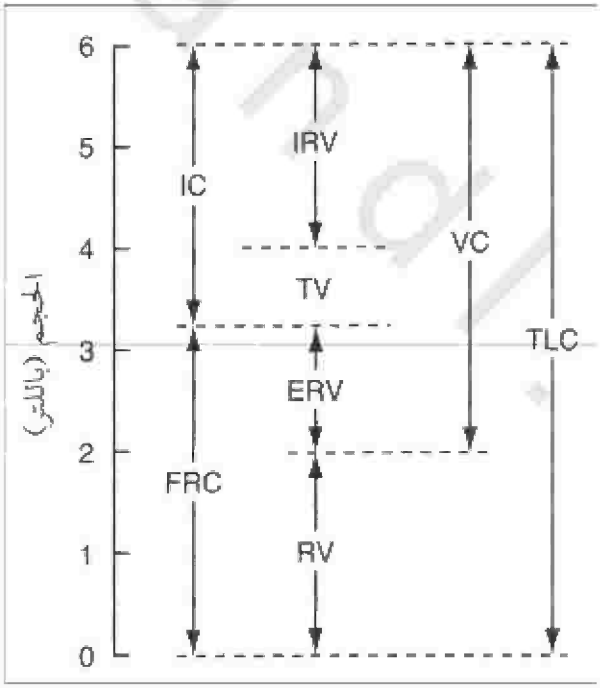
من الممكن تقسيم أحجام الرئة إلى عدة حجر (الشكل رقم ١). وإن الأقسام التالية هي الأكثر فائدة:

١- الحجم المدي Tidal volume: وهو حجم الهواء خلال التنفس المدي.

٢- السعة الرئوية الكلية Total lung capacity: وهي حجم الهواء الكلي داخل الرئتين في الشهيق الأعظمي.

٣- السعة الحيوية Vital capacity: (السعة الحيوية القسرية) وهي حجم الهواء المطرود بالزفير، من الشهيق الأعظمي حتى الزفير الكامل.

٤- الحجم المتبقي (الثمالي) Residual volume: وهو حجم الهواء المتبقي في الرئتين بعد الزفير الأعظمي، والذي لا يمكن إخراجه. وهذا يعتمد على قوة العضلات التنفسية ومطاوعة جدار الصدر وانغلاق الطرق الهوائية. مع تقدم العمر، فإن انغلاق الطرق الهوائية يحصل في ضغوط أعلى (وهو مستقل عن القوى العضلية) ويرتفع الحجم المتبقي من حوالي ٢٠٪ (في عمر ٢٠سنة) إلى ٤٠٪ (في عمر ٧٠سنة).



الشكل رقم (١). أحجام الرئة. ERV expiratory reserve volume: الحجم الاحتياطي الزفيري، FRC functional residual volume: السعة المتبقية الوظيفية، IC inspiratory capacity: السعة الشهيقية، IRV inspiratory reserve volume: الحجم الشهيقي الاحتياطي، RV residual volume: الحجم المتبقي (الثمالي)، TLC total lung capacity: السعة الرئوية الكلية، TV tidal volume: الحجم المدي، VC vital capacity: السعة الحيوية.

٥- الحجم المتبقي الوظيفي (السعة) Functional residual volume (capacity): هو حجم الهواء المتبقي بعد الزفير خلال التنفس المدي. وهذا يمثل حجم الهواء والذي عنده يتم تراجع وارتداد الرئة للداخل بشكل متوازن مع الارتداد للخارج لجدار الصدر. وهذه تنقص في السمنة والحمل بينما تزيد في حالات الأمراض الرئوية الانسدادية المزمنة.

إن إفراغ الرئتين الأعظمي لا يمكن تحقيقه إلا بجريان الهواء الزفيري القسري. إن جريان الهواء بين ٢٥-٧٥٪ من الجريان الزفيري القسري الكلي (أو الجريان منتصف الزفيري الأعظمي) (maximum midexpiratory flow) لا يعتمد كلية على الجهد، ولكن لا يقدم أي فائدة عملية لقياسات حجم الزفير القصري في الثانية الأولى (FEV1) أو نسبتها إلى السعة الحيوية القسرية (FEV1\FVC).

قياس وظائف التنفس
Measurement of Pulmonary Function

يقاس جريان الهواء الزفيري والحجوم الهوائية للرئة بمشاركة كل من جهاز قياس التنفس (السبيرومتيرز) (الحجم/الزمن أو الجريان/الحجم) ومشاركة فحوص أكثر تخصصا (مثل تمدد الهيليوم، وفحص تخطيط التحجم لحجم الجسم الثابت (بليثموغرافي)، وقدرة الرئة على جريان الهواء). تقدر القيمة الطبيعية بالاعتماد على جنس المريض، وعمره وطوله. يجب الإدراك بأن هناك اختلافات كبيرة من الممكن أن تتواجد بين المختبرات، وهنا يجب أن تعاير معدات الفحص بشكل دقيق ودوري.

قياس التنفس
Spirometry

١- الحجم الزفيري القسري في الثانية الأولى FEV1 من الممكن التعبير عنه بقيمة مطلقة (عادة هو أكثر من ٢ لتر) أو بشكل نسبة مئوية تنبؤية. وهذه هي الأكثر استخداما على شكل مُنبئ عن الإمراضية الرئوية بعد الجراحة، والتي تزداد بشكل كبير في المرض والذين عندهم قيمة الحجم الزفيري القسري في الثانية الأولى FEV1 بعد الجراحة هي ٨٠٠مل أو أقل.

٢- نسبة FEV1 على السعة الحيوية القسرية.

إن النسبة الطبيعية لـ: FEV1/FVC هي حوالي ٧٠-٨٠٪.

في الآفات الرئوية الانسدادية فإن الحجم الزفيري القسري FEV1 سوف ينقص، ولكن حجوم الرئة سوف تزداد، ولهذا فإن هذه النسبة سوف تنقص. بينما في الآفات التحددية فإن كلا الـ FEV1 والـ FVC سوف ينقصوا مما يؤدي للمحافظة على النسبة الطبيعية.

٣- منحنيات حجم الهواء الجاري Flow-volume curves: إن شكل منحنى أو عروة حجم الهواء الجاري يعتمد على الخصائص الوظيفية للطرق الهوائية، وحجوم الرئة وحجوم وارتداد الرئة (مرونتها)، أما النماذج المميزة فنجدها في الآفات أو الأمراض الرئوية التحددية، والأمراض الانسدادية مع انسدادات الطرق الهوائية العلوية، من الممكن معرفة القياسات الكمية لحجم الرئة مع أخذ الزمن بعين الاعتبار من منحنيات الشهيق والزفير.

اختبارات انتقال الغاز
Gas Transfer Tests

- سعة الانتشار لغاز أول أكسيد الكربون: (DLCO) وهو يقيس كمية امتصاص غاز أول أكسيد الكربون وهو يعكس سلامة التداخل الهوائي الدموي. إن قيما متوقعة أقل من ٣٠٪ تمثل خطرا كبيرا في عمليات الاستئصال الرئوية الكبرى.
- قياس غازات الدم الشرياني: من الممكن استخدامها من أجل تقييم عملية انتقال الغازات والتهوية.
- قياس نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون الجزئي في الدم الشرياني PaCO2: وهو يعطي الدلالة الأكثر نفعا حيث إنه يعكس كفاية التهوية في الأسناخ الرئوية، وأي تغير طفيف يدل على خلل شديد في التبادل الغازي.

اختبارات الجهد Exercise testing

إن اختبارات قياس السعة الجهدية تقيم عادة الإنجاز المشترك لكلا الجهازين القلبي والتنفسي. إن نقص الأكسجة باختبارات الجهد يتطلب اختبارات شاملة أخرى للوظائف القلبية والتنفسية. إن اختبار أخذ الأكسجين الأعظمي (VO2 max) هو أكثر الاختبارات نوعية وأكثرها تنبؤاً قبل الجراحة بالنتائج الحاصلة، ولكن النقص في إيجاد معيار واحد بين المختبرات أدى إلى تحديد استخدامه الواسع الانتشار. وهو يستخدم من أجل التعرف على المرضى القابلين للعمل الجراحي والذين من الممكن وبشكل آخر أن يحرموا من فتح الصدر الجراحي اعتمادا على نتائج اختبارات قياس التنفس أو الحديه. بشكل عام، فإن قيم أقل من ٢٠مل/كغ/دقيقة هي مشعر ومنبئ عن ازدياد الإمراضية بعد الجراحة، بينما النسب التي هي أقل من ١٠مل/ كغ/دقيقة هي نسب تحظر قطعيا إجراء أي استئصال جراحي رئوي كبير.

اختبارات التفرس والتروية والتهوية الكمية
Quantitative Perfusion/Ventilation Scanning

إن اختبارات التفرس للتروية والتهوية للرئة بالنيوكليدات المشعة تقدر عادة مقدار مشاركة كل رئة، أو كل منطقة من الرئة، بالعملية التنفسية وكذلك وظيفة الرئة بشكل شامل. وهو اختبار سهل نسبيا غير راض، حيث إنه

استبدل بشكل واسع اختبارات قياس الوظائف التنفسية القصبية واختبارات الوضعية الجانبية. من الممكن استخدام اختبار نسبة التروية الرئوية الكمية، بالاشتراك مع اختبارات قياس التنفس من أجل التنبؤ بشكل دقيق لاختبارات الرئة (مثال: FEV1، DICO، السعة الحيوية) بعد الاستئصال الجراحي. وهذه بشكل خاص مفيدة عند المرضى الذين لديهم قيم مقياسي التنفس أو حدية، في حالات إجراء استئصال الرئة الكامل: قيمة FEV1 بعد الجراحة = قيمة FEV1 قبل الجراحة× النسبة المئوية٪ لوظيفة الرئة المتبقية.

من الممكن إجراء حسابات مماثلة من أجل توقع وظيفة الرئة بعد استئصال فص رئوي، وذلك بالاعتماد على قيم الوظيفة الناحية للفص الذي سوف يستأصل.

اختبار المشي لمدة ستة دقائق
Six- Minute Walk

وهو فحص غير مكلف، وينجز بسهولة وهو يعكس احتياطي الجهاز التنفسي القلبي. وقد استخدم بشكل واسع جدا عند المرضى المصابين بأمراض الرئة الانسدادية المزمنة، ولكن الأدلة الحديثة دعمت استخدامه في تقييم ما قبل الجراحة للمرضى المحتاجين لإجراء جراحة الصدر. يعطى للمرضى تعليمات بالمشي على مكان مدروس سلفا بأبعد وأسرع ما يمكن. تبين أن المسافات التي تكون أكثر من ١٠٠٠ قدم (٣٠٥م) ارتبطت بشفاء بعد الجراحة بدون اختلاطات مرضية.

تسلق الدرج وصعوده
Stair Climb

على مدى سنوات طويلة فإن جراحي الصدر أيدوا اختبار صعود الدرج للمرضى كوسيلة غير رسمية لتقييم مدى تحمل الجهد.

بعض المؤلفين حاولوا أن يصيغوا هذا الاختبار بشكل أكاديمي عن طريق قياس مدى عبء الجهد ومدى الحاجة العظمى للأكسجين (VO2 max) بعضهم استخدم صعوبة التنفس أو انخفاض نسبة إشباع الأكسجين بعد صعود دورين من الدرج كمؤشر لزيادة الحظر.

التطبيقات السريرية الاختبارات وظائف الرئة
Clinical Applications Of Pulmonary Functions Studies

١- التقييم ما قبل الجراحة. انظر إلى الفصل المتعلق بـ"التقييم ما قبل الجراحة في عمليات جراحة الصدر" صفحة (٣١١).

٢- التشخيص للاضطرابات الرئوية الوظيفية.

أ) اضرابات التهوية الانسدادية.

- أمراض الرئة الانسدادية المزمنة.
- التهاب القصيبات المزمن.
- انتفاخ الرئة.
- الربو التشعبي.
- التليف الكيسي.
- التهاب القصيبات الساد.

ب) اضطرابات التهوية التحددية.

- التهاب الأسناخ الرئوي التليفي.
- التهاب الرئة الخلالي / التليفي.
- داء الساركوئيد.
- تشوهات جدار الصدر.

للمزيد من القراءات

Further Reading

Crapo RO. Pulmonary function testing. *New England Journal of Medicine,* 1994; 331: 25.
Gass GD, Olsen GN. Preoperative pulmonary function testing to predict postoperative morbidity and mortality. *Chest,* 1986; 89: 127.
Olsen GN, Bolton JW, Weiman DS, Hornung CA. Stair climbing as an exercise test to predict postoperative complications oflung resection. *Chest,* 1991; 99: 587.

obeikandl.com