الجمهورية العربية السورية
جامعة حلب
مشفى حلب الجامعي

المستجدات في وظائف الرئة

UP to Date in Pulmonary Function Tests

ترجمة وإعداد

الدكتور
محمد مصطفى عباس

الدكتور
مصطفى فائق الرنة

الدكتور
شيرزاد حنيف حسن

الدكتور
يحيى محمد حسان

الدكتور
زكي حسين

تنسيق

الدكتور
محمد فاتح قشقش

إشراف

الأستاذ الدكتور
عبد الله خوري

الجمهورية العربية السورية
جامعة حلب
مشفى حلب الجامعي

المستجدات في وظائف الرئة

UP to Date in
Pulmonary Function Tests

ترجمة واعداد

الدكتور
محمد مصطفى عباس

الدكتور
مصطفى فائق الرنة

الدكتور
شيرزاد حنيف حسن

الدكتور
يحيى محمد حسان

الدكتور
زكي حسين

تنسيق

الدكتور

محمد فاتح قشقش

إشراف

الأستاذ الدكتور

عبد الله خوري

Partners for Better Health

هذا الكتاب تقدمة من شركة

يونايتد فارما

كلمة شكر

إلى شهداء الوطن من

عسكريين ومدنيين

والقوات الصديقة

والرديفة .

بدمائكم الطاهرة تعمر

سورية

مقدمة

تقوم الرئتين بدور أساسي لاستمرار الحياة، من خلال المبادلات الغازية، إذ يتنفس الإنسان بمعدل وسطي عشر حركات تنفسية بالدقيقة، وما يقارب ٦٠٠ حركة تنفسية بالساعة، و١٤،٤٠٠ مرة باليوم، وما يعادل ٥،٢٥٦،٠٠٠ مرة بالسنة.

والهدف هو طرح غاز ثاني أوكسيد الكربون وتأمين الأوكسيجين الغاز الأساسي للجسم لتأمين الحياة السليمة والعافية المتكاملة والعمليات الاستقلابية اللازمة للنمو، والعمل والتطور الصحي لجسم الإنسان .

تشكل الأمراض التنفسية ثلث القبولات الإسعافية وهذا يتطلب من الطبيب المتمرن والممارس وأخصائي الداخلية والصدرية والجراحة بشكل عام معرفة طرق تشخيص الأمراض الصدرية المتنوعة .

يقدم هذا العمل المتواضع المستجدات في اختبارات وظائف الرئة، معلومات سهلة المنال لكل من طلاب الطب والأطباء الممارسين والأخصائيين مرجعاً سريعاً يوضح المستجدات في وظائف الرئة وفيزيولوجيتها بما يتماشى مع أحدث التطورات في هذا المجال .

والله من وراء القصد

المؤلفون

المحتوى

المستجدات في وظائف الرئة		
الفهرس		رقم الصفحة
المقدمة		**٥**
الفصل الأول	قياس الحجوم والسعات الرئوية	٧
الباب الأول	وظائف الرئة الحجمية	٩
الباب الثاني	التغيرات المرضية في وظائف الرئة الحجمية حسب الفيزيولوجيا المرضية:	١٣
الباب الثالث	اختبارات استجابة الطرق الهوائية - اختبارالعكوسية - اختبارالاستجابة القصبية	١٦
الباب الرابع	تقييم وظيفة الرئة الحجمية في حالات خاصة	٢٠
الباب الخامس	دور وظائف الرئة الحجمية في تقييم خطورة العمل الجراحي	٢٢
الباب السادس	قياس السعة الحيوية الكلية	٢٣
الباب السابع	المطاوعة	٢٨
الباب الثامن	المقاومة القصبية(مقاومة الطرق الهوائية)	٣٢
الفصل الثاني	سعة الانتشار	**٣٥**
الفصل الثالث	غازات الدم **والتوازن الحمضي الأساسي**	**٤٣**
الباب الأول	قياس غازات الدم الشرياني	٤٤
الباب الثاني	التنفس والتوازن الحمضي الأساسي	٥٢
الباب الثالث	مقياس التأكسج	٥٨
الفصل الرابع	قياس النيتروجين بالزفير FENO	**٦٥**
الفصل الخامس	اختبار الجهد التنفسي	**٧١**
الباب الأول	اختبار الجهد القلبي الرئوي	٧٢
الباب الثاني	اختبار المشي	٧٥

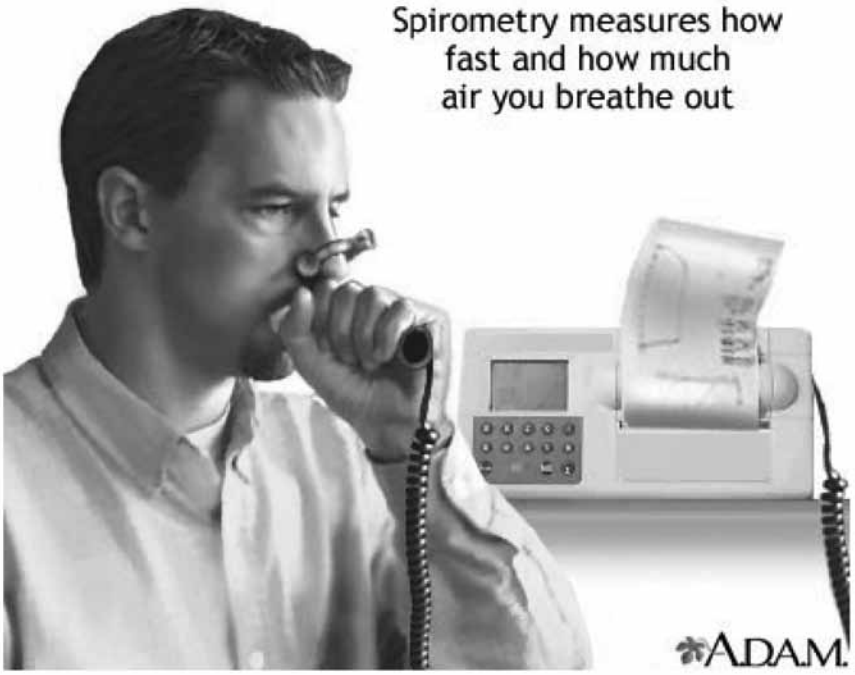
الفصل الأول

قياس الحجوم والسعات الرئوية

الباب الأول:

وظائف الرئة الحجمية

Spirometry



شكل رقم (١)

مقدمة :

قياس السعات والحجوم الرئوية (Spirometry) (شكل ١) يفيد في تقييم تكامل الوظيفة الميكانيكية للرئتين، جدار الصدر، والعضلات التنفسية بقياس حجم الهواء في الرئتين في نهاية الشهيق القسري الأعظمي (السعة الرئوية الكلية [TLC])، حجم الهواء المتبقي في الرئتين بعد زفير قسري أعظمي (الحجم المتبقي [RV]) السعة الحيوية القسرية (FVC)، وحجم الزفير الأقصى في الثانية الأولى بزفير قسري أعظمي (FEV1).عند إجراء هذا الاختبار يطلب من المريض أن يأخذ شهيقا عميقا بأقصى ما يستطيع ومن ثم يزفر زفيراً قسرياً وأعظمياً بأقوى وأسرع ما يستطيع ويجب أن يستمر المريض بالزفير ٦ ثواني على الأقل. وبعد انتهاء المريض من هذا الزفير القسري يعاد الاختبار السابق بنفس الخطوات عدة مرات ونأخذ الاختبار الأفضل.

النقص الـ FEV1 قد يعكس وجود نقص في الامتلاء الأعظمي للرئتين بالهواء (TLC)؛ انسداد في الطرق الهوائية؛ ضعف في العضلات التنفسية؛ عدم استخدام جهد تنفسي أعظمي خلال الاختبار بسبب سوء تدريب المريض على الاختبار، عدم فهم المريض لكيفية إجراء الاختبار، أوالتمارض وعدم إجراء الاختبار بشكل جيد. انسداد الطرق الهوائية هو السبب الأشيع لنقص الـ FEV1. وجود انسداد يعيق جريان الهواء قد يكون ثانويا بسبب وجود تشنج قصبي، التهاب في الطرق الهوائية، نقص في مرونة (مطاوعة) الرئة، زيادة المفرزات في الطرق الهوائية، أو وجود عدة أسباب مجتمعة من الأسباب السابقة. استجابة الـ FEV1 للموسعات القصبية الانشاقية تستخدم لتقييم عكوسية الانسداد في الطرق الهوائية، على الرغم من أنه حالياً يعتبر بشكل واسع عالمياً أن الاستجابة التي تظهر عدم وجود ازدياد ملحوظ في ال FEV1 لا تدل على أن المريض لن يستفيد سريرياً من العلاج بالموسعات القصبية. الزيادة الملحوظة في السعة الشهيقية (IC) و/أوالسعة الحيوية (VC) بعد المعالجة بالموسعات القصبية يمكن أن تحدث حتى في حال عدم تغير الـ FEV1 بشكل ملحوظ.

الاستطبابات:

الـ Spirometry يستخدم لـ:

١) معرفة وتوثيق القيمة القاعدية (baseline) لوظائف الرئة.

٢) تقييم الزلة التنفسية.

٣) كشف وتشخيص العديد من الأمراض الرئوية.

٤) مراقبة فعالية العلاج المستخدم لعلاج مرض تنفسي ما.

٥) تقييم القصور التنفسي.

٦) تقييم درجة الخطورة للعمل الجراحي.

٧) إجراء إحصائية للأمراض الرئوية المهنية.

مضادات الاستطباب:

مضادات الاستطباب النسبية لـ Spirometry تتضمن:

١) النفث الدموي مجهول السبب.

٢) الريح الصدرية.

٣) خناق الصدر غير المستقر.

٤) احتشاء قلبي حديث.

٥) أمهات دم في الأبهر الصدري أوالبطني أوأمهات الدم الدماغية.

٦) جراحة عينية من فترة قريبة (خلال الأسبوعين السابقين بسبب ارتفاع الضغط داخل العين خلال الزفير الجهدي).

٧) عمل جراحي في الصدر أوالبطن من فترة قريبة.

٨) المرضى الذين لديهم قصة غشي أثناء الزفير الجهدي.

٩) المرضى الذين لديهم سل فعال.

تفسير النتائج:

تفسير نتائج الـ Spirometry يجب أن يبدأ بتقييم جودة الاختبار. الفشل في إنجاز الاختبار بشكل معياري قد ينجم عنه نتائج غير موثوقة للاختبار. الجمعية الأمريكية لأمراض الصدر عرفت اختبار الـ Spirometry المقبول بأنه الاختبار الذي يتميز الجهد الزفيري فيه بأنه يحقق المميزات التالية:

- اختبارات وظائف الرئة تتطلب أن يقوم المرضى بإجراء المناورات التنفسية بنجاح وبطريقة معيارية للحصول على نتائج ذات معنى سريرياً. الـ Spirometry من أكثر الاستقصاءات المرغوبة طبياً وتقنياً. على المريض أن يأخذ شهيقا أعظميا بأقصى ما يستطيع،ثم يزفر بأقوى ما يستطيع، ويستمر بهذا الجهد التنفسي حتى يفرغ كامل رئتيه من الهواء بالقدر الذي يستطيع أو حتى يصبح غير قادر على الاستمرار.
- يجب أن يبدأ الاختبار بعد امتلاء الرئة بالهواء بشكل كامل.
- الاختبار يظهر الحد الأدنى من الشك بموثوقيته عند بدء الزفير القسري (الحجم المستوفى Extrapolated volume [EV < 5% من الـ FVC]).

- يجب أن يظهر المريض بداية قوية (فعالة) عند إجراء الزفير القسري (الوقت للوصول للجريان الأعظمي ليس أكثر من ٠,١٢ ثانية).
- يجب أن لا يحدث سعال عند المريض خلال الثانية الأولى من الزفير القسري.

تختلف القيم المتوقعة للـ FEV1 وFVC من شخص لآخر حسب الجنس والعمر والعرق.

الباب الثاني:

التغيرات المرضية في وظائف الرئة الحجمية حسب الفيزيولوجيا المرضية

الأمراض الانسدادية:

النقص في الـFEV1 والغير متناسب مع النقص في الـ FVC ينعكس بوضوح في النسبة FEV1/FVC والتي هي العلامة المميزة لأمراض الرئة الانسدادية. هذا النمط الفيزيولوجي من أمراض الرئة يتضمن الربو، التهاب القصبات الحاد والمزمن، التليف الكيسي، والتهاب القصيبات. الآلية المسؤولة عن النقص في جريان الهواء في الرئتين قد يكون ناجما عن التشنج القصبي، الالتهاب في الطرق الهوائية، ازدياد المفرزات داخل اللمعة القصبية، و/ أو النقص في تدعيم الطرق الهوائية بالبرانشيم بسبب وجود نقص النسج المرن في الرئتين.

إن استخدام قيمة ثابتة محددة (عادة ٧٠%) واعتباره هي القيمة الدنيا الطبيعية للنسبة FEV1/FVC كما كان مقترحاً سابقاً من قبل الـ GOLD يفتقد إلى أساس علمي إضافة إلى أن النتائج أظهرت وجود سوء في تشخيص وتصنيف المرضى خاصة المرضى في طرفي العمر. المرضى الصغار في السن قد يصنفون كأسوياء من الناحية التنفسية على الرغم من وجود انسداد في الطرق الهوائية لديهم، والمرضى الأكبر عمراً قد يصنفون كمرضى لديهم متلازمة انسدادية على الرغم من عدم وجود أي انسداد حقيقي في جريان الهواء لديهم. وبالتالي فإن وجود عتبة ثابتة لتحديد وجود انسداد في الطرق الهوائية يجب أن لا يتم الاعتماد عليه عملياً عندما تكون القيم المتوقعة جاهزة أو متوفرة.

وبالتالي فإن التوصيات العملية لتعريف وجود تغير مرضي في الـ Spirometry توجب استخدام قيمة متوقعة للحدود الدنيا الطبيعية لكل شخص على حدى وذلك حسب العمر والطول والجنس والعرق، حيث نعتبر أن هناك متلازمة انسدادية عند انخفاض النسبة FEV1/FVC أكثر من ٥% من القيمة السابقة المعيارية والتي يعطيها جهاز وظائف الرئة جاهزة بعد إدخال المعلومات اللازمة.

الأمراض التحددية:

عند وجود نقص في الـ FVC مع كون النسبة FEV1/FVC طبيعية أو مرتفعة يجب إجراء تقييم إضافي للسعة الرئوية الكلية (TLC) لاستبعاد وجود مرض رئوي تحددي. قياس الـ

TLC والحجم المتبقي يفيد في تأكيد تشخيص التناذر التحددي وذلك عندما تكون قيمة أحدهما أكبر من ١٢٠%.

تقدير شدة الأمراض الرئوية عن طريق الـ Spirometry:

عند إجراء الـ Spirometry للأشخاص الطبيعيين فإن قيم الـ FVC، FEV1، والنسبة FEV1/FVC تكون أعلى القيمة الدنيا الطبيعية. القيمة الدنيا الطبيعية تساوي القيمة المتوقعة الوسطية (والتي تحسب اعتمادا على طول، عمر، ووزن المريض) مطروحاً منه ١,٦٤ مرة من الخطأ المعياري الذي يقدر بدراسة المجتمع وحساب القيم المرجعية. في حال عدم توفر القيمة الدنيا الطبيعية، الـ FVC وFEV1 يجب أن تكون أكبر أو تساوي ٨٠%، والنسبة FEV1/FVC ليست منخفضة أكثر من ٨ - ٩% من القيمة المتوقعة. الـ ATS توصي باستخدام القيمة العليا الطبيعية من القيمة الثابتة ٨٠% من المتوقع لتعريف وجود تغير مرضي في الاختبار.

إن وجود نقص في الـ FVC بالـ Spirometry دون وجود نقص في النسبة FEV1/FVC يوجه لوجود تناذر تنفسي تحددي إذا كانت مدة الزفير قصيرة بشكل غير مناسب عند إجراء الـ Spirometry فهذا يمكن أن ينجم عنه نقص غير حقيقي في الـ FVC.

الأسباب التي ينجم عنها متلازمة تحددية بالـ Spirometry تتضمن البدانة، الضخامة القلبية، الحبن، الحمل، انصباب الجنب، أورام الجنب، الحدب الجنفي، التليف الرئوي، أمراض الوصل العصبي العضلي، ضعف أو شلل الحجاب الحاجز، الآفات الشاغلة للحيز، استئصال الرئة، قصور القلب الاحتقاني، الشهيق والزفير غير الكافيين بسبب الألم، داء رئوي انسدادي شديد. شدة النقص في الـ FVC و/أوFEV1 يمكن أن تصنف إلى:

١) خفيفة: أكبر من ٧٠% من المتوقع.

٢) متوسطة: ٦٠– ٦٩% من المتوقع.

٣) شديدة بشكل معتدل: ٥٠ – ٥٩% من المتوقع.

٤) شديدة: ٣٥ – ٤٩% من المتوقع.

٥) شديدة جدا: أقل من ٣٥% من المتوقع.

الحد الأدنى الطبيعي للجريان الزفيري الجهدي بين ٢٥ – ٧٥ % من الاختبار (FEF 25 - 75%) يمكن أن يكون أقل من ٥٠% من القيمة الوسطية المتوقعة مما يجعل من المهم استخدام

القيمة الدنيا الطبيعية المعرفة بفترة ثقة ٩٥% القيمة الوسطية المتوقعة بدلا من استخدام نسبة مئوية ثابتة من القيمة المتوقعة. الـ FEF 25 - 75% تعتمد أيضا بشكل كبير على مدة الزفير. في حال كانت فترات الزفير عند إجراء الـ Spirometry تختلف بنسبة أكبر من ١٠% فإن المقارنات بين FEF 25-75% قيل وبعد إعطاء موسع قصبي صعب جدا. الإنهاء الباكر للزفير الجزء المتوسط (الـ ٥٠%) من الحجم الزفير نحو بداية الزفير مما يرفع FEF25-75% بشكل غير حقيقي. ولهذه الأسباب فإن استخدام FEF 25-75% لتقييم وظيفة الطرق التنفسية غير محبذ عند البالغين

الـ FVC هو وسيلة موثوقة لتقييم الحالة السريرية في التليف الرئوي مجهول السبب (IPF). هناك اختلاف قليل الأهمية سريرياً في قيمة الـ FVC يعبر عنه كنسبة مئوية من القيمة الطبيعية الوسطية المتوقعة، والتي تعادل ٢-٦% تقريبا. وهذا يوضح أهمية قياس السعة الرئوية الكلية (TLC) لتقييم ترقي المرض أو تأثيرات العلاج الدوائي.

الباب الثالث:

اختبارات استجابة الطرق الهوائية

- **اختبار العكوسية :**

يفيد تقييم عكوسية الانسداد (استجابة الطرق الهوائية على الموسعات القصبية الانشاقية) عند تشخيص انسداد الطرق الهوائية عن طريق الـ Spirometry.

الـ ATS أوصت بأن الاستجابة القصبية تكون ذات قيمة عندما يكون هناك زيادة بنسبة ١٢% أو٠,٢ لتر على الأقل في الـ FEV1 أوFVC عند إعادة إجراء وظائف الرئة بعد ١٠– ١٥ دقيقة من إعطاء موسع قصبي انشاقيا. التوصيات الجديدة تفضل استخدام أربع بخات (١٠٠ مكغ في كل بخة، والجرعة الكلية ٤٠٠ مكغ) من البوتيرول (سالبوتامول) تعطى عبر بخاخ مجهز بقطعة فموية. عند الخوف من حدوث رجفان في الأطراف أو خفقان، يمكن استخدام جرعات أقل من الموسع القصبي. الاستجابة عند استخدام مضادات الكولين تقيم بعد ٣٠ دقيقة من إعطاء أربع بخات (كل بخة تحوي ٤٠ مكغ، والجرعة الكلية ١٦٠ مكغ) من ابراتروبيوم بروماید. الفشل في الاستجابة على الموسع القصبي لا يستبعد وجود فائدة سريرية من الموسعات. الاستجابة الإيجابية على الموسعات القصبية قد يكون لها علاقة مع الاستجابة على العلاج بالستيروئيدات.

- **اختيار الاستجابة القصبية**

اختبار التحريض بالميتاكولين Methacoline Challenge Test

الاستطباب:

يستخدم اختبار التمريض بالمتياكولين (ويعرف أيضاً باختبار ميكوليل Mecholy) عند الشك بوجود ربو قصبي Asthma لدى المريض، حيث يفيد في تأكيد التشخيص من خلال تحديد شدة فرط الاستجابة Hyperresponsiveness ومتابعة التغيرات فيها.

مضادات الاستطباب:

- تتضمن مضادات الاستطباب المطلقة للاختبار:

١) FEV أقل من ١,٥ لتر.

٢) هجمة ربو حادة شديدة مؤخراً.
٣) احتشاء العضلة القلبية MI أو حادث وعائي دماغي C.V.A خلال الـ ٣ أشهر السابقة.
٤) وجود أم دم أبهرية.

- أما مضادات الاستطباب النسبية تتضمن:

١) كون المريض يعاني أساساً من انسداد متوسط الشدة في الطرق الهوائية Moderate airways obstruction.
٢) حدوث تشنج قصبي لدى إجراء اختبارات أخرى مثل اختبار الـ Spirometry.
٣) أسباب أخرى مثل:

- إنتان تنفسي علوي حديث.
- ارتفاع الضغط الشرياني.
- الحمل.
- الصرع.

تحضير المريض للاختبار:

هناك عدة أدوية يجب إيقافها قبل الاختبار بفترة زمنية تختلف من دواء لآخر:

- مقلدات بيتا قصيرة التأثير SABA: قبل ٦ ساعات.
- مقلدات بيتا مديدة التأثير LABA: قبل ٣٦ ساعة.
- مقلدات بيتا الفموية Oral BA: قبل ٢٤ ساعة.
- مركبات الميتيل كسانتين Methylxanthines قصيرة التأثير: ١٢ ساعة.
- مركبات المتيل كسانتين Methylyanthines مديدة التأثير: ٤٨ ساعة.
- مضادات الكولين Anticholinergic: ٦ ساعات.
- كروموليين الصوديوم Cromolyn Sodium: ٢٤ ساعة.
- مضادات الهيستامين: ٧٢ ساعة.

الاختبار:

-هناك عدة أنظمة لإجراء اختبار الميتاكولين أشيعها نظام الخمس جرعات (5 stage dosing) والعشر جرعات (10 stage dosing) وغيرها.
- تعتمد بعض المخابر على إعطاء المريض الميتاكولين بشكل مباشر بدأ بالجرعات الخفيفة بعد تسجيل قيم اختبار قياس النفس الأساسية Baseline Spirometry، في حين تعتمد مخابر أخرى على إعطاء المريض ارذاذ ممدد بعد تسجيل القيم الأساسية وقبل إعطاء

الميتاكولين وتسمى (Diluent stage) وذلك لتحديد نسبة من المرضى يحدث لديها ردة فعل واستجابة قصبية بمجرد تعريضها لهذه المرحلة دون الحاجة للبدء بتراكيز الميتاكولين المعيارية.

- يقوم المريض بعد تسجيل نتائج اختبار قياس النفس Spirometry الأساسية باستنشاق محلول الاستنشاق المخفف (diluent aerosol) أو إنشاق السيروم الملحي saline، بعد ذلك يقوم باستنشاق الميتاكولين حسب النظام المتبع (نظام الخمس أوالعشر جرعات).
- يعتمد نظام الخمس جرعات على إعطاء الميتاكولين بخمس تراكيز كالتالي:

0.0625 mg/ml, 0.25 mg/ml, 1 mg/ml, 4 mg/ml, 16 mg/ml.

- أما نظام العشر جرعات تكون فيه التراكيز كالتالي:

- 0.031 mg/ml, 0.0625 mg/ml, 0.125 mg/ml, 0.25 mg/ml, 0.5 mg/ml, 1 mg/ml, 2mg/ml, 4 mg/ml, 8 mg/ml, 16 mg/ml.

- هناك نظام جرعات معتمد من قبل الـ FDA وهوكالتالي:

0.025 mg/ml, 0. 25 mg/ml, 2.5 mg/ml, 10 mg/ml, 25 mg/ml.

- في حين أن هذا النظام الأخير مصادق منFDA إلا أن الجمعية الأمريكية لأمراض الصدر ATS تنصح باستخدام أحد النظامين السابقين (الخمس جرعات أوالعشر جرعات).
- يتم توصيل الميتاكولين للمريض على شكل جهاز (Dosimeter) حيث يقوم بتوصيل ضغطة من الهواء المضغوط إلى جهاز الرذاذ كل ٠,٦ ثانية من الشهيق.
- يقوم المريض بعد ذلك بحبس النفس لمدة ٥ ثوان وبعد انتهاء النفس من كل مرحلة من الاختبار يتم إجراء اختبار النفس Spirometry وتسجيل النتائج.
- يتم إيقاف الاختبار عند حدوث هبوط في الـ FEV بنسبة ٢٠% أوأكثر، أوعندما الوصول الجرعة تراكمية نهائية حوالي /١٨٨,٦٤ واحدة تراكمية/.
- يجب إعطاء المريض موسع قصبي مباشرة بعد نهاية الاختبار وتسجيل النتائج.

تفسير النتائج:

- إن حدوث هبوط ٢٠% أو أكثر في قيمة FEV دليل على ايجابية اختبار الميتاكولين.
- يتم تمثيل نتائج الاختبار على شكل جدول بقيم نتائج اختبار النفس لكل مرحلة بالإضافة إلى منحنى لتركيز الميتاكولين وما يقابله من FEV.
- عادة تستخدم طريقة ما يسمى بـ (PD20 أوPC20) للتعبير عن النتيجة النهائية للاختبار. حيث تعني التركيز أو الجرعة التي حدث عندها نقص الـ FEV بنسبة ٢٠% أوأكثر.

- إن الاستمرار بالتجربة بجرعة أكبر من 25 mg\ml ليس له أهمية سريرياً لأن بعض المرضى الغير مصابين قد تحدث لديهم الاستجابة بالجرعات الكبيرة.

ملاحظات:

- إن فشل اختبار الميتاكولين في تحريض استجابة قصبية لا يستبعد تشخيص الربو القصبي بشكل نهائي.
- إيجابية اختبار الميتاكولين لوحدها غير كافية لتشخيص الربوالقصبي.
- يعتبر فرط الفعالية القصبية غير النوعي Nonspecific bronchial yperreactivity مميز للربو القصبي، لكن قد يشاهد في حالات أخرى كما في حالات الـ COPD الداء الرئوي الانسدادي المزمن، التوسع القصبي، الداء الليفي الكيسي وكذلك بشكل عابر بعد الإنتانات الفيروسية.

الباب الرابع:

تقييم وظيفة الرئة الحجمية في حالات خاصة

السعة الحيوية بالمقارنة بين الجلوس والاستلقاء:

تقييم قوة الحجاب الحاجز يمكن أن يتم بقياس السعة الحيوية في وضعية الوقوف أو الجلوس ،من ثم قياسها في وضعية الاستلقاء. النقص في السعة الحيوية إلى أقل من ٩٠% منها في وضعية الاستلقاء يدل على وجود ضعف أو شلل في الحجاب الحاجز. يفسر حدوث زيادة في نقص السعة الحيوية في وضعية الاستلقاء بأن وظيفة الحجاب الحاجز تضعف إذا كان مشعر كتلة الجسم أكبر من ٤٥كغ/م٢.الدراسات تؤكد أن النقص الطبيعي في السعة الحيوية هو أقل من ١٠% عند تغيير الوضعية من الجلوس للاستلقاء عند الأشخاص غير البدينين. حدوث نقص أكبر بقليل في وضعية الاستلقاء عند البدينين لا يشير بالضرورة إلى سوء وظيفة الحجاب الحاجز، وإنما بدلا من ذلك يدل على زيادة القوى المقاومة لهبوط الحجاب للأسفل. النقص في السعة الحيوية عند الاستلقاء بنسبة أكثر من ٢٠% من القيمة القاعدية (baseline) يشير إلى سوء وظيفة الحجاب أو نصف الحجاب أو شلل الحجاب الحاجز.

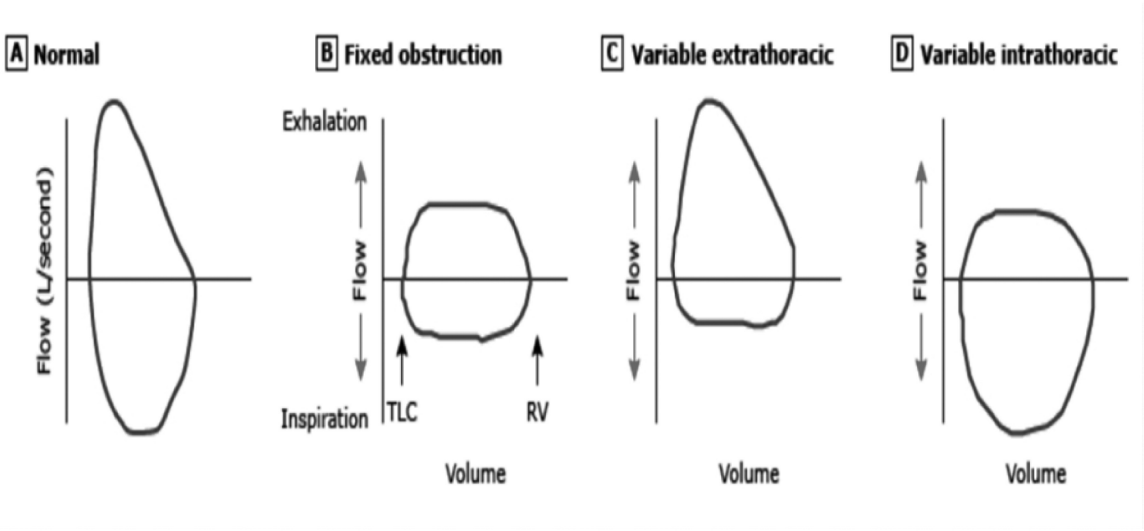
تحديد وجود انسداد في الطرق الهوائية المركزية:

إن شكل منحني الحجم والجريان الخاص باختبار وظائف الرئة (شكل ٢) يمكن أن يستخدم ليوضح شذوذات عديدة في الطرق الهوائية المركزية (الحنجرة، الرغامى، القصبات الرئيسية اليمنى واليسرى). هناك ثلاثة أنماط لاضطرابات منحني الحجم والجريان: الانسدادات المتغيرة داخل الصدرية، الانسدادات المتغيرة خارج الصدرية، انسدادات الطرق الهوائية العلوية الثابتة.

الأمثلة على الانسدادات المتغيرة داخل الصدر تتضمن الأورام المتوضعة في الجزء السفلي من الرغامى أوفي القصبة الرئيسية، تلين الرغامى، وتغيرات الطرق الهوائية المرتبطة بالتهاب الغضاريف.

انسدادات الطرق الهوائية العلوية المتغيرة تظهر نقصاً في الجريان يختلف حسن طور التنفس الجهدي. انسدادات الطرق الهوائية المتغيرة داخل الصدر تظهر نقصا في جريان الهواء خلال الزفير القسري مع المحافظة جريان هواء طبيعي خلال الشهيق. هذا النقص في جريان الهواء ينجم عن تضيق القصبات داخل الصدر، والذي يعود في جزء منه إلى تضيق أو تخرب

في الطرق الهوائية بشكل ثانوي ناجم عن وجود ضغط من خارج لمعة القصبات والذي يفوق الضغط داخل اللمعة خلال الزفير.



شكل رقم (٢)

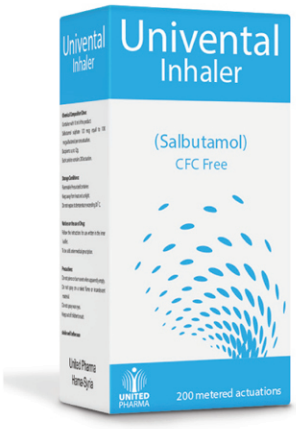
الانسدادات المتغيرة الناجمة عن سبب خارج الصدر تظهر نقصا في جريان الهواء خلال الشهيق القسري مع المحافظة على الجريان الزفيري. مرة أخرى. فإن السبب الأكبر لنقص الجريان خلال الشهيق هو تضيق الطرق الهوائية الناجم عن وجود ضغط من خارج لمعة القصبات والذي يفوق الضغط داخل اللمعة خلال الشهيق. أسباب هذا النمط من انسداد الطرق الهوائية تتضمن شلل الحبل الصوتي أحادي وثنائي الجانب، التصاقات الحبل الصوتي، وذمة الحنجرة، وتضيق الطرق الهوائية المترافق مع متلازمة انقطاع التنفس أثناء النوم.

انسدادات الطرق الهوائية الثابتة تظهر تحدد في جريان الهواء خلال كل من الشهيق والزفير القسري. أسباب انسدادات الطرق الهوائية الثابتة تتضمن السلعات الدرقية، الأورام داخل الرغامية، تضيق كلا القصبتين الرئيسيتين، التضيق بعد التنبيب، إجراء الاختبار مع وجود فغر رغامي.

UNITED PHARMA

Partners for Better Health

FORMILAR	FORMILAR PLUS	SALMETIDE	UNIVESCO	SALBUPRATE	UNIVENTAL	UNISONIDE
(Formoterol Fumarate)	(Formoterol Fumarate Fluticasone Propionate)	(Fluticasone Propionate Salmeterol Zinafoate)	(Ciclesonide)	(Salbutamol Sulphate Ipratropium Bromide)	(Salbutamol)	(Budesonide)



Personalized management for adults and adolescents to control symptoms and minimize future risk

UNITED PHARMA
Partners for Better Health

Adults & adolescents 12+ years

Asthma medication options:
Adjust treatment up and down for individual patient needs

	STEP 1	STEP 2	STEP 3	STEP 4	STEP 5
PREFERRED CONTROLLER to prevent exacerbations and control symptoms	As-needed low dose ICS-formoterol *	Daily low dose inhaled corticosteroid (ICS), or as-needed low dose ICS-formoterol *	Low dose ICS-LABA	Medium dose ICS-LABA	High dose ICS-LABA Refer for phenotypic assessment ± add-on therapy, e.g. tiotropium, anti-IgE, anti-IL5/5R, anti-IL4R
Other controller options	*Low dose ICS taken whenever SABA is taken †*	*Leukotriene receptor antagonist (LTRA), or low dose ICS taken whenever SABA taken †*	*Medium dose ICS, or low dose ICS+LTRA #*	*High dose ICS, add-on tiotropium, or add-on LTRA #*	*Add low dose OCS, but consider side-effects*
PREFERRED RELIEVER	As-needed low dose ICS-formoterol*		As-needed low dose ICS-formoterol for patients prescribed maintenance and reliever therapy ‡		
Other reliever option	*As- needed short-acting β2-agonist (SABA)*				

* Off-label; data only with budesonide-formoterol (bud-form)
† Off-label; separate or combination ICS and SABA inhalers

‡ Low-dose ICS-form is the reliever for Patients prescribed bud-form or BDP-form maintenance and reliever therapy
# Consider adding HDM SLIT for sensitized patients with allergic rhinitis and FEV1 >70% predicted

Comments:

Asthma Step	Preferred Choice	United Pharma Choices	Dosages
Step 1	• As Need Low Dose ICs/Formoterol	• Formilar Plus (125/6)	One puff as needed
Step 2	• Controller: Daily low dose ICs • Reliever: SABA as need	• Unisonide (100/200) Univesco (80/160) • Univental	400 Mcg daily 80-160 Mcg daily 2 puffs every 4-6 h
Step 3	• Controller: Low Dose ICs/LABA • Reliever: SABA as Needed	• Formilar Plus (125/6) Salmetide (50/25) • Univental	2 puffs daily 4 puffs daily 2 puffs every 4-6 h
Step 4	• Controller: Medium Dose ICs/LABA •Reliever: SABA as Needed	• Formilar Plus (250/10) Salmetide (125/25) • Univental	2 puffs daily 4 puffs daily 2 puffs every 4-6 h
Step 5	• Controller: High Dose ICs/LABA • Reliever: SABA as Needed	• Formilar Plus (250/6) Salmetide (250/25) • Univental	4 puffs daily 4 puffs daily 2 puffs every 4-6 h

الباب الخامس:

دور وظائف الرئة الحجمية في تقييم خطورة العمل الجراحي

بينما لا يوجد اختبار وحيد يمكن من خلاله توقع الإمراضية والوفيات الناجمة عن الاختلاطات الصدرية خلال وبعد العمل الجراحي، فإن الـ FEV1 المأخوذ من اختبار وظائف رئة مجرى بشكل جيد يعتبر وسيلة مساعدة في ذلك. عندما يكون الـ FEV1 أكبر من ٢ لتر أو ٥٠% من المتوقع، فإن الاختلاطات تكون نادرة.

خطورة العمل الجراحي تعتمد بشكل كبير على موقع إجراء الجراحة، حيث تحمل الجراحة الصدرية الخطر الأكبر لحدوث الاختلاطات بعد العمل الجراحي، وتتلوها جراحة أعلى وأسفل البطن. هناك عدة عوامل متعلقة بالمريض مرتبطة بزيادة خطورة العمل الجراحي من حيث حدوث الاختلاطات الصدرية وهي تتضمن وجود داء رئوي أو مرض قلبي وعائي سابق، ارتفاع التوتر الرئوي، وجود زلة تنفسية جهدية، سوابق تدخين بشكل شره، وجود انتان تنفسي، السعال (خاصة المنتج)، العمر المتقدم(>٧٠)، سوء التغذية، ضعف المناعة، البدانة، كون الجراحة مطولة.

تقييم خطورة جراحة الرئة تتضمن نموذجياً توقع قيمة الـ FEV1 بعد العمل الجراحي وذلك بحساب FEV1 بعد العمل الجراحي (Postoperative FEV1). تقييم مساهمة الأجزاء المتبقية من الرئة يتم عن طريق فحص التروية الرئوية. النسبة المئوية النسبية للتروية (Q) للرئة أو للقطع الرئوية المتبقية تكون حسب نسبة مساهمة هذه القطع في التهوية ويمكن استخدامها في تقدير وظيفة الرئة بعد العمل الجراحي كما هو مبين في المعادلة التالية:

FEV1 بعد العمل الجراحي= FEV1 قبل العمل الجراحي × Q% من الرئة المتبقية.

مثلاً، إذا كان الـ FEV1 قبل العمل الجراحي ١,٦لتر والرئة سوف تستأصل وتخسر ٤٠% من ترويتها، الـ FEV1 بعد العمل الجراحي سيكون ١,٦×٠,٦= ٠,٩٦ لتر. الـ FEV1 بعد العمل الجراحي والمقدر بأقل من ٠,٨ لتر يترافق مع وجود قصور تنفسي مزمن وبمكن أن يشير إلى درجة غير مقبولة من خطورة العمل الجراحي. غازات الدم الشرياني واختبار الجهد القلبي الصدري يمكن أن يساعد في تقييم خطورة العمل الجراحي عند المرضى الذين لديهم الـ FEV1 أقل من ٢ لتر أو ٥٠% من المتوقع.

الباب السادس:

قياس السعة الحيوية المتبقية

Residual lung volume

مصطلحات:

السعة الاحتياطية الوظيفية FRC:

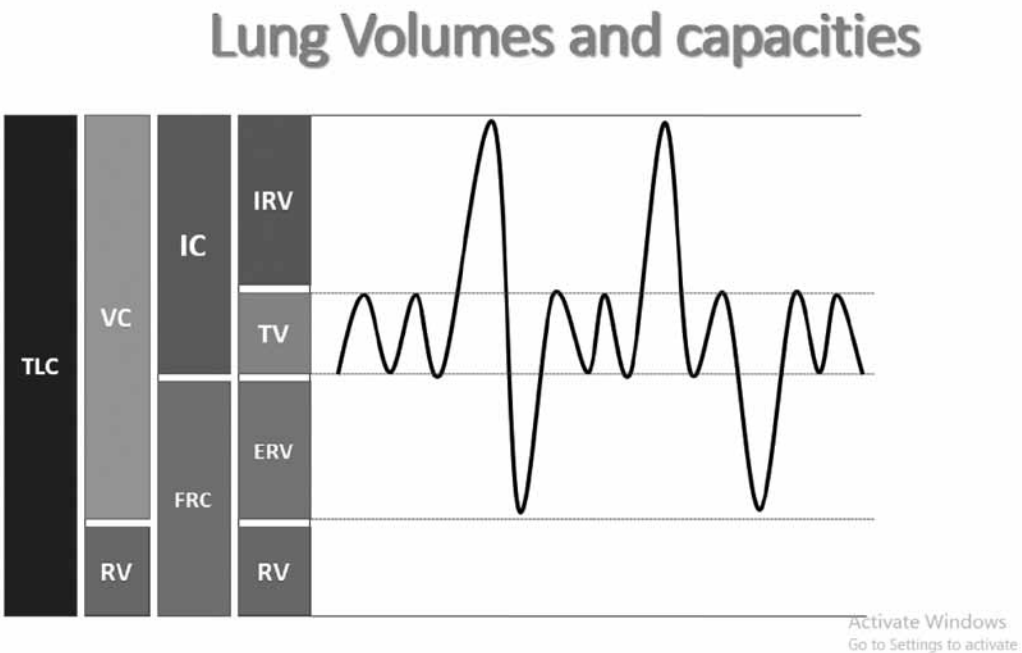
Helium Dilution Lung Volumes

Nitrogen Washout Lung Volumes

Static Lung Volumes

Lung Subdivisions

شكل رقم (٣)



Activate Windows
Go to Settings to activate

الاستطبابات:

يفيد قياس حجوم الرئة المتبقية في تقييم وجود أذية تحددية أو وجود علامات نفاخ رئوي .

مضادات الاستطباب:

- عدم القدرة على إجراء الاختبار مثل رهاب الأماكن المغلقة أو عدم القدرة على تلقي التعليمات الخاصة بالاختبار.

تحضير المريض للاختبار:

- في اختبار Nitrogen Washout (استرجاع النيتروجين) قد نحصل على قيمة FRC أقل من المتوقع في حال تم استخدام الأوكسجين قبل الاختبار إلا إذا تم حساب النتروجين المطروح عن طريق الزفير.

- يؤجل قياس FRC المطابق بعد الاختبار بفترة تعادل (1.5 × الفترة اللازمة لإزالة آثار الأوكسجين المتبقي أو الهليوم) في اختبار gas dilution.

أهمية الاختبار:

يقدم قياس الحجوم الرئوية المتبقية معلومات مهمة تساعد في تشخيص أمراض الرئة التحددية (والتي تتميز بانخفاض السعة الحيوية في اختبار وظائف الرئة VC).

تساعد في كشف وجود مظاهر نفاخ رئوي الذي يتميز بارتفاع حجم الهواء الباقيRV والسعة الرئوية الشاملة TLC.

يعتمد الاختبار بشكل أساسي على إجراء قياس دقيق لحجم الغاز في الرئتين في زمن نهاية الزفير (أثناء الراحة) والذي يعرف بـ FRC (السعة الوظيفية الاحتياطية) والتي تعبر عن التوازن ما بين الخاصية الارتدادية المرنة لكل من الرئة وجدار الصدر.

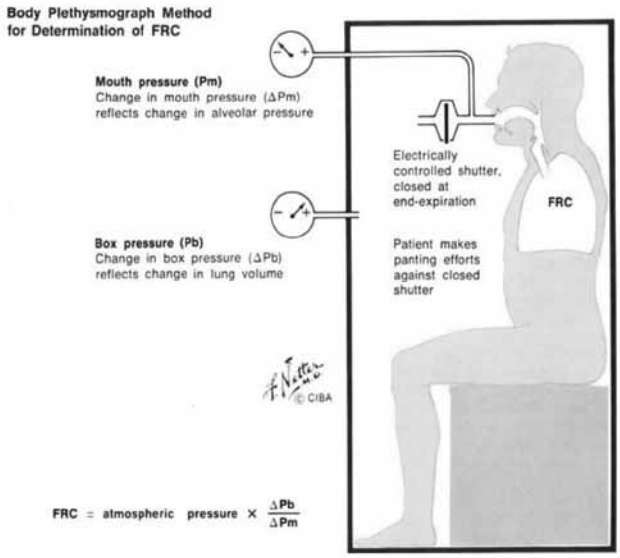
يوجد ٣ طرق لقياس FRC:

١- Insert gas dilution إدخال غاز ممدد.

٢- Nitrogen Washout. (استرجاع النيتروجين)

٣- Whole – body Plethysmographyمقياس الحجوم لكامل الجسم.

- تقنيات الغاز الممدد معرضة للأخطاء وتنجم هذه الأخطاء عن تسرب الغاز من القطعة الفموية أو الأنفية أو حتى غشاء الطبل.



شكل رقم (٤)

- قياس FRC باستخدام مقياس الحجوم لكامل الجسم:

- يعبر عن الحجم المقاس في وضع الراحة بعد نهاية الزفير بـ FRCPleth وهذا يتضمن حجم الغاز حتى في البنى والفراغات التي ليست على اتصال مع الطرق الهوائية مثل الفقاعات والتي لا تقاس باستخدام تقنية الغاز الممدد.
- من محاسن استخدام مقياس الحجوم لكامل الجسم أنه يسمح بتحديد أحجام الرئة بسرعة.
- عند قياس FRC باستخدام طريقة تمديد الغاز المدخل أو الغسل بـ النتروجين قد نواجه مشكلة وهي إعطاء قيم لـ FRCوRV – TLC أقل من المتوقع ويعزى ذلك إلى الانتهاء المبكر من الإجراء. ولتفادي هذه المشكلة يجب إعادة القياسات مع فترة راحة تعادل ضعف ونصف الفترة اللازمة لإجراء wash out / wash in (إدخال / إخراج) وهي الفترة اللازمة لإزالة آثار الأوكسجين المتبقي والهليوم لمنع تأثيرها على النتائج.
- مقياس التحجم لكامل الجسم: يتميز أنه يجري بسرعة ويعطي تقديرات للحجوم الرئوية خلال دقائق.

عند استخدام مقياس الحجوم لكامل الجسم في قياس حجم الرئة قد نواجه نوعين من الأخطاء:

١- **النوع الأول:** وهو عدم انتظام الضغط الفموي خلال الجهد التنفسي عندما تغلق الطرق الهوائية.

وعلى افتراض أن الضغط الفموي سوف يعكس الضغط السنخي بدقة عندما تغلق الطرق الهوائية لكن تبين أن العلاقة غير صحيحة عندما يكون الجهد التنفسي ذو تواتر $< 1\ H_z$ (معدل التنفس خلال دقيقة يعادل ٦٠) وبالمقابل يكون FRCpleth أعلى من القيمة الحقيقية في حال عدم الحفاظ على تواتر تنفس بين $H_z(1\text{-}0.5)$ أي ما يعادل ٣٠ – ٦٠ مرة دقيقة.

٢- **النوع الثاني:** وتشمل محاولة ضبط السعة الحيوية للمريض قبل إغلاق مدخل الجهاز بشكل تام.

معدل التنفس المثالي خلال الإغلاق لا يماثل معدل التنفس عند المريض في وضع الراحة وهذا ما قد يؤدي إلى حدوث فرط نفاخ حركي عندما يفتح غرفة الجهاز.

يجب على المريض أن يتنفس أثناء وضع الراحة بشكل عفوي وبدون تدريب وذلك قبل إغلاق مدخل الجهاز.

<u>النتيجة:</u>

يقاس ITGV / FRC بالليتر وهي تعبر عن حجم الهواء (الغاز) في الرئتين بعد نهاية زفير عادي بوضح الراحة.

$$FRC = ERV + RV$$

حجم الزفير الاحتياطي ERV: Expiratory Reserve Volume

ويعرف بأنه حجم الهواء الذي قد يطرح عن طريق الزفير بعد زفير سلبي.

حجم الهواء المتبقي RV.

TLC وتحسب بقياس السعة الحيوية V.C مع حجم الهواء المتبقي RV.

قد يعبر عن RV بالنسبة $\frac{RV}{TLC}$

قابلية التكرار المتوقعة لثلاثة قياسات متتالية لـ FRC تعادل FRC ± 5% أما القياس المعياري لقابلية التكرار للمؤشرات الأخرى RV – IC – TLC لم يحدد حتى الآن

لكن قابلية التكرار المتوقعة لـ VC هي نفسها لـ FVC وهي أقل أويساوي 0.15 لتر كفرق بين أكبر قياسين.

تفسير الموجودات التي نراها بعد قياس الحجوم الرئوية:

١- الأمراض الرئوية الانسدادية: (خاصة النفاخ الرئوي) نجد:

RV↑ بالنسبة RV/TLC)في حال النفاخ الشديد TLC↑ بشكل واضح.

- إن كل من التقبض القصبي والالتهاب الحاصل ضمن الطرق الهوائية والمفرزات الكثيفة وفقدان ظاهرة المطاوعة المرنة في الرئتين عوامل تزيد مقاومة الطرق الهوائية وتؤدي إلى ترقي تدريجي وخفي في حجم الرئة بعد نهاية الزفير ومنه حدوث فرط النفاخ المزمن (RV↑، RV/TLC).

- **أسباب أخرى قد تؤدي لزيادة RV**: احتفان الأوعية الرئوية وتضيق التاجي.

- **أسباب أخرى غير رئوية:** ضعف عضلات الصدر كما في أذيات الحبل الشوكي والاعتلالات العضلية.

- **في دراسة O'Donnell**:

- أجريت لتقييم الارتباط بين مشعر كتلة الجسم BMI وحجوم الرئة للمرضى الذين لديهم تناذر انسدادي ووجدت الدراسة وجود علاقة وثيقة بينهما وأظهرت أن البدانة تنقص بشكل كاذب درجة فرط النفاخ المترافق مع التناذر الانسدادي.

حيث وجد أن FRCوRV كانا أخفض من المتوقع بالمقارنة مع أشخاص غير بدينين ولديهم نفس الدرجة من الانسداد ويؤدي ذلك إلى زيادة السعة الشهيقية المتوقعة IC (حجم الهواء الأعظمي الذي يمكن أن يؤخذ عن طريق الشهيق من السعة الاحتياطية الوظيفيةFRC).

- البدانة البطنية تجعل من هبوط الحجاب الحاجز أثناء الشهيق أمراً صعباً مما قد يؤدي إلى انخفاض في IC ومنه انخفاض كل من FVCوFEV_1.

- زيادة الوزن الناجم عن زيادة تراكم الشحوم تؤدي إلى زيادة في المطاوعة المرنة (الارتداد) في جدار الصدر. والتي تؤدي إلى إنقاص حجم الرئة في نهاية الزفير ومنه إنقاص فرط النفاخ في أي درجة من درجات الانسداد.

١- الأمراض التحددية:

- يعتبر ↓ TLC العلامة الواسمة بينما قد نجد ↓ RV بشكل معزول في المراحل المبكرة.
ومن الأمراض المسؤولة: أمراض الرئة الخلالية ، الانخماص، الريح الصدرية، تصلد الرئة، تليف ، وذمة الرئة، استئصال الرئة.

- أسباب خارج رئوية (البدانة – ضعف عضلات التنفس – تشوهات جدار الصدر – أمراض الجنبة).

الباب السابع:

المطاوعة السكونية

STATIC COMPLIANCE

تعاريف أساسية :

* CL المطاوعة السكونية للرئة .

* Cw المطاوعة السكونية لجدار الصدر .

* CRs مجموع المطاوعة السكونية للرئة ولجدار الصدر (الجهاز التنفسي) .

المطاوعة هي قياس لقابلية تمدد الرئة وجدار الصدر وتعبر عن تغير الحجم بالنسبة لتغير ضغط نفخ الرئة بالهواء وهي تتناسب عكساً مع الارتداد المرن .

إن القوة المبذولة بالعضلات الشهيقية لنفخ الرئتين أكبر من الارتداد لوحده كما إن للطرق الهوائية مقاومة إضافية تنشأ من الاحتكاك بين الهواء والمخاطية، وعليه تجرى دراسة المطاوعة في حالة السكون أي أثناء حبس النفس. يصرف نصف عمل النفس تقريباً لمعاكسة الارتداد المرن للرئتين ولجدار الصدر ويبقى كطاقة كامنة ليتحرر في الزفير التالي، ويصرف النصف الآخر لمعاكسة قوى مقاومة الطرق الهوائية ويتبدد كحرارة .

فيزيولوجيا : المطاوعة Compliance

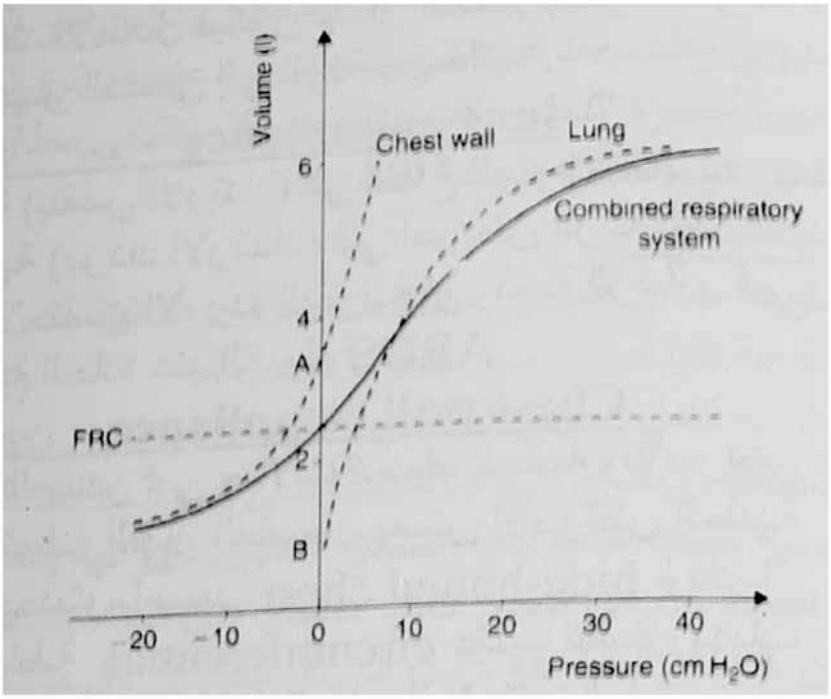
- يخضع حجم الهواء المحبوس في الرئة عند TLC و FRCو RVإلى الخواص المرنة للرئة وجدار الصدر وقد تمت دراسة هذه الخواص باستخدام محضرات جيفية معزولة (تم فصل الرئة عن جدار الصدر) حيث تنفخ الرئة المعزولة إلى أقصى سعتها ثم تفرغ تدريجياً عبر مجال من الحجوم يقاس عند كل واحد منها الضغط في الطرق الهوائية تحت ظروف سكونية.

- بهذه الطريقة يمكن رسم خط بياني لمنحنى حجم/ ضغط للرئة الشكل ، والمطاوعة هي انحدار المنحنى.

- تنقص المطاوعة الرئوية بتمدد الرئة أي أن الرئة تصبح أصلب عندما تكون أكثر امتلاءً بالهواء.

- ويمكن رسم خط بياني لجدار الصدر المعزول بنفخ الصدر الفارغ، ويكون منحنى كامل الجهاز التنفسي هو مجموع مكونات الضغوط عند كل حجم .

- يمثل كلا المنحنيين مطاوعة جدار الصدر (Cw) والرئة (CL) على الترتيب.



شكل رقم (٥)

الشكل ٥ :

منحنى انفراغ الحجم ضغط لمكونات مطاوعة الجهاز التنفسي مخبرياً (in vitro)

يشير الخط البياني إلى حجوم التصريف الصدري والرئتين عند مستويات ضغوط انفراغ الطرق الهوائية من الهواء ، ونحتاج إلى ضغط سلبي لإنقاص الحجم أكثر من حجم الاسترخاء .

عند الضغط صفر يكون حجم جدار الصدر Aأكبر من حجم الرئة المعزولة B والحجم الاسترخائي لكليهما يقع بينهما وهذا الحجم هوFRC ، وعند هذه النقطة تميل الرئة للانكماش ويميل جدار الصدر للتمدد مما يحدث ضغط جنبوي سلبي، وتعطى المطاوعة عند حجم معين بواسطة مدروج المنحنى عند ذلك الحجم وتكون مطاوعة المنحنى المشترك اقل من كل مكوناته .

ونقاط تقاطع كل منهما مع محور العينات تقابل الحجم عند عدم تطبيق أي ضغط إملاء أي حجم لاسترخاء ويكون هذا الحجم لجدار الصدر أكبر منه للرئة ولذلك يميل كل منهما للانتشار بعيداً عن الآخر عند عزلهما عن بعضهما البعض وعندما يوضعان في مكانهما معاً يحدث حجم وسط عبارة عن حجم الاسترخاء لكامل الجاهز التنفسي

(تمت الإشارة إلى منحنى مطاوعة كامل الجهاز التنفسي CRS بخط متصل).

تستمد المطاوعة عادة من السعة الوظيفية المتبقية FRC بسبب تغير انحدار المنحنى على طول مسيره ، وينشأ ضغط الارتداد الرئوي من مونة المتن الرئوي والتوتر السطحي للسائل النسيجي الذي ينقص بالعامل الفعال بالسطح surfactant .

العوامل المشتركة في مركب المطاوعة :

تشترك مطاوعة كل من جدار الصدر والرئتين بشكل متساوٍ في إنتاج المطاوعة الكلية، أما عند الأطفال فيكون جدار الصدر أكثر مطاوعة وتعود معظم صلابة الجهاز التنفسي إلى الرئة بحد ذاتها.

١) المطاوعة الرئوية : lung compliance

تزداد المطاوعة الرئوية (ينقص الارتداد) في النفاخ الرئوي .

تنقص المطاوعة الرئوية (يزداد الارتداد) في أمراض الرئة الخلالية وفي أي سبب يؤدي لاحتقان الأوردة الرئوية أو وذمة الرئة وفي متلازمة الضائقة التنفسية الحادة عند الكهول ARDS .

٢) مطاوعة جدار الصدر Chest wall compliance

تنقص مطاوعة جدار الصدر في حالات تسمك الجنبة والأمراض الهيكلية مثل الجنف والتهاب الفقار المقسط وبعض الأمراض الجلدية مثل صلابة الجلد حيث يحدث ما يسمى-hide bound chest ونادراً في حروق الصدر المحاطة circumferential عندما تتشكل ندبات شادة تقلل المطاوعة مما يستدعي التداخل جراحياً لاستئصالها .

ويتسطح الحجاب عندما يرتفع الضغط داخل جوف البطن ، ولذلك تنقص المطاوعة في حالات البدانة والحمل والحبن والنزف الغزير داخل جوف البطن الذي يعيق التهوية الآلية مما يتطلب إفراغه، كما أن وضعية الانحناء تقلل المطاوعة إلى النصف .

طريقة قياس المطاوعة السكونية عند الشخص الحي in vivo :

لقياس مطاوعة الرئة وحدها في الحي يجب تحديد الضغط عبر الرئوي (عبر الجداري) من خلال مقدار من الحجوم ويعرَف الضغط عبر الرئوي بفرق الضغط بين الأسناخ وتجويف الجنب ويجب إجراء القياسات أثناء حبس النفس .

يعادل الضغط الجنبوي تقريباً الضغط داخل المري الذي يمكن قياسه بمجس بالوني مريئي وبما أنه لا يوجد جريان هوائي أثناء حبس النفس فإن الضغط السنخي يساوي الضغط في الطرق الهوائية المفتوحة ، وتقاس تغيرات الحجوم بمقياس النفس، ومن الأسهل قياس مطاوعة كامل الجهاز التنفسي تحت التخدير العام حيث يحدث استرخاء عضلي تام، وضغط الاملاء المقيس هو

الفرق بين الضغط الجوي والضغط السنخي وليس هو الفرق بين الضغط الجنبوي والضغط السنخي المحسوب عند قياس المطاوعة الرئوية، وتقيس أجهزة التنفس الصناعي بشكل تلقائي مطاوعة كامل الجهاز التنفسي في وحدات العناية المشددة .

القيم القياسية :

مطاوعة جدار الصدر :**200 مل/ سم ماء ضغط املاء (2 ل/ كيلوباسكال)**

مطاوعة الرئة :**150 مل / سم ماء(1.5 ل/ كيلوباسكال)**

مطاوعة كامل الجهاز التنفسي :**85 مل/ سم ماء (0.85 ل/ كيلوباسكال)**

ملاحظة: نحتاج إلى ضغوط أعلى من تلك المذكورة سابقاً لإملاء الصدر بسبب المقاومة الاضافية للطرق الهوائية.

إن المطاوعة هي معيار كمي عكسي (أي تتناسب عكسياً مع الارتداد) ومن هنا فإن مطاوعة كامل الجهاز التنفسي أقل من مجموع مكوناتها .

الارتداد الكلي = ارتداد جدار الصدر + ارتداد الرئتين .

$$\frac{1}{\text{مطاوعة كامل الجهاز التنفسي}} = \frac{1}{\text{مطاوعة جدارالصدر}} + \frac{1}{\text{المطاوعة الرئوية}}$$

اعتبارات سريرية للمطاوعة الرئوية :

يكون تنفس مرضى نقص المطاوعة سريعاً وسطحياً، ويعد النفاخ الرئوي السبب الوحيد لزيادة المطاوعة الرئوية حيث يسبب نقص الارتداد المرنان خماص الطرق الهوائية في الزفير وتطاول زمن الزفير.

الخلاصة :

* المطاوعة هي قياس لقابلية تمدد الرئة وجدار الصدر وهي خاصية أساسية لجهاز التنفس، لأنها تحدد خواص الحجوم الرئوية الهامة .

* تنقص المطاوعة الرئوية في أمراض الرئة الخلالية ووذمة الرئة وARDS (أي أن الرئة تكون أكثر صلابة) .

* تزداد المطاوعة الرئوية في النفاخ الرئوي فقط .

الباب الثامن:

مقاومة الطرق الهوائية

AIRWAY RISISTANCE

فيزيولوجيا : مقاومة الطرق الهوائية:

إن القوة التي تحتاجها العضلات الشهيقية لنفخ الرئتين أكبر من الارتداد المرن لوحده بسبب وجود مقاومة إضافية هي مقاومة الطرق الهوائية التي تنشأ من الاحتكاك بين الهواء والمخاطية ، ويضيع العمل المصروف ضد هذه القوى المقاومة بالتبدد بالحرارة. وتخلق مقاومة الطرق الهوائية فرقاً في الضغط بين الفم والأسناخ ، وفي ظروف الجريان الصفائحي Laminar flow فإن مقاومة الطرق الهوائية تشبه المقاومة الكهربائية في ناقل أومي وتعرف بالمعادلة التالية :

المقاومة = R فرق الضغط / معدل الجريان.

والمعادلة التالية مشتقة من معادلة بويسيويل poiseuille التي تشرح العوامل المؤثرة على المقاومة في أنبوب متماثل الأوجه في ظروف الجريان الصفائحي:

المقاومة ×8=R الطول×اللزوجة / π× (نصف القطر)٤.

وبما أن جريان الهواء في الطرق الهوائية العلوية مضطرباً (زوبعياً) إلى حد بعيد فإن المقاومة للجريان تكون أكبر من تلك المتوقعة حسب معادلة بويسيول.

وعليه تتناسب المقاومة للجريان المضطرب طرداً مع كثافة الغاز المستنشق ومع مربع معدل الجريان وعكساً مع نصف قطر الطريق الهوائي مرفوعاً للقوة الخامسة، وتكون المقاومة للجريان المضطرب مستقلة عن لزوجة الغاز .

نقاط رئيسية:

تتألف المقاومة الكلية لجريان الهواء من المكونات التالية:

* مكونة المرونة وتعود إلى ارتداد المتن الرئوي وجدار الصدر.

* مكونة المقاومة وتنشأ من الاحتكاك بين الهواء والطرق الهوائية .

العوامل المؤثرة على مقاومة الطرق الهوائية :

أولاً - عوامل فيزيولوجية :

1– مقوية الطريق الهوائي :Airway tone

توجد بعض المقوية في الطرق الهوائية بوضع الراحة عند معظم الأشخاص الطبيعيين وهذه المقوية متواسطة بالعصب المبهم ، ويمكن إلغاؤها بواسطة ضوَاد المسكارين أوشوَاد مستقبلات B الأدرينالية.

وينتج عن هذا الإلغاء نقصاً في مقاومة الطرق الهوائية بمقدار 30% .

2 – حجم الرئة : Lung volume

عند حجوم رئوية أصغر تنضغط الطرق الهوائية لأقطار أصغر مما يسبب زيادة متبادلة في المقاومة ، وبالتالي فإن مقاومة الطرق الهوائية

هي وظيفة الحجم المقيس عندها ، ويمكن توحيد قياس القيمة بواسطة قياس FRC .

3- انخماص الطرق الهوائية المرتبط بالجريان: Flow – related airway collaps

ثانياً - عوامل مرضية :

1 – انسداد الطرق الهوائية : Airway obstruction

عند نقص قطر الطرق الهوائية (وجود مفرزات أو جسم أجنبي أو ورم أو ضغط خارجي) فقد تزداد مقاومة الطرق الهوائية إلى نقطة يصبح عندها العمل التنفسي غير ممكن.

2 – الربو: Asthma

تشاهد تغايرات نهارية في مقوية الطرق الهوائية عند الأشخاص الطبيعيين تصل ذروتها عند حوالي الساعة الرابعة صباحاً، ويوجد في الربو حالة من فرط فعالية الطرق الهوائية قد تسبب تشنج قصبي مهدد للحياة، وقد يحدث انسداد إضافي للطرق الهوائية بسدادات مخاطية ناجمة عن التهاب الطريق الهوائي المرافق .

طريقة قياس مقاومة الطرق الهوائية :

يتنفس الشخص تنفساً جارياً في مخطاط تحجم الجسم **plethysmograph** فيسحب الهواء المتنفس من حجرة مخطاط تحجم الجسم ويفرغ فيها ، وبالتالي لا يتغير حجم الغاز في

الحجرة أثناء دورة التنفس، وينتج عن انضغاط وتخلخل الغاز السنخي تغيرات قليلة في قياس ضغط الهواء خلال دورة التنفس ويمكن حساب مقاومة الطرق الهوائية من هذه التغيرات.

للـRaw علاقة وثيقة مع حجم الرئة وترتفع بشكل حاد تحت FRC ، ولمبادلتها الإيصالية Gaw علاقة خطية مع الحجم، أما الـ sGaw الإيصالية النوعية فهي قياس مستقل عن الحجم لـ المقاومة/ الإيصالية ويمكن استنباطها من الشكل البياني .

القيم الطبيعية :

مقاومة الطرق الهوائية (Raw)1.5 – 2 سم ماء . ثانية / ليتر (مقيسة عند FRC)

مقاومة الطرق الهوائية مستقلة عن الجهد ولا تخضع لإرادة المريض .

الخلاصة :

إن مقاومة الطرق الهوائية خاصية أساسية للرئتين وهي تحدد الجريان وتتناسب عكساً مع نصف قطر الطرق الهوائية مرفوعاً للقوة الرابعة لذا فإن نقص القطر إلى النصف يسبب زيادة ١٦ ضعفاً في المقاومة أو أكثر من ذلك في شروط الجريان المضطرب .

ليس من الشائع قياس مقاومة الطرق الهوائية فهي تعطي نفس المعلومات المأخوذة بمقياس النفس والجريان الذروي لكن بشكل أوسع .

الفصل الثاني

سعة الانتشار الرئوي الغاز أحادي أوكسيد الكربون

سعة الانتشار الرئوي الغاز أحادي أوكسيد الكربون "DLCO"

مرادفات:

- مصطلح DLCO ويعني:

Diffusing Capacity of Lung for Carbon Monoxide وهو يستخدم في الولايات المتحدة الأمريكية ويقاس بالواحدة (ml/min/mmHg).

- يستخدم مصطلح TLCO(Transfer Factor of Lung for Carbon Monoxide ويعني عامل الانتشار الرئوي لغاز Co) في أوروبا وهو يقاس بالواحدة (mmol/min/kilopascal).

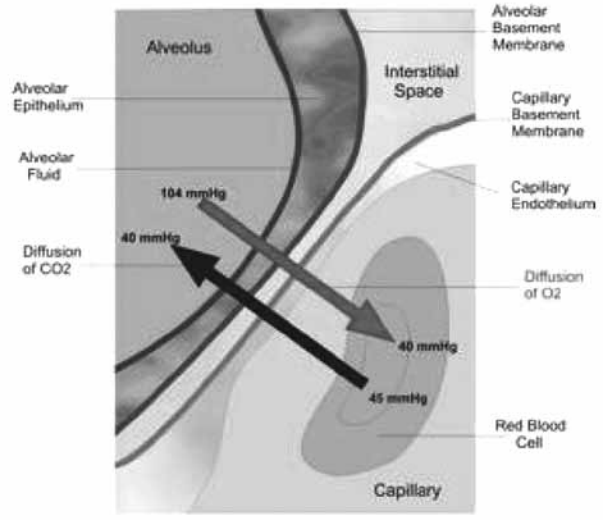
- هناك مصطلح آخر يعبر عن معامل انتشار غاز Co وهوKco ويستخدم عند تصحيح DLCO وفقاً للحجوم الرئوية، حيث سابقاً كان يستخدم مصطلح (DLCO/VA) حيث VA تعبر عن حجم الهواء في الأسناخ بعد استنشاق الغاز. (شكل رقم ٦)

مضادات الاستطباب:

- تعتبر عدم قدرة المريض على إتباع التعليمات مضاد استطباب لإجراء الاختبار.

- فالمريض يجب أن يكون واعياً متوجهاً وقادراً على سحب الهواء بكامل السعة الحيوية وزفره بشكل كامل.

- كما يجب أن يستطيع المريض إحكام إطباق الشفتين على القطعة الفموية، وعلى حبس النفس لمدة ١٠ ثوان.



شكل رقم (٦)

تحضير المريض:

- يجب التوقف عن التدخين عدة ساعات قبل الاختبار.
- الأبخرة الناتجة عن المشروبات الكحولية قد تؤثر على بعض الخلايا ضمن جهاز معايرة الـ Co، بالتالي يجب الامتناع عن الكحول على الأقل ٨ ساعات قبل الاختبار.

الاختبار:

- يعتبر DLCO (والمعروف أيضاً بـ TLCO) اختبار يقيس انتشار جزيئات غاز أحادي أكسيد الكربون Co من الحيّز السنخي إلى الهيموغلوبين الموجود في الكريات الحمراء ضمن الدوران الرئوي.
- يفيد الاختبار غالباً لتقييم وجود داء برانشيمي رئوي وذلك عندما تظهر نتائج الاختبارات الأخرى (قياس النفس Spirometry أو قياس الحجوم الرئوية Lung Volumes) نقصاً في السعة الحيوية، الحجم المتبقي RV، و/ أو السعة الرئوية الكليّة TLC.
- في عام ٢٠١٧ أصدرت كل من الجمعيتين الأمريكية لأمراض الصدر ATSوالجمعية الأوروبية لأمراض الجهاز التنفسي ERS توصيات محدثة حول المعايير الفنية النموذجية للاختبار.
- التوصيات المحدثة تضمنت تغيرات هامة في المعايير المستخدمة لتحديد إمكانية قبول نتائج الاختبارAcceptability، وتوقع إمكانية إعادة القياسات Repeatability، بالإضافة إلى التوصية حول زيادة الفائدة من الاختبار عند استخدام تقنية ما يسمى بأجهزة معايرة الغاز سريعة الاستجابة(Rapid – responding gas analyzer)RGA.

وقد زاد انتشار استخدام RGA خلال العقد الماضي ومن المتوقع أن ينتهي استخدام الأجهزة القديمة بطيئة الاستجابة خلال العقد القادم.

- تعتبر تقنية النفس – المفرد (Single-Breath) التقنية المستخدمة في معظم المختبرات والأشيع كونها أسرع وأكثر إنتاجية.
- يقوم الشخص الذي يخضع لاختبار النفس المفرد DLCO–SB بإجراء زفير كامل للهواء حتى الحجم المتبقي RV، ثم يقوم باستنشاق غاز الاختبار (Test gas) بشهيق حيوي كامل للوصول للسعة الكلية TLC. وغاز الاختبار يتكون من Co، أوكسجين، نتروجين وما يسمى بالغاز الأثر Tracer gas، الذي يكون عادة إما هيليوم أوميتان.
- بعد ذلك يطلب منه حبس الهواء الذي تم استنشاقه لمدة ١٠ ثوان، ثم يقوم بزفر الهواء إما داخل كيس العينات (Sample bag) حيث تؤخذ عينات بشكل منفصل أو عبر منفذ للعينات (Sampling port) يقود بدوره بتمرير العينة إلى جهاز التحليل سريع الاستجابة RGA

بعد حيث يعطي حوالي 1 L – 0.75 من الهواء وذلك للتقليل قدر الإمكان من تأثير الغاز الميت غير المتبادل على نتيجة التحليل.

- يتم بعدها تحليل العينة المأخوذة (1 L – 0.75) للغاز الأثر وغاز Co.
- يعتبر تخفيف غاز الاختبار المستنشق من قبل الهواء المتبقي RV ذو أهمية كونه يخدم كوسيلة لتقدير التركيز الأولي للـ Co في الأسناخ وتقدير الحجم الرئوي للمريض بحالة الانتفاخ الكامل.
- يتم تقدير معدل انتشار غاز Co بقياس التغيّر بين التركيز الأولي لـ Co في الأسناخ وتركيزه في عينة الغاز النهائية.
- هذا التغير تتم مضاعفته بعد ذلك عبر تقدير TLC أحادي النفس لحساب سعة الانتشار DLCO.

ملاحظات:

- إن وجود اضطراب في مستوى الخضاب أو وجود خضاب شاذ لدى المريض يؤثر على نتيجة قياس سعة الانتشار DLCO لذلك يجب تعديل القيم النهائية كما يجب أن تكون في حالة الخضاب الطبيعي.
- ينصح حديثاً بإجراء التعديل على القيمة المتوقعة Predicted لـ DLCO لدى المريض ذو الخضاب الدموي الشاذ لكن لازال شائعاً استخدام الطريقة القديمة بتعديل القيمة المقاسة Measured للمريض وليس المتوقعة.
- يتأثر اختبار DLCO أيضاً بعوامل مثل وجود ارتفاع في الكاربوكسي هيموغلوبين (Carboxyhemoglobin) في الدم حيث ينقص من مدروج الضغط لغاز Co بين الأسناخ والشعيرات الدموية وكل زيادة 1% في CoHb تؤدي لنقص 2% في قيمة DLCO.
- تنصح الدراسات الحديثة بضرورة تعديل قيم DLCO تبعاً لتغيير الضغط الجوي حيث أن انخفاض الضغط الجوي Barometric Pressure تؤدي إلى ارتفاع في قيمة DLOC حوالي 0.5% لكل زيادة ١٠٠ متر في الارتفاع عن سطح البحر.

معايير جودة الاختبار:

- تضمنت ورقة توصيات الجمعيتين الأمريكية والأوربية ATS/ERS لعام ٢٠١٧ التغييرات في معايير قبول نتائج اختبار الـ DLCO وإمكانية إعادة الاختبار.

- كما وضعت درجات لتصنيف جودة الاختبار حيث يمكننا من استخدام بعض القيم غير المطابقة بشكل كامل لمعايير القبول.

معايير قبول نتائج الاختبار DLCO:

١- أن يكون VI (حجم غاز الاختبار المستنشق) أكثر من ٩٠% من أكبر قيمة مسجلة للسعة الحيوية VC للمريض بنفس اليوم بإحدى طرق القياس الأخرى (Spirometry).

٢- ٨٥% من حجم الغاز المستنشق (VI) تم استنشاقها بأقل من ٤ ثوان.

٣- مدة حبس النفس هي /٢ ± ١٠ ثانية/ دون دليل على وجود (ضياع هام، مناورة ڤالسالڤا أو مولر Valsalva or Mueller maneuver).

٤- أن يتم زفر كامل العينة خلال ٤ ثوان من بدء الزفير.

معيار قابلية إعادة الاختبار DLCO:

- وجود قياسين مقبولين على الأقل الفرق بينها لا يتعدى (0.67 mmol/min/kpa أو 2 ml/min/mHg).

وفق ما سبق تصنف جودة اختبار DLCO وفق الدرجات التالية:

- **<u>الدرجة /A/:</u>**

١) أن يكون $\frac{VI}{VC}$ يساوي ٩٠% أو $\frac{VI}{VC}$ ٨٥% والـ VA ضمن 0.2 L أو٥% من أكبر VA سجل باختبار قياسي آخر.

٢) مدة حبس النفس بين ٨-١٢ ثانية.

٣) الحصول على كامل العينة المزفورة خلال ٤ ثوان.

- **<u>الدرجة /B/:</u>**

١) $\frac{VI}{VC}$ > ٨٥% .

٢) مدة حبس النفس بين ٨-١٢ ثانية.

٣) الحصول على كامل العينة المزفورة خلال ٤ ثوان.

- **<u>الدرجة /C/:</u>**

١) $\frac{VI}{VC}$ > ٨٠% .

٢) مدة حبس النفس لمدة ٨-١٢ ثانية.

٣) الحصول على كامل العينة المزفورة بأقل من ٥ ثوان.

- **<u>الدرجة /D/:</u>**

١) $\frac{VI}{VC}$ < ٨٠% .

٢) مدة حبس النفس أقل من ٨ أوأكثر من ١٢ ثانية.

الحصول على كامل العينة المزفورة بأقل من ٥ ثوان.

- **الدرجة /F/:**

١) $\frac{VI}{VC}$ أقل من ٨٠% .

٢) مدة حبس النفس أقل من ٨ أو أكبر من ١٢ ثانية.

٣) الحصول على كامل العينة المزفورة بأكثر من ٥ ثوان.

- نلاحظ أن الدرجة (A) فقط تطابق كل معايير القبول Acceptibility ، وفي حال ظهور نتيجة واحدة ضمن الدرجة (A) يجب كتابتها في التقرير النهائي.

في حال عدم ظهور أي نتيجة من الدرجة (A) يجب ذكر الدرجات (B,C,D) ضمن التقرير النهائي.

أما الدرجة (F) فلا يؤخذ بها.

- في حال تم قياس الخضاب (Hemoglobin) وكان متاحاً فيجب ذكره في التقرير مع تحديد فيما إذا تم تعديل القيم المقاسة (Measured) أوالمتوقعة (Predicted) نسبة لهذا الخضاب.

تفسير نتائج اختبار DLCO:

- بما أن DLCO تعتمد بشكل مباشر على VA (حجم الهواء بعد الاستنشاق غاز التجربة) فإن أي عملية خارج رئوية تنقص من حجم الرئة ستؤدي إلى انخفاض في قيمة DLCO.
- نلاحظ هنا في حال تم قياس VA أن قيمة KCO (سابقاً $\frac{DLCO}{VA}$) ترتفع أو تبقى ضمن الطبيعي.
- من الأمثلة على هذه الحالات:
  - ✓ استئصال رئة أوفص رئوي.
  - ✓ تشوهات جدار الصدر (مثل الجنف).
  - ✓ صغر حجم الرئتين.
- كما تنقص قيمة DLCO في حالات النفاخ الرئوي Pulmonary Emphysema.
- إن نقص كل من DLCO وKCO هو دليل على وجود داء رئوي خلالي حقيقي Interstitial Lung Disease.

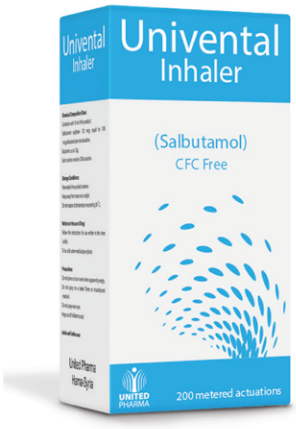
- في حالات اضطراب التهوية / التروية كما في أمراض الأوعية الرئوية (صمة رئوية مثلاً) يحدث نقص في DLCO وKCO.
- فقر الدم (Anemia) يؤدي إلى نقص افتراضي في قيمة DLCO ناجم عن نقص الخضاب، وهذا النقص يمكن أن يعدل بحسب نسبة الخضاب كما ذكر سابقاً.
- قد تنقص قيمة DLCO بشكل مؤقت في حالات عديدة (ذات الرئة، الأمراض الارتشاحية، وداء البروتين الرئوي pulmonary proteinosis).
- تزداد قيمة DLCO في حالات مثل:
  - الجهود والتمارين حيث يزداد نسبة ضخ الدم إلى الأوعية الرئوية.
  - وضعية الاستلقاء.
  - إجراء مناورات ڤالسالڤا أومولر.
  - وجود صارفة قلبية يسرى – يمنى.
  - تزداد قيمة DLCO أو تبقى طبيعية عند مرضى الربو(عكس النفاخ الرئوي).

ملاحظة: عند مرضى الـ COPD من نمط التهاب القصبات المزمن تبقى قيمة DLCO ضمن الطبيعي غالباً مما يميزه عن حالة النفاخ الرئوي.

UNITED PHARMA

Partners for Better Health

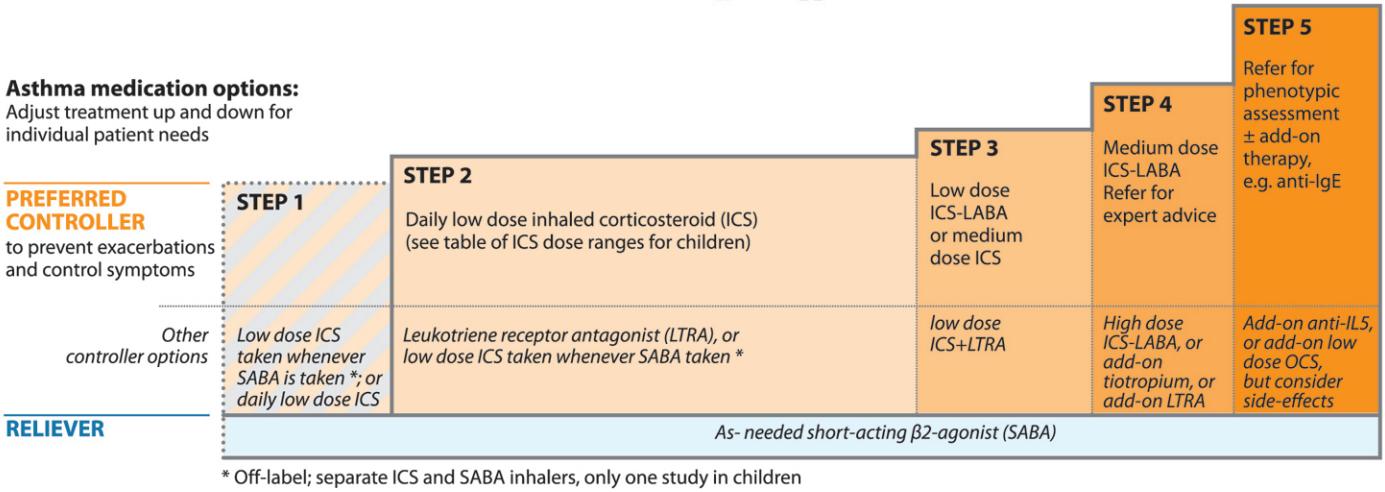
FORMILAR	FORMILAR PLUS	SALMETIDE	UNIVESCO	SALBUPRATE	UNIVENTAL	UNISONIDE
(Formoterol Fumarate)	(Formoterol Fumarate Fluticasone Propionate)	(Fluticasone Propionate Salmeterol Zinafoate)	(Ciclesonide)	(Salbutamol Sulphate Ipratropium Bromide)	(Salbutamol)	(Budesonide)



Personalized management for children 6-11 years to control symptoms and minimize future risk

Children 6-11 years

UNITED PHARMA
Partners for Better Health



* Off-label; separate ICS and SABA inhalers, only one study in children

Comments:

Asthma Step	Preferred Choice	United Pharma Choices	Dosages
Step 1	• Controller: Daily low dose ICs • Reliever: SABA as need	• Unisonide (100/200) Univesco 80 • Univental	
Step 2	• Controller: Daily low dose ICs • Reliever: SABA as need	• Unisonide (100/200) Univesco • Univental	400 Mcg daily 80-160 Mcg daily 2 puffs every 4-6 h
Step 3	• Controller: Low Dose ICs/LABA • Reliever: SABA as Needed	• Formilar Plus (125/6) Salmetide (50/25) • Univental	2 puffs daily 4 puffs daily 2 puffs every 4-6 h
Step 4	• Controller: Medium Dose ICs/LABA • Reliever: SABA as Needed	• Formilar Plus (250/10) Salmetide (125/25) • Univental	2 puffs daily 4 puffs daily 2 puffs every 4-6 h
Step 5	• Controller: High Dose ICs/LABA • Reliever: SABA as Needed	• Formilar Plus (250/6) Salmetide (250/25) • Univental	4 puffs daily 4 puffs daily 2 puffs every 4-6 h

الفصل الثالث

غازات الدم والتوازن الحمضي الأساسي

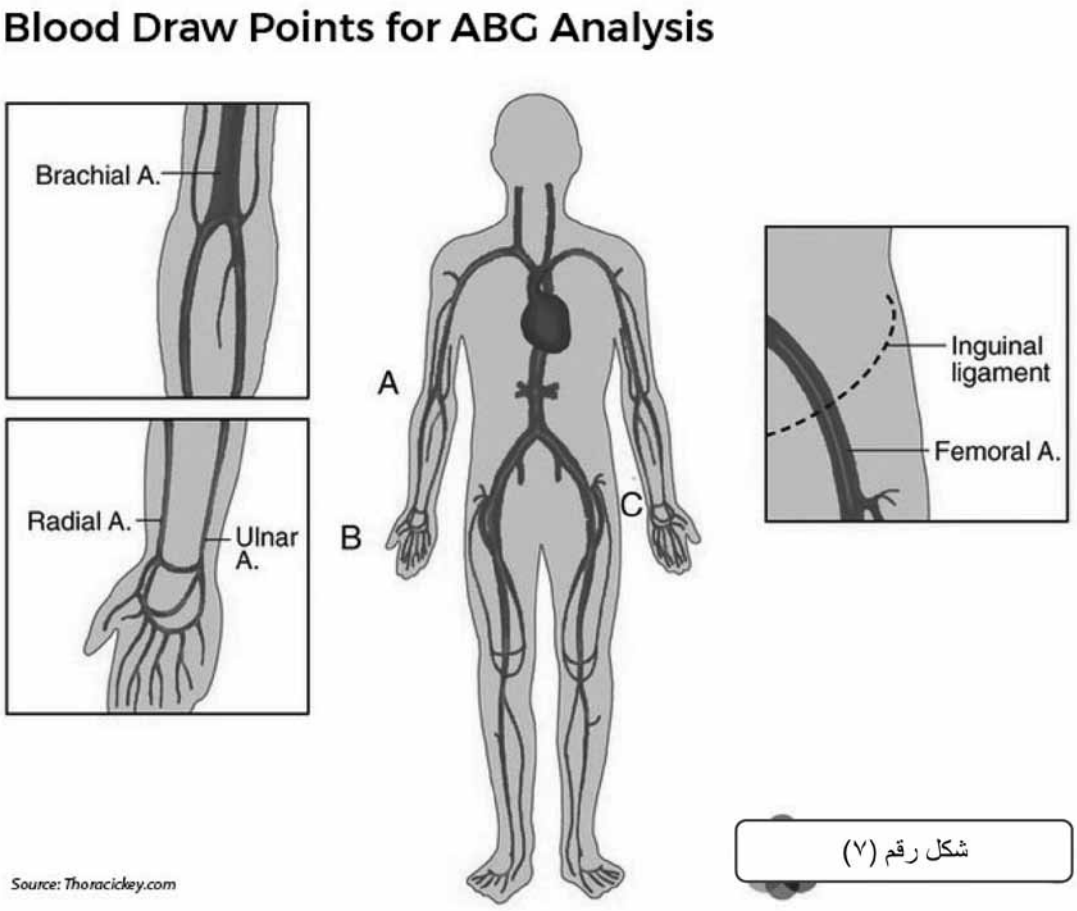
الباب الأول:

غازات الدم الشرياني

Arterial Blood Gases

مقدمة:

غازات الدم الشريانية (ABG) هو اختبار يقيس الضغط الجزئي للأكسجين (PaO2)، والضغط الجزئي لثاني أوكسيد الكربون (PaCO2)، ودرجة الحموضة (pH)، ومحتوى الأوكسجين (O2CT) ومستوى تشبع الأوكسجين (SaO2)، وتركيز البيكربونات (HCO3) في الدم الشرياني.



شكل رقم (٧)

دواعي الاستعمال

تستخدم ABGs في تقييم التهوية ventilation، والأكسجة oxygenation، وحالة توازن الحمض -أساس acid-base status في الحالات الآتية:

- متابعة أوتقييم العديد من الأمراض التنفسية مثل: الربو، الداء الرئوي الساد المزمن (COPD)، التليف الكيسي (Cystic Fibrosis) وغيرها من أمراض الرئة.
- تشخيص اضطرابات توازن الحمض-أساس في الجسم وأسبابها في الأفراد الذين يعانون من قصور القلب، أوالأمراض الرئوية، أو اضطرابات النوم، أو أمراض الكلى، أو داء السكري، أو الإنتانات الشديدة، أو بسبب تأثير الأدوية.
- الكشف عن مستويات الهيموغلوبين غير الطبيعية وتحديد كميتها (على سبيل المثال كربوكسي هيموغلوبين وميتهيموغلوبين).
- تقييم الاستجابة والتحقق من كفاءة العلاج المتبع لعلاج أمراض الرئة.
- تقييم ومتابعة حالة المرضى الذين يحتاجون إلى أكسجين إضافي أو وسائل تهوية مساعدة (التهوية الميكانيكية -mechanical ventilation).
- تقييم الاستجابة للتدخلات العلاجية (مثل الأنسولين لدى مرضى الحماض الكيتوني السكري).
- تشخيص حالة عدم تحمل الأوكسجين عند مرضى COPD والمصابين بحالة Hypoxic Drive التنفس المعتمد على مستوى الأوكسيجين .

الموانع

لا توجد موانع، على الرغم من أن بعض مواقع أخذ العينات قد تعتبر غير مناسبة للاستخدام مثل اضطرابات الدورة الدموية الطرفية الثانوية.

شروط وتحضير المريض للاختبار :

- ✓ تقييم الدورة الدموية الجانبية.

- ✓ إذا كان مستوى الأوكسجين في الهواء الأساسي مطلوبًا، فيجب على المرضى التوقف عن استخدام الأوكسجين الإضافي لمدة ٢٠ دقيقة.
- ✓ إذا كان المريض يتلقى علاجًا مضادًا للتخثر، فيجب توخي الحذر الشديد بمواصلة الضغط على موقع أخذ العينات حتى يتوقف النزيف.
- ✓ يجب على الأفراد الذين يحصلون على العينة و/ أوتحليلها ارتداء قفازات مطاطية واتخاذ تدابير مناسبة لمكافحة العدوى.

الاختبار وكيفية أخذ العينة (شكل رقم ٧):

١. عادة ما تؤخذ عينة الدم من الشريان الكعبري (radial artery) داخل المعصم، ما لم تشير اختبارات الدورة الدموية الجانبية إلى غير ذلك، ولكن يمكن أيضا أن يتم سحب العينة من الشريان الفخذي (femoral artery) في الفخذ أومن الشريان العضدي (brachial artery) فوق الكوع.

٢. يقوم المختص بفحص النبض في منطقة المعصم لتحديد مكان الشريان الكعبري.

٣. يمكن إجراء اختبار يسمى اختبار ألين (Allen test) للتحقق من تدفق الدم إلى اليد بصورة طبيعية، ولا يتم إجراء اختبار غازات الدم الشرياني (ABG) على ذراع تستخدم للديال الدموي أو إذا كان هناك انتان أو التهاب في منطقة سحب العينة.

٤. يتم سحب عينة الدم الشرياني وفق الآتي:

- ✓ تنظيف موقع سحب العينة بواسطة الكحول.
- ✓ قد تعطى حقنة مخدر موضعي لتخدير تلك المنطقة.
- ✓ يتم وضع الإبرة داخل الشريان (قد تكون هناك حاجة إلى استخدام أكثر من إبرة).
- ✓ يتم سحب الدم الشرياني لملء المحقنة.
- ✓ يتم وضع قطعة من الشاش أو القطن على موقع الإبرة بعد إزالتها.
- ✓ يتم وضع ضمادة على موقع الثقب والضغط بشدة لمدة تتراوح بين ٥ إلى ١٠ دقائق (ولفترة أطول إذا كان المريض يعالج بأي من الأدوية المضادة للتخثر أو إذا كان يعاني من اضطرابات نزفية).

سنتحدث في الفقرات الآتية عن علاقة غازات الدم مع مناسيب التهوية والأكسجة المختلفة وعن انعكاساتها على الممارسة السريرية.

- ✓ خلال التهوية نجد أن جريان الهواء والتبادل الغازي بين الرئتين والوسط المحيط يحدثان عندما تسمح تبدلات الضغط بين هذين الحيزين بحركة الغاز، فالهواء الجوي المحيط يجلب إلى داخل الجسم ليؤمن الأوكسجين اللازم للخلايا، وحالما يغادر الهواء السنخي الرئتين فإنه يحمل معه الفائض من ثاني أوكسيد الكربون الناجم عن الاستقلاب الخلوي، وبينما نجد أن فعل التهوية قادر على إنجاز هذا الأعمال فإنه لا يضمن حدوث التبادل الغازي على مستوى الغشاء السنخي - الشعري، فالتنفس الخارجي يعتمد على سلامة هذا الغشاء وعلى سلامة الجهاز القلبي الوعائي أيضاً.
- ✓ يظهر الجدول التالي القيم الطبيعية لغازات الدم الشرياني عند الإنسان المعافى، وهويظهر أمثلة عن أشيع الاضطرابات التي تصيبها في الممارسة وأسبابها:

غازات الدم الشريانية في الحالة الطبيعية والحالات المرضية					
الأسباب	PaO_2	HCO_3	$PaCO_2$	PH	
-	٨٠-١٠٠	٢٤-٢٨	٣٥-٤٥	٧,٣٥-٧,٤٥	الحالة الطبيعية
نقص التهوية	٨٠	٢٤-٢٨	<٤٥	٧,٠٠-٧,٣٤	حماض تنفسي حاد
الداء الرئوي الساد المزمن	<٨٠	٣٠-٤٨	<٤٥	٧,٣٥-٧,٤٥	حماض تنفسي مزمن معاوض
زيادة التهوية السنخية	<٨٠	٢٤-٢٨	<٣٥	٧,٤٢-٧,٧٠	قلاء تنفسي حاد
زيادة التهوية السنخية	٨٠-١٠٠	١٢-٢٤	<٣٥	٧,٣٥-٧,٤٥	قلاء مزمن تنفسي
حماض كيتوني سكري	٨٠-١٠٠	١٢-٢٢	٣٥-٤٦	٧,٠٠-٧,٣٤	حماض استقلابي حاد
المعاوضة التنفسية عن	<٨٠	١٢-٢٢	<٣٥	٧,٣٥-٧,٤٥	حماض استقلابي معاوض

الحماض					
تناول بيكربونات الصوديوم	٨٠-١٠٠	٣٠-٤٨	٣٥-٤٦	٧,٤٢-٧,٧٠	قلاء استقلابي حاد
قلاء أولي ناقص البوتاسيوم	٨٠>	٣٠-٤٨	٤٥<	٧,٣٥-٧,٤٥	قلاء استقلابي معاوض
يقاس PaO_2و$PaCO_2$بالملم ز يقاس تركيز البيكربونات بالوحدة ميلي مول/ ليتر					

❑ **علاقة تبدلات التهوية بتبدلات PAO_2 و$PACO_2$:**

في الظروف الطبيعية تؤمن التهوية السنخية الهواء للأسناخ بمعدل ٤-٥ ليتر/ دقيقة وعند هذا المستوى يمكن أن يحدث تبادل غازي كافي في الرئتين للحفاظ على غازات الدم الشرياني ضمن المجال الطبيعي.

- حجم التهوية السنخية بالنفس الواحد= الحجم الجاري -الحجم الميت التشريحي

$$V_D - V_T = V_A$$

- حجم التهوية السنخية بالدقيقة = المعدل التنفسي X (الحجم الجاري -الحجم الميت التشريحي).

$$(VD - VT) X F = VA$$

- كذلك يمكن حساب حجم التهوية السنخية بالدقيقة من المعادلة التالية:
- $\dot{V}A$ =حجم التهوية بالدقيقة - حجم تهوية الحيز الميت بالدقيقة.

$$\dot{V}_D - \dot{V}_E = \dot{V}_A$$

حيث $\dot{V}_E$: حجم التهوية بالدقيقة وهويساوي الحجم الجاري X المعدل التنفسي.

$\dot{V}_D$: حجم تهوية الحيز الميت بالدقيقة وهويساوي حجم الحيز الميت X المعدل التنفسي.

يمكن توصيف العلاقة بين التهوية السنخية من جهة وPAO_2 و$PACO_2$من جهة أخرى بالاعتماد على الشكل (٨)

حيث تكون قيم PAO_2 و$PACO_2$ طبيعية عند معدل التهوية السنخية حوالي ٤,٥ ليتر/دقيقة.

بازدياد معدل التهوية السنخية ينخفض $PACO_2$ إلى أن يصل لعتبة تتراوح ضمن المجال ٢٠-٢٥ملم ز. كذلك فإن فرط التهوية يسبب ارتفاع في PAO_2 فوق المجال الطبيعي حتى يصل صفحة تعادل تقريباً ١٢٠ ملم ز. يسبب نقص التهوية انخفاض معدل التهوية السنخية الذي بدوره يؤدي إلى ارتفاع في $PACO_2$ وانخفاض في PAO_2.

❑ **علاقة التهوية السنخية مع $PaCO_2$ و$\dot{V}CO_2$:**

✓ يوجد طريقة أخرى لوصف العلاقة بين التهوية السنخية $\dot{V}_A$ومعدل إنتاج ثاني أكسيد الكربون $\dot{V}CO_2$ فالاستقلاب الخلوي مسؤول عن إنتاج ثاني أوكسيد الكربون بينما تشكل الرئتان الموضع الرئيسي للتخلص منه وإطراحه. ويمكن التعبير عن علاقة الكمية المنتجة منه مع الكمية المطروحة بالاعتماد على المعادلة التالية حيث أن $PaCO_2$يرصد التوازن بين إنتاج ثاني أوكسيد الكربون ومعدل التهوية السنخية:

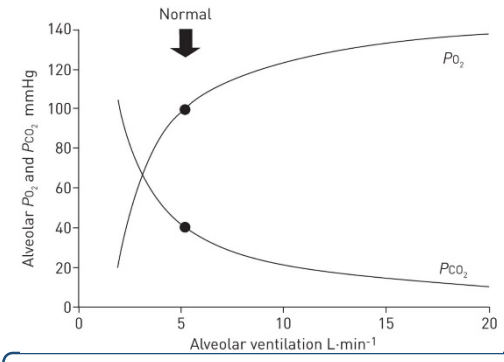
$$\dot{V}_A \div \dot{V}CO_2 = PaCO_2$$

✓ وباعتماد الوحدة مل/ دقيقة لـ $\dot{V}CO_2$، والوحدة ليتر/ دقيقة لـ $\dot{V}_A$ يمكننا إعادة كتابة المعادلة السابقة على الشكل الآتي:

$$\dot{V}_A \div (\dot{V}CO_2 X\ 0.863) = PaCO_2$$

❑ **علاقة $PaCO_2$مع PaO_2:**

إن التبدل الطارئ على $PaCO_2$ يؤثر أيضاً على PaO_2، ويمكن توصيف العلاقة بينهما بشكل



الشكل (٨) تأثير التهوية السنخية على الغازات

دقيق بالعودة إلى معادلة الهواء السنخي التي ذكرت بالتفصيل في المقطع التالي، وإن هذه المعادلة أو المساواة تفترض أن $PaCO_2$ يساوي $PACO_2$.

$$PAO_2 = FiO_2 \text{ X } (P_B - 47) - PaCO_2 \text{ X } [FiO_2 + (1 - FiO_2) \div R]$$

حيث أن: PAO_2: الضغط الجزئي السنخي للأوكسجين (ملم ز).

FiO_2: تركيز الأوكسجين ضمن المزيج الغازي المستنشق.

P_B: الضغط البارومتري (ملم ز).

47: الضغط الجزئي لبخار الماء بدرجة حرارة الجسم (٣٧ مْ) الطبيعية (ملم ز).

$PaCO_2$: الضغط الجزئي لثاني أوكسيد الكربون في الدم الشرياني (ملم ز).

R: معدل التبادل التنفسي ($\dot{V}O_2 \div \dot{V}CO_2$) والذي يبلغ ٠,٨ في الحالة الطبيعية.

ويمكن الحصول على شكل مبسط لمعادلة الهواء السنخي السابقة بكتابتها على الشكل التالي:

$$PAO_2 = PiO_2 - (PaCO2/0.8)$$

حيث أن:PiO2: الضغط الجزئي للأوكسجين المستنشق. وإن العامل ٠,٨ يتغير بشكل طفيف مع تبدل الأوكسجين المستنشق. ويمكن أن نلاحظ أن كمية الأوكسجين المتواجدة في الأسناخ تعتمد جزئياً على كمية ثاني أوكسيد الكربون الموجودة فيها حسب قانون دالتون للضغوط الجزئية.

وفي الحقيقة تشكل هذه المعادلة المبسطة وسيلة سهلة وسريعة لتقييم غازات الدم الشرياني دون الحاجة لحسابات معقدة.

فعلى مستوى سطح البحر (٧٦٠ ملم زئبقي) وعندم يكون FiO_2 يعادل ٠,٢١ وضغط بخار الماء يعادل ٤٧ ملم ز سنجدPiO_2 يساوي ١٤٩ ملم ز اعتمادا على المعادلة التالية:

$$PiO_2 = FiO_2 (P_B - 47) = 0.21 (760 - 47) = 149 \text{ mm Hg}$$

حيث أن P_B هو الضغط البارومتري.

وبالعودة إلى الشكل المبسط من معادلة الهواء السنخي التي نصها:

$PAO_2 = PiO_2 - (PaCO2/0.8)$

سنجد أنه عند قيمة لـ $PaCO_2$ يعادل ٤٠ ملم ز سيكون PAO_2 بقيمة ٩٩ ملم ز. وبالتالي عند ارتفاع نتيجة $PaCO_2$ نقص التهوية سينخفضPAO_2،وعلى سبيل المثال إذا ارتفع $PaCO_2$إلى ٨٠ ملم ز فإن PAO_2 سيصبح ٤٩ ملم ز وفقاً للمعادلة السابقة وعندما يحدث هذا تقل كمية الأوكسجين المتوافرة في الأسناخ وبالتالي تقل كميته المتوافرة للدم وبقية الأنسجة.

في الظروف الفيزيولوجية الطبيعية يكون الأوكسجين السنخي أكثر من الأوكسجين في الدم الشرياني، وهذا ما يدعى بالمدروج السنخي ــ الشرياني من الأوكسجين [$P\ (A\text{-}a)O_2$] ، وتبلغ القيمة الطبيعية لهذا المدروج حوالي ٥ ملم ز عند الإنسان المعافى بعمر ٢٠ سنة، وهوينجم عن الشنت التشريحي الطبيعي، ويزداد حوالي ٤ ملم ز كل عقد بعد عمر ٢٠ سنة.

- ✓ خلال فرط التهوية يرتفع PAO_2بسبب انخفاض$PaCO_2$ ، فعلى سبيل المثال إذا كان $PaCO_2$ ٢٠ ملم ز وPiO_2 ١٤٩ ملم ز فإن PAO_2سيعادل ١٢٤ ملم ز، وبما أن المزيد من الأوكسجين متوافر الآن في الأسناخ فإنه يمكن تزويد الدم الشرياني بكميات إضافية منه، هذا بافتراض أن الشنت والانتشار السنخي -الشعري ضمن المجال الطبيعي وأنه لا توجد أية حدثيات مرضية تحدث نقص أكسجة دموية.
- ✓ وكقاعدة عامة نستطيع أن نقول: إن كل زيادة في $PaCO_2$مقدارها ١ ملم ز تؤدي لانخفاض PaO_2بمقدار ١,٢٥ ملم ز. وعلى سبيل المثال إذا ارتفع $PaCO_2$من ٤٠ ملم ز إلى ٥٠ ملم ز فإن PaO_2الذي كان ١٠٠ ملم ز سينخفض إلى ٨٨ ملم ز.

الباب الثاني:

التنفس والتوازن الحمضي الأساسي

إن الاستقلاب حدثية تأكسدية تؤدي بالجسم إلى حماض acidosis بسبب نواتجها، ويعد الحفاظ على التوازن الحمضي الأساسي ضروري للحياة لأن العديد من العمليات الحيوية الكيميائية تعتمد على الـ PH:

فيزيولوجيا حمل الـ CO2:

إن غاز ثاني أوكسيد الكربون الناجم عن الاستقلاب الغذائي الحيوي يتحد مع الماء ليشكل حمض الكربون:

$$CO2 + H2O \leftrightarrow H2CO3 \leftrightarrow H + HCO3$$

وذلك بتوسط أنزيم الكربونيك انهيدراز Carbonic anhydrase (CA) الموجود بشكل أساسي في الكريات الحمراء مما يحول المعادلة باتجاه اليسار.

ويتفارق حمض الكربون المتشكل إلى شاردة البيكربونات وشاردة الهيدروجين، ويعبر عن مقدار التفارق وبالتالي عن قوة الحمض بالرمز Ka، ويكون الحمض الضعيف مثل حمض الكربون سريع التفارق مما يحول المعادلة باتجاه اليسار أيضاً

$$Ka = [H]^+ [HCO_3]^- / [H_2CO_3]$$

وبالتالي:

$$[H]^+ = Ka [H_2CO_3] / [HCO_3]$$

وبأخذ اللوغاريتم وتبديل الرموز:

$$PH = PKa + Log \{ [HCO_3]^- / [H_2CO_3] \}$$

من الصعب قياس تركيز حمض الكربون $[H_2CO_3]$ ويمكن حسابه من تركيز CO2 بالمحلول وثابت إماهته K-hydration، كما يمكن إبدال PCO_2 الشرياني بدلاً من عامل تحويل مناسب، وبالتالي نستطيع القول:

$$PH = 6.1 + Log \{ [HCO_3]^- / \alpha PaCO_2 \}$$

حيث تشير لأقواس [ ] إلى التركيز في المحلول وتشير α إلى الثابت constant.

وهذه هي معادلة هندرسون هسيلباخ Henderson-hasselbalch equation.

نلاحظ من المعادلة السابقة أنه من أجل أي قيمة لـ PH يوجد دائماً النسبة نفسها من HCO_3 لـ CO_2 وهي دائماً ٢٠/١ عند PH السوية بغض النظر عن تركيز أي منها.

إذا اختل أي من PCO_2أوHCO_3 فإنه تحدث معاوضة فيزيولوجية بتنظيم المعلم الآخر وبذلك تتم المحافظة على النسبة وعلى قيمة PH.

تصنيف اضطرابات الحمض ـ أساس

أولاً: الاضطراب الاستقلابي Metabolic disorder:

- الحماض الاستقلابي Metabolic acidosis: يحدث الحماض الاستقلابي بإضافة حمض آخر غير الـ CO_2 إلى سوائل الجسم (وهو عادة حمض اللبن أو الكيتونات أو المستقلبات اليوريميائية) أو بضياع زائد للبيكربونات [HCO_3^-] وتعاوض الرئتان بزيادة التهوية وطرح CO_2 كمحاولة منها لإعادة النسبةHCO_3^- / CO_2 إلى السواء.

ويبين الجدول التالي الأسباب الشائعة للحماض الاستقلابي:

- الحماض الكيتوني السكري.
- القصور الكلوي.
- الإسهال الفاقد للبيكربونات.
- التسمم بالساليسيلات.
- الحماض اللبني نمط A كما في حالات نقص التروية النسيجية: صدمة، توقف القلب.
- الحماض اللبني نمط B حيث لا يوجد نقص تروية نسيجية: قصور الكبد، الداء السكري.

- القلاء الاستقلابي Metabolic alkalosis: يحدث القلاء الاستقلابي مرضياً بفقدان شوارد الهيدروجين H^+ من الجسم وعلاجياً عند إعطاء كمية زائدة من البيكربونات HCO_3^-، والنتيجة في كلا الحالتين هي زيادة HCO_3^- في البلازما، وتحدث المعاوضة بإنقاص التهوية مما يزيد PCO_2 وبالتالي يتم إعادة النسبةHCO_3^- / CO_2 والـ PH إلى السواء.

ويوجد مجال محدود لدى الجهاز التنفسي لمعاوضة القلاء الاستقلابي بإنقاص التهوية من غير أن تتأثر الأكسجة، ونادراً ما يرتفع الـ PCO_2 فوق ٥٦ملم ز مالم يتم تزويد المريض بالأوكسجين.

ويبين الجدول التالي الأسباب الشائعة للقلاء الاستقلابي:

- فقدان الحمض المعدي مثال: إقياءات، نزح معدي أنفي (NG tube).
- إعطاء زائد للبيكربونات.

مع ملاحظة أنه:

- ✓ لا تتم استعادة السواء بالمعاوضة وإنما يتم ملائمة تركيز HCO_3^- غير الطبيعي مع PCO_2 غير الطبيعي، وقد يتم استعادة السواء بالإصلاح الاستقلابي فقط.
- ✓ تكون المعاوضة التنفسية جزئية أكثر منها كاملة بشكل ثابت أي أن الـ PH يتظاهر بعودته قريباً من القيم الطبيعية لكن لا يصل إليها بالضبط.

ثانياً: الاضطراب التنفسي Respiratory disorder:

في القلاء أوالحماض التنفسيان ينقص الـ PCO_2 أويزداد بسبب فرط أونقص التهوية، وتعاوض الكلية بواسطة ملائمة البيكربونات بغرض استعادة النسبة HCO_3^- / CO_2 الطبيعية، وتستغرق المعاوضة الاستقلابية فترة أيام في حين تتم المعاوضة التنفسية خلال ساعات.

ونادراً ما تنخفض البيكربونات دون ١٨ ممول/ل لدى معاوضة القلاء التنفسي في الحالات الحادة أو دون ١٥ ممول/ل في الحالات المزمنة.

ويوضح الجدول الآتي أسباب الحماض التنفسي (فرض الكربمية):

- أمراض الطرق الهوائية: COPD، الربو القصبي، انسداد الطرق الهوائية العلوية (OSA)، ازدياد الحيز الميت (كما في ARDS والنفاخ الرئوي مع فقاعة كبيرة ذات اتصال مع الطرق الهوائية.
- اضطرابات جدار الصدر:
  - ✓ متلازمة بيكويكيان / متلازمة نقص التهوية بالبدانة.
  - ✓ الأمراض العصبية العضلية (غيلان ـ باريه، الشلل الحجابي ثنائي الجانب، الحثل العضلي، الاعتلال العضلي).

- ✓ نقص مطاوعة جدار الصدر (تصلب الجنب، التهاب الفقار اللاصق، رأب صدري، تصلب الجلد).
- ✓ فقدان التكامل البنيوي (الصدر السائب أوالمتهتك).
- ✓ التثبيط المركزي لمركز التنفس (نقص أكسجة شديد، آفة دماغية، أدوية).
- ✓ الإنهاك (الضائقة التنفسية الحادة بأي سبب وخاصة عندما تترافق مع زيادة عمل التنفس مثل الربو، وذمة الرئة الحادة).

ويوضح الجدول الآتي الأسباب الشائعة للقلاء التنفسي (نقص الكربمية):

- نقص الأكسجة.
- الحماض الاستقلابي.
- اضطرابات الجملة العصبية المركزية (النزف تحت العنكبوتي، الرض، الخمج، الأورام).
- الأدوية (تنبه الساليسيلات مركز القيادة التنفسية).
- فرط التهوية القلقي (من المهم استبعاد الأسباب السابقة عند وضع مثل هذا التشخيص).

ثالثاً: الاضطرابات المختلطة Mixed disorder:

قد يتشارك الاضطراب الاستقلابي مع الاضطراب التنفسي مما يتطلب فحصاً دقيقاً لعدم إهمال أي مركب إضافي للاضطراب، وهذا قد يتحدد عندما يتغير كل من البيكربونات والـ PCO_2 باتجاه PH غير طبيعي أكثر من أن يقوم أحدهما بتعويض الآخر.

معالم مشتقة DERIVED PARAMETERS:

تحسب البيكربونات والزيادة القاعدية من الـ PH والـ PCO_2 علماً أنها لا تعطي معلومات إضافية إنما تعطي رؤيا للوقائع من وجهة نظر أخرى.

البيكربونات المعيارية Standard bicarbonate:

وهي قيم البيكربونات الشريانية وتقاس عند PCO_2 ثابتة (٤٠ ملم ز) مما يوحد ظروف القياس لإبعاد أي مشاركة تنفسية على مستوى البيكربونات.

القيمة الطبيعية للبيكربونات المعيارية هي ٢٤ ملم ز، وتنخفض البيكربونات الشريانية في الحماض الاستقلابي وترتفع في القلاء الاستقلابي.

الزيادة القاعدية Base excess:

هي كمية الحمض أوالأساس اللازمة لمعايرة ليتر من الدم حتى يصل الـ PH = ٧,٤ (مع PCO_2 ثابت عند ٤٠ ملم ز) وهي طريقة للتقدير الكمي للاضطراب الاستقلابي بتثبيت PCO_2 عند القيمة الطبيعية. وتبلغ القيمة الطبيعية للزيادة القاعدية من -٢,٥ إلى +٢,٥ ملمول/ل.

تشير الزيادة القاعدية السلبية (عوز الأساس) في سياق الحماض، إلى وجود مكونة استقلابية للحماض، بينما تشير الزيادة القاعدية الإيجابية إلى وجود مكونة استقلابية للقلاء.

تقييم اضطراب الحمض ـ أساس:

١. أولاً ننظر إلى الـ PH هل يوجد حماض أوقلاء؟

- حماض عندما PH< ٧,٣٥
- قلاء عندما PH> ٧,٤٥

٢. ثم ننظر إلى PCO_2 الشرياني لأنه يشير إلى منشأ الاضطراب حيث يرتفع في الحماض التنفسي وينخفض في القلاء التنفسي.

- حماض تنفسي: PCO_2 الشرياني > ٤٥ ملم ز (Kpa ٦,٠)
- قلاء تنفسي: PCO_2 الشرياني < ٣٥ ملم ز(Kpa ٤,٧)

٣. ننظر إلى البيكربونات هل هي متغيرة في اتجاه يفسر تغير الـ PH؟

إذا كانت كذلك فإنه يوجد مكونة استقلابية للاضطراب وإذا لم تكن فإن التغير هو معاوضة.

- حماض استقلابي البيكربونات الشريانية < ٢٢ ملم ز.
- قلاء استقلابي البيكربونات الشريانية > ٢٨ ملم ز.

٤. كون الـ PH طبيعي لا ينفي وجود اضطراب حمض ـ أساس لأنه يمكن أن يصحح تماماً بالمعاوضة، فإذا كان PH طبيعي نفحص قيمة PCO_2فإذا كانت غير طبيعية معنى ذلك يوجد حالة معاوضة مما يطرح سؤالاً آخر: هل هذه الحالة هي حالة معاوضة تنفسية كاملة للاضطراب الاستقلابي أم أن العكس بالعكس؟

ولأن المعاوضة التنفسية نادراً ما تكون كاملة فإن الـ PH يكون طبيعي عند وجود معاوضة استقلابية كاملة للاضطراب التنفسي.

ونلاحظ أن الخلل البدئي هوالذي يفسر تغيرات PH، والمعاوضة التنفسية غير كاملة بشكل ثابت.

اعتبارات سريرية لاضطرابات الـ حمض ــ أساس:

يحدث الحماض عند مرضى الحالات الحرجة بسبب إنتاج اللاكتات التالي لنقص الإرواء النسيجي و/ أو لنقص قبط الأوكسجين، ويعد ظهور الحماض اللبني عند مريض متعب علامة خطرة وغالباً ما يتم إهمالها. ويستدعي وجود حماض استقلابي - بقياس غازات الدم الشرياني ــ اجراء معايرة اللاكتات (أغلب أجهزة تحليل غازات الدم الشرياني نجري هذا التحليل)، ويجب أن يتم علاج الحماض الاستقلابي الشديد في وحدة عناية مشددة.

تفيد البيكربونات في الحصول على معلومات حول إزمان ارتفاع PCO_2، فالإحتباس المزمن للـ CO_2 يرفع البيكربونات لأن الكلية تحبس الشاردة (البيكربونات) لدرء الحماض التنفسي.

من الشائع وجود ارتفاع البيكربونات الوريدية بتحليل شوارد الدم الروتيني، وأحد أشيع أسبابه هو معاوضة احتباس CO_2 المزمن (واستعمال المدرات هوالسبب الآخر).

الباب الثالث:

مقيـــاس التأكســـج

مضادات استطباب استخدام مقياس التأكسج:

لا توجد مضادات استطباب.

شكل رقم (٩)

تحضير المريض:

- يمكن أن يوضع مسبار مقياس التأكسج المعياري على أحد أصابع اليد أو على شحمة الأذن لدى المرضى القادرين على السير. كما يوجد نوعٌ يُسمَّى مقياس التأكسج بالانعكاس يمكن أنّ يوضَع مسبارُه على جبهة المريض.
- يجب إزالة طلاء الأظافر وجعْلُ التروية المحيطية في أوجِها إمّا بالتدفئة أوبتطبيق كريماتٍ موسِّعةٍ للأوعية المحيطية عند الضرورة.

الاختبار ومبدأ عمل الجهاز:

- على الرغم من استخدامه الواسع إلا أنّ تقييم مقدار نقص الأكسجة بواسطة مقياس التأكسج يفتقد للدقة، حيث يعتقد معظم مزاولي المهنة أنّ المبدأ الذي يعتمد عليه الجهاز في عمله ـ وهوقياس الطيف الضوئي (قياس شدة موجات الطيف) ـ ليس مبدأً يُعتمَد عليه على الرغم من محاولات تطويره.

- يعمل أحد طرفَي مسبار المقياس كمنبعٍ ضوئيّ بينما يعمل الطرف الآخر كمستقبلٍ لهذا الضوء.

- يوضَع المسبار على أحد أصابع اليد أوشحمة الأذن، وقد يوضَع على جبهة المريض في حال استخدام مقياس التأكسج بالانعكاس.

- تختلف نسبة امتصاص كلٍّ من الضوء الأحمر والأشعة تحت الحمراء بحسب نسبة إشباع الدم الشرياني بالأكسجين حيث: يَمتصّ الدمُ المؤكسَج الضوءَ الأحمر، فيما يَمتصّ الدمُ غير المؤكسَج الأشعة تحت الحمراء.

- يجب أنْ تُؤخَذ قراءات المقياس لمدة (5) دقائق على الأقل في وضعية السكون (عدم حركة المريض)، وأنْ يُذكَر في التقرير مدى ثبات هذه القراءات.

- عند استخدام مسبار الإصبع والمريض في وضعية الوقوف توضَع اليد على جدار الصدر بمستوى القلب لتقليل مقدار النبض الوريدي قدر الإمكان والذي يمكن أنْ يسبِّب قراءةً منخفضة خاطئة.

- يمكن تقييم جودة الإشارة التي يُظهرها المقياس بمقارنة معدّل النبض الظاهر على شاشته مع معدّل النبض على جهاز تخطيط القلب أومعدّل النبض المحسوب عن طريق جسّ النبض، وعند عدم وجود فرق يزيد عن (5) ضربات في الدقيقة ننفي وجود تشويش على القياس بسبب الحركة.

- في الحالة المثالية ينبغي مقارنة الإشباع الأكسجيني الذي يُظهره المقياس بالإشباع الأكسجيني المقاس بواسطة قياس الطيف الضوئي متعدّد الأطوال الموجية لعينة غازات دم شرياني مأخوذة في نفس اللحظة.

النتـــائـــج:

- ينبغي أنْ يتضمّن تقرير المقياس توثيقاً لنوع مقياس التأكسج المستخدَم، ونوع ومكان وضع المسبار، كما يجب أنْ يتضمّن أيضاً معدّل النبض وقراءات SpO_2 في حالة الراحة (المريض في وضعية السكون).

- في حال استخدام مقياس التأكسج أثناء الجهد ينبغي أنْ يتضمّن التقرير نوع وشدّة الجهد المطبَّق (مثل سرعة المشي، مدّة الجهد)، بالإضافة لمعدّل النبض وSpO_2في نهاية الجهد. عند حدوث نقص بالإشباع الأكسجيني يُعاد تطبيق الجهد مع تزويد المريض بالأكسجين الإضافي لتوضيح تحسُّن قيم الـ SpO_2.

- تكمن إحدى فوائد مقياس التأكسج في استخدامه عند إجراء اختبار المشي لـ 6 دقائق وهوالاختبار المعياري لقياس السعة الوظيفية الجهدية. يقيس هذا الاختبار المسافة الأعظمية التي يَقْدر المريض على مشيها خلال ستّ دقائق في رواقٍ مستوطولُه 100 قدمٍ مع وجود إشارة (علامة) عليه كلّ 5 أقدام. يُسمَح للمريض أنْ يُبطِئ في مشيته أويتوقّفَ عند الحاجة، لكنْ يبقى عدّاد الوقت مستمرّاً أثناء فترات الراحة (التوقّف). يُجرى هذا الاختبار أثناء تزويد المريض بالأكسجين الإضافي عبر أجهزة الأكسجين المتنقّلة (عند الحاجة). بعد انتهاء الاختبار مباشرةً يتمّ جمع النقاط بحسب معايير بورغ للزلة التنفسية والتعب (Borg Scale).

تفسيـــر النتـــائـــج:

(ملاحظة: SpO_2: يعبِّر عن الإشباع الأكسجيني المقاس بواسطة مقياس التأكسج.

SaO_2: يعبِّر عن الإشباع الأكسجيني المقاس بواسطة عيّنة غازات دم شرياني.)

- على الرغم من أنّ تفسير نتائج مقياس التأكسج يبدوسهلاً إلا أنّه وبشكلٍ عامٍّ غيرُ ممكنٍ إذا لم يتمّ تحديد مدى دقّة المقياس عن طريق إجراء مقارنةٍ ولولمرّةٍ واحدةٍ بين القراءة التي يعطيها الجهاز (SpO_2) والنتيجة التي نحصل عليها من عيّنة غازات الدم الشرياني (SaO_2).

- ينبغي على الشركات المصنِّعة أنْ توضِّحَ المعدّل الوسطي للخطأ في قراءات المقياس (SaO_2 - SpO_2) من خلال البيانات التي جمعتْها لتُحسِّنَ من فهم المستخدِمين للعوامل

التي تحدُّ من استعمال المقياس، ومع ذلك فإنّ هذا لا يلغي احتمالَ وجودِ أخطاءٍ كبيرةٍ في القياس لدى بعض المرضى.

- على الرغم من أنّ قراءات الـ SpO_2الأكبر من 95% تجعلُ احتمالَ وجودِ نقص أكسجة لدى المريض ضعيفاً من الناحية السريرية إلا أنّه ينبغي إجراء ABGs (غازات الدم الشرياني) عند الشك السريري بوجود نقص أكسجة.

- عند تطبيق الأكسجين الإضافي على المريض فإنّنا نعاير تركيزه المناسب بحيث تكون قيمة SpO_2الهدف تساوي أوأكبر من 93%.

- يُعتبَر نقصُ الإشباع الشرياني موجوداً عندما ينخفض الإشباع الأكسجيني على المقياس بمقدار 4% عن القيمة المرجعية لـ SpO_2الخاصّة بالمريض (baseline reading).

- كما تتّضحُ أهمية مقياس التأكسج أيضاً من خلال تعليمات الرعاية الصحية فيما يخصُّ استطبابات التطبيق المستمرّ بالأكسجين الإضافي، وتتضمّن هذه الاستطبابات وجودَ واحدٍ ممّا يلي أثناء الراحة وضمن هواء الغرفة:

$$PaO_2 \leq 55 \text{ mm Hg} \quad , \quad SaO_2 \leq 88\% \quad , \quad SpO_2 \leq 88\%$$

- إذا طُبِّقَ الأكسجين الإضافي بمعدّل جريانٍ أكبر من 4 ل/د يجب إظهار قيم PaO_2أوإشباع الأكسجين (SaO_2أوSpO_2) التي سُجِّلتْ أثناء تطبيق الأكسجين الإضافي بذلك المعدّل.

- قد يكون المريض مؤهَّلاً للخضوع إلى علاجٍ تعويضيّ بالأكسجين الإضافي حتى وإنْ كان $PaO_2 > 55$ mm Hg وكان $SaO_2/SpO_2 > 88\%$ إذا وُجِدتْ واحدةٌ من الحالات الآتية:

- وذمة مُعْتَمِدة (وذمة مسايرة للجاذبية، أي وذمات الجزء السفلي من الجسم كالساق مثلاً) ناتجة عن قصور القلب الاحتقاني.
- حالة قلب رئوي مثبَتة بوجود موجة (P) الرئوية على تخطيط القلب الكهربائي أو بإيكو القلب أو بتقنية (gated blood pool scan) (وهي إحدى تقنيات الطبّ النووي حيث يتمّ وَسْم الكريات الحمراء بمادةٍ مشِعّة ثمّ قياس كمّية الدم في حجرات القلب خلال مراحلَ مختلفةٍ من الدورة القلبية) أو بالقياس المباشر لضغط الشريان الرئوي.

- هيماتوكريت 56%>.

اعتبارات تقنية:

(ملاحظة:

Oxyhemoglobin: هيموغلوبين مرتبط بالأكسجين.

Deoxyhemoglobin: هيموغلوبين غير مرتبط بالأكسجين.

Reduced hemoglobin: هيموغلوبين غير مرتبط بالأكسجين.

Carboxyhemoglobin: هيموغلوبين مرتبط بأحادي أكسيد الكربون (Co).

Methemoglobin: هيموغلوبين خضَعَ الحديد فيه للتأكسد ليتحوّل من Fe^{+2}إلى Fe^{+3}.)

- يَمتصُّ الكاربوكسي هيموغلوبين (Co Hb) والميتهيموغلوبين (met Hb) الضوءَ عند نفس طول الموجة التي يَمتصُّ عندها الديوكسي هيموغلوبين الضوءَ، لذلك عند ارتفاع مستوياتِها في الدم نحصل على قيمةٍ مرتفعةٍ خاطئةٍ لـ SpO_2.
- كما أنّ لمقياس التأكسج عيوباً أخرى فهولا يعطي معلوماتٍ عن محتوى الدم الشرياني من الأكسجين. فيمكن أنْ يحدث نقص في أكسجة الأنسجة على الرغم من كون SpO_2طبيعياً كما في حالات فقر الدم مثلاً. كما يمكن أنْ تسبِّبَ المستويات المرتفعة من الهيموغلوبين غير الوظيفي (Co Hb , met Hb) إعطاءَ قيمةٍ مرتفعةٍ خاطئةٍ لـ SpO_2.
- بالإضافة لذلك لا يعطي مقياس التأكسج معلوماتٍ عن كفاية التهوية الآلية والتي لا يمكن تقييمها إلا عبر قياس الضغط الجزيئي لثاني أكسيد الكربون ($PaCo_2$) في عيّنة غازات الدم الشرياني.
- يمكن أنْ تُسبِّبَ حركةُ الإصبع داخل المسبار تشويشاً حركياً حيث تُسبِّب الحركة امتصاصاً نبضياً متساوياً لكلٍّ من الضوء الأحمر والأشعة تحت الحمراء، وتُعبِّرُ معظمُ مقاييس التأكسج عن تلك النتائج الخاطئة بإظهارها للقيمة SpO_2 = 85%. يمكن التقليل من التشويش الحركي عبر المسابر المُعَدَّة للاستعمال لمرّةٍ واحدةٍ حيث تُثبَّتُ في موضع المسبار بلاصقٍ، وتُستخدَم لقياس الإشباع الأكسجيني خلال المشي.

- تميل مقاييس التأكسج لإعطاء قيمةٍ مرتفعةٍ خاطئةٍ لـ SpO_2. أحد الأسباب وراء هذا أنّ هذه المقاييس تعبِّرُ عن النسبة المئوية للأوكسي هيموغلوبين دون أخْذِ الـ Co Hbو met Hb بعين الاعتبار (انظر للمعادلة في الأسفل).

- هناك منتَجٌ وحيدٌ حالياً من مقاييس التأكسج يحوي خياراتٍ لعرض قيمةِ الهيموغلوبين الكلي ومحتوى الأكسجين وCo Hb وmet Hb لكنّه لم ينتشر عالمياً بعد (انظر للمعادلة في الأسفل).

- وعلى العكس فإنّ قياس الإشباع الأكسجيني بطريقة قياس الطيف الضوئي لعيّنة دم شرياني تُعبِّر عن إشباع الأكسجين كنسبةٍ مئويةٍ لحاصل جمع الهيموغلوبين غير المرتبط بالأكسجين والأوكسي هيموغلوبين وCo Hb وmet Hb (انظر للمعادلة في الأسفل).

$$SaO2 = \frac{oxyhemoglobin}{oxyhemoglobin + r\,Hb + Co\,Hb + met\,Hb}$$

- يؤدّي هذا الاختلاف الهامّ عموماً إلى جَعْل مقاييس التأكسج تُعبِّر عن قيم الأوكسي هيموغلوبين أعلى بـ 2-3% من قيمِه عندما يُحسَب بطريقة قياس الطيف الضوئي لعيّنة دم شرياني وذلك حتى عندما يكون المقياس يعملُ بشكلٍ جيّد.

- على الرغم من أنّ دقّة مقاييس التأكسج جيّدةٌ عموماً في الدراسات التي أُجريَتْ حيث ($SaO_2 - SpO_2 < 2\%$) إلا أنّ قيم SpO_2 لدى بعض المرضى تُظهِرُ خطأً كبيراً بالقياس حتّى عندما تكون مستويات الهيموغلوبين غير الوظيفي طبيعية. يمكنُ أنْ يسبِّب كلٌّ من فقر الدم وكثرة الحمر إعطاءَ قيمةٍ مرتفعةٍ خاطئةٍ لـ SpO_2.

- ينبغي إجراء قياسٍ لـ SaO_2 عبر ABGs لتحديد مقدار الخطأ في مقياس التأكسج لدى بعض المرضى، لكنّ ذلك لا يُجرى روتينياً. يجب استخدام ABGs حينما يكون هناك شكٌّ سريريٌّ بوجود نقص أكسجة حتّى لوأظهرَ مقياس التأكسج قيمةً أعلى من العتبة 88%.

- في النهاية إنّ شكلَ منحنى افتراق الأكسجين يجعلُ مقياسَ التأكسج غيرَ حسّاسٍ أصلاً لنقص الأكسجة الخفيف لأنّ التغيّرات الكبيرة نسبياً في PaO_2في القسم العلوي المسطّح من المنحنى تسبِّبُ تغيراتٍ صغيرةً جدّاً في قيمة SaO_2.

- تتضمّن محاسن استخدام مقاييس التأكسج أنّه إجراءٌ غير باضع وبسيطٌ ويمكن أنْ يُستخدَم لتقييم العديد من الحالات (تقييم الأكسجة أثناء الجهد أوالنوم أوخلال العمليات).

- أمّا المساوئ فتتضمّن أنّه لا يُستخدَم لتقييم محتوى الأكسجين (كما في فقر الدم) أولتقييم كفاية التهوية الآلية (التي تحتاج لقياس PaO_2)، كما أنّ دقتَها تقلُّ عند ارتفاع مستويات الهيموغلوبين غير الوظيفي (Co Hb , met Hb) مع ميلٍ لإعطاء قيمٍ خاطئةٍ مرتفعة لـ SpO_2 بمعدّلٍ وسطي 2-3%.

<u>العوامل المؤثِّرة في دقة قراءات مقياس التأكسج:</u>

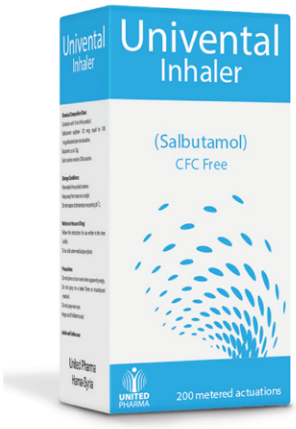
- قد يعطي المقياس قراءةً خاطئةً مرتفعةً لـ SpO_2 عند تعرُّض المسبار لضوء الشمس الساطع أو الأضواء المتألّقة أو أضواء غرف العمليات أو المصابيح الحرارية تحت الحمراء، وعند ارتفاع Co Hb أو ارتفاع met Hb، وفي حالات فقر الدم، وعند حدوث تشويشٍ حركي عندما تكون قيمة SaO_2 الحقيقية أقلّ من 85%.

- قد يعطي المقياس قراءةً خاطئةً منخفضةً لـ SpO_2 عند وجود صباغاتٍ محقونة داخل الأوعية مثل أزرق الميتيلين أو أخضر الإندوسيانين محدثةً انخفاضاً عابراً في SpO_2. من العوامل الأخرى أيضاً: طلاء الأظافر - ارتفاع الضغط الوريدي - والتشويش الحركي الحاصل إذا كانت قيمة SaO_2 الحقيقية أكبر من 85%.

UNITED PHARMA

Partners for Better Health

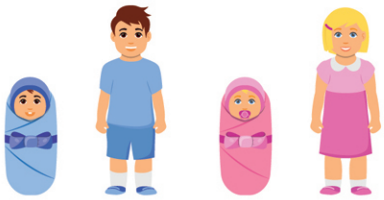
FORMILAR	FORMILAR PLUS	SALMETIDE	UNIVESCO	SALBUPRATE	UNIVENTAL	UNISONIDE
(Formoterol Fumarate)	(Formoterol Fumarate Fluticasone Propionate)	(Fluticasone Propionate Salmeterol Zinafoate)	(Ciclesonide)	(Salbutamol Sulphate Ipratropium Bromide)	(Salbutamol)	(Budesonide)



Personalized management of asthma in children 5 years and younger

Children 5 years and younger

UNITED PHARMA
Partners for Better Health



Asthma medication options:
Adjust treatment up and down for individual child's needs

	STEP 1	STEP 2	STEP 3	STEP 4
PREFERRED CONTROLLER CHOICE	**STEP 1**	**STEP 2** Daily low dose inhaled corticosteroid (ICS), (see table of ICS dose ranges for pre-school children)	**STEP 3** Double 'Low dose' ICS	**STEP 4** Continue controller & refer for specialist assessment
Other controller options		*Leukotriene receptor antagonist (LTRA), or intermittent ICS*	*low dose ICS+LTRA Consider specialist referral*	*Add LTRA, or increase ICS frequency, or add intermittent ICS*
RELIEVER	*As- needed short-acting β2-agonist*			

CONSIDER THIS STEP FOR CHILDREN WITH:			
Infrequent viral wheezing and no or few interval symptoms	Symptom pattern consistent with asthma, and asthma symptoms not well-controlled or ≥3 exacerbations per year. Symptom pattern not consistent with asthma but wheezing episodes requiring SABA occur frequently, e.g. ≥3 per year. Give diagnostic trial for 3 months. Consider Specialist referral.	Asthma diagnosis, and asthma not well-controlled on low dose ICS	Asthma not well-controlled on double ICS
		Before stepping up, check for alternative diagnosis, check inhaler skills, review adherence and exposures	

ICS: inhaled corticosteroids; LTRA: leukotriene receptor antagonist; SABA: short-acting beta2-agonist

Comments:

Steps	Criteria	Treatment Choice	Management approach	
			Univental ®	Unisonide ®
Step 1	Wheezing episodes	SABA only	200 mcg/4-6 hours prn	---
	Intermittent viral-induced wheeze & SABA is not sufficient	Intermittent high dose ICs	200 mcg/4-6 hours prn	800 mcg/day
Step 2	Asthma symptoms not well-controlled or ≥3 exacerbations per year.	Low daily dose ICs for 3 months.	200 mcg/4-6 hours prn	200 mcg/day
	wheezing episodes occur frequently (6-8) months.			
Step 3	Asthma diagnosis, and not well-controlled on low dose ICS	Double Low daily dose ICs	200 mcg/4-6 hours prn	400 mcg/day
Step 4	Not well-controlled on double ICs	Higher dose or more frequent dose ICs	200 mcg/4-6 hours prn	800 mcg/day

الفصل الرابع

غاز نتريك أكسيد (NO)

المزفور

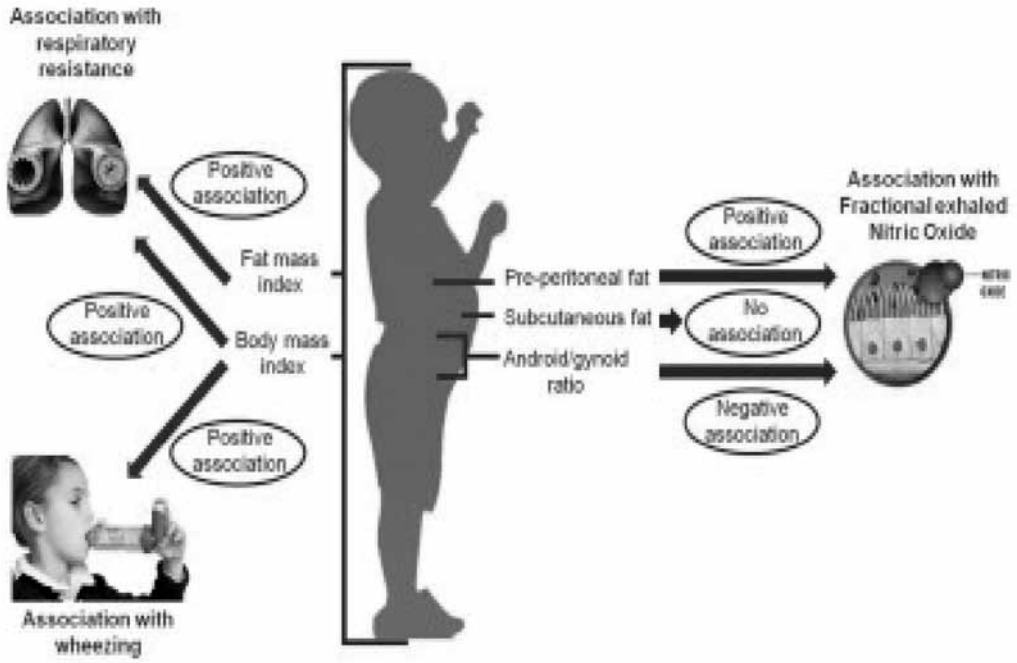
غاز نتريك أكسيد (NO) المزفور

- يُعدُّ قياس NO الجزئي المزفور (F_ENO) طريقةً غيرَ باضعةٍ وآمنةً وبسيطةً (شكل رقم ١٠) لقياس شدّة التهاب الطرق الهوائية. كما أنّه يفيد في الربو للوصول إلى التشخيص ومراقبة مطاوعة المريض للأدوية الموصوفة والتنبّؤ بالهجمات القادمة.

- من المهمّ إدراكُ أنّ تشخيصَ الربو سريريٌّ وأنّ الـ F_ENO ليس مشخِّصاً للربو، كما أنّ القيمة الطبيعية لـ F_ENO لا ينفي الإصابة بالربو.

- قد يكون F_ENO منخفضاً في الربوولا يكون السبب في ذلك كثرةُ الحمضات في الطرق الهوائية.

- إنّ لـ F_ENO فائدةً في التنبُّؤ بالاستجابة للستيروئيدات حتّى عند غياب الحمضات في فحص القشع.



شكل رقم (١٠)

الاستطبابات:

تتضمّن استطبابات استخدام F_ENO الحالات الآتية:

- تقييم السعال والوزيز والزلة التنفسية.
- يُشخِّصُ النمط المحبّ للحمضات من الربو.
- تقييم الاستجابة المحتمَلة للعوامل المضادّة للالتهاب وبشكلٍ خاصّ الستيروئيدات القشرية الإنشاقية (ICS).
- وضْعُ قيمةٍ مرجعيةٍ لـ F_ENO لدى المريض خلال فترةٍ ما من استقرار حالته من أجل المراقبة اللاحقة للربوالمستمرّ المزمن.
- لتكونَ دليلاً مرشِداً في تغيير الأدوية المضادّة للالتهاب أثناء العلاج.
- لتقييم فيما إذا كان لالتهاب الطرق الهوائية دورٌ في ضعف السيطرة على الربو، وخاصّةً عند وجودِ عواملَ مؤثّرةٍ أخرى (مثل التهاب الأنف والجيوب - القلق - الجزر المعدي المريئي - البدانة - التعرُّض المستمرّ للمؤرِّجات).

عملية القياس:

- يُظهرُ قياس F_ENO ارتفاعاً عند تناول الأطعمة الحاوية على النترات مثل الخس، بينما قد ينخفضُ بشكلٍ عابرٍ عند شرْب الماء أوالقهوة أوتدخين السجائر. لذلك ينبغي على المريض أنْ يمتنع عن التدخين وعن الطعام والشراب لمدّة ساعةٍ كاملةٍ قبل قياس F_ENO. يمكنُ أنْ يؤدّي الإنتان الفيروسي للطرق التنفسية العلوية والسفلية إلى ارتفاع مستوى F_ENO وعندها يؤجَّل القياس لحين التعافي إنْ أمكن.
- تتطلّب الأدوات المستخدَمة في قياس NO المزفور أنْ يأخذَ المريضُ شهيقَه بشكلٍ كاملٍ عبر الأداة (أداة القياس) بحيث يتمّ سحْب NO من المحيط، ثمّ يزفرُ المريضُ داخل الأداة التي تؤمِّنُ مقاومةً بمقدار 5 سم ماء لتساعدَ في غلق الغشاء (الشراع) وبالتالي منْع أوالتقليل قَدْرَ الإمكان من مساهمة الأنف في عيّنة الغاز المزفور (NO الأنفي أكبر بكثير من NO الطرق التنفسية السفلية).
- تُعطي أداة القياس إشاراتٍ سمعيةً وبصريةً لتساعدَ في تحقيق جريانٍ زفيريٍّ ثابت.

- إنّ عيّنةً وحيدةً معتبَرةً مقبولةٌ من أداة القياس تُعَدُّ كافيةً.

تفسير النتائج:

الجدول (4): استخدام F_ENO في تقييم السعال والوزيز والزلة التنفسية:

الأعراض موجودة منذ 6 أسابيع أو أكثر	
- التهاب الطرق الهوائية بالحمضات مستبعَد. - ينبغي الأخذ بعين الاعتبار وجودَ تشخيصٍ آخر. - من المستبعد أن يستفيد المريض من ICS.	$F_ENO < 25$ ppb (عند الأطفال < 20 ppb)
- يمكن تفسير هذه النتيجة على أنّها التهاب طرق هوائية بالحمضات لكن بشكلٍ حذِرٍ وغير قطعيّ. - ينبغي أخْذ السير المرضي بعين الاعتبار. - مراقبة التغير في قيمة الـ F_ENO مع مرور الوقت. - ينبغي أخْذ المتغيرات كالبنية التأتبية والتدخين بعين الاعتبار.	F_ENO 25-50 ppb (عند الأطفال 20-35 ppb)
- هناك التهاب طرق هوائية بالحمضات. - من المحتمل جدّاً أنْ يستفيد المريض من الـ ICS.	$F_ENO > 50$ ppb (عند الأطفال > 35 ppb)

ppb: part per billion.

الجدول (5): استخدام F_ENO في المراقبة (لدى المرضى الذين شُخِّصَتْ إصابتهم بالربو):

الأعراض غائبة	الأعراض ما تزال موجودة	
- جرعة الـ ICS كافية. - مطاوعة المريض جيّدة. - ينبغي الأخْذ بعين الاعتبار البدء بتخفيض جرعة الـ ICS تدريجياً.	- ضعْ تشخيصاً آخر بعين الاعتبار. - من المستبعد أنْ يستفيد المريض بزيادة جرعة الـ ICS.	$F_ENO < 25$ ppb (عند الأطفال 20 < ppb)
- جرعة الـ ICS كافية. - مطاوعة المريض جيّدة. - ينبغي مراقبة التغيرات في قيم F_ENO.	- وجود تعرُّض مستمرّ للمؤرِّجات. - عدم كفاية جرعة الـ ICS. - ضعف مطاوعة المريض (عدم التزام بالعلاج). - وجود مقاومة للستيروئيدات.	F_ENO 25-50 ppb (عند الأطفال 20-35 ppb)
- قد يؤدّي سَحْبُ الـ ICS أو تخفيضُ جرعتِهِ إلى النكس. - ضعف مطاوعة المريض أوسوء استخدام أداة الإنشاق (البخاخ).	- وجود تعرُّضٍ مستمرٍّ للمؤرِّجات. - ضعف مطاوعة المريض أو سوء استخدام أداة الإنشاق (البخاخ). - عدم كفاية جرعة الـ ICS. - وجود خطر حدوث هجمات حادّة. - وجود مقاومة للستيروئيدات.	$F_ENO > 50$ ppb (عند الأطفال 35 < ppb)

الفصل الخامس

اختبـــار الجهـــد التنفـــسي

الباب الأول:

اختبار الجهد القلبي الصدري

Cardiopulmonary stress testing

الاستطبابات:

اختبار الجهد القلبي الصدري شكل رقم (١١) يستخدم لـ :

١) تقييم الزلة التنفسية والتي لا تتناسب مع موجودات اختبارات وظائف الرئة المستقرة.

٢) تقييم خطورة العمل الجراحي عندما تكون وظائف الرئة غير كافية أوفي حال كان العمل الجراحي متضمنا لاستئصال قطع رئوية.

٣) تقييم نسبة العجز من الناحية الصدرية.

٤) تشخيص الربو المحرض بالجهد .

٥) تقييم العلاج.

شكل رقم (١١)

مضادات الاستطبابات:

مضادات الاستطباب المطلقة تتضمن خناق الصدر غير المستقر، تضيق الصمام الأبهري، ارتفاع الضغط غير المضبوط، الربوغير المضبوط، نقص الأكسجة (SaO2<85% على الراحة)، الترفع الحروري.

مضادات الاستطباب النسبية تتضمن ارتفاع الضغط، وجود مرض قلبي، الصرع، وجود ضعف حركي (عدم القدرة على إجراء الاختبار).

تحضير المريض:

يجب ضبط عيار جهاز قياس الحجوم ومحلل الغازات. يجب على المريض عدم تناول وجبة دسمة قبل الاختبار ب ١-٢ ساعة. كما يجب أن يلبس ملابس خفيفة مريحة وأحذية رياضية. في حال الشك بوجود تشنج قصبي محرض بالجهد، يجب إيقاف الأدوية كما في اختبار الميتاكولين. نصل المريض إلى مونيتور ونراقب تخطيطه. نستخدم قناع محكم الإغلاق أومزود بقطعة أنفية أوفموية لتزويد المريض بالأوكسجين عند اللزوم. ونضع للمريض جهاز لقياس الضغط وجهاز لقياس الأكسجة.

كيفية إجراء الاختبار:

اختبار الجهد القلبي الصدري هو وسيلة لقياس الاستجابة الكاملة للجهاز التنفسي، القلبي الوعائي، والعضلي الهيكلي للجهد المزداد بشكل ثابت. الاختبار يجرى بوساطة دراجة هوائية مزودة بجهاز لقياس الجهد أو بوساطة جهاز تدويس. تؤخذ القياسات على الراحة ل ٣-٥ دقائق. يزاد الجهد المبذول من قبل المريض بشكل متزايد بحيث يصل حده الأقصى في ٨-١٢ دقيقة. الاختبار يستمر حتى حدوث الأعراض (زلة شديدة، ألم صدري، غشي، شحوب، عدم القدرة على التدويس أو المشي على الجهاز) أو إيقاف الاختبار من قبل الفريق الطبي لأحد الأسباب التالية: تغيرات تخطيطية، انخفاض في الضغط الانقباضي أو الانبساطي أكثر من ٢٠ ملم زئبقي، ارتفاع الضغط الانقباضي أكثر من ٢٥٠ ملم زئبقي، ارتفاع في الضغط الانبساطي أثر من ١٢٠ ملم زئبقي، انخفاض شديد بالأكسجة (< ٨٠%) ، أوفي حال الوصول للحد الأعلى المسموح لضربات القلب.

تفسير النتائج:

يتم تقييم قدرة تحمل المريض للجهد عن طريق تقييم قبط المريض الأعظمي للأوكسجين (VO2 peak) حيث أن القيمة الطبيعية المتوقعة للعمر تحدد حسب العمر، الجنس، والوزن،ومعدل ضربات القلب الأعظمي تحت أو مثل المعدل المتوقع الأعظمي شكل رقم (١٢)

الاختبار الطبيعي يعرف بكون قيمة الـ VO2 الأعظمية طبيعية وعندما تكون قيمة الـ VO2 تحت الـ١٥ مل/ دقيقة / كغ فهذا يدل علو وجود عجز أو اضطراب تنفسي.

شكل رقم (١٢)

الباب الثاني:

اختبار المشي لـ ٦ دقائق

Six – Minute Walk Test

وهو اختبار يساعد في تقييم السعة الوظيفية لدى المرضى الذين لديهم اضطرابات قلبية وتنفسية.

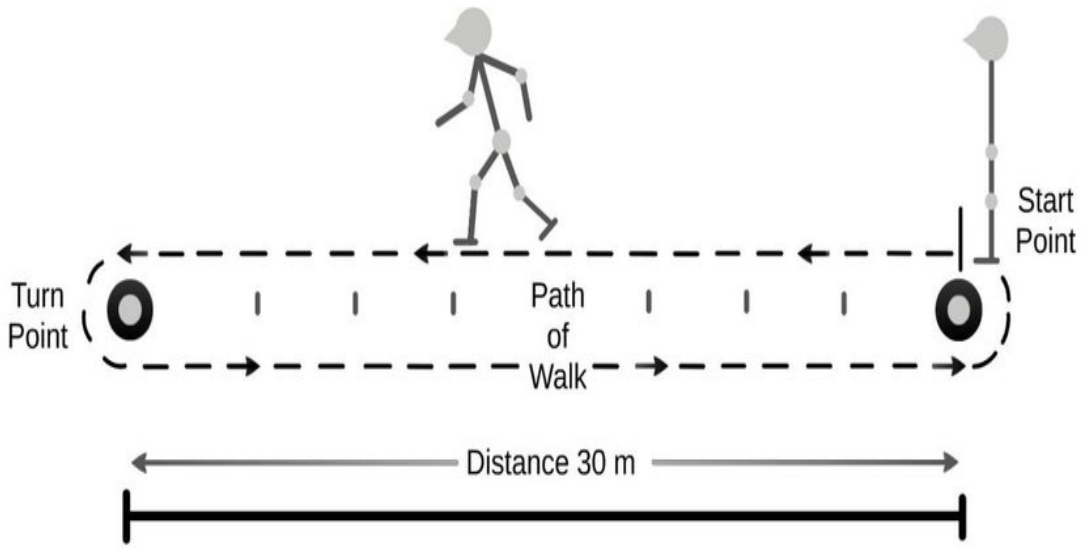
يتم توجيه المريض للمشي بخط مستقيم (١٠٠ قدم) مع السماح له بالتوقف للراحة مع المتابعة عند القدرة على ذلك شكل رقم ١٣ .

وفي حال توقف المريض يجب أن يحسب الوقت الضائع.

الهدف الأساسي هوبلوغ المسافة المطلوبة (مسافة تعادل المشي لـ ٦ دقائق). ويتم تقدير نسبة الاشباع الشرياني عن طريق pulse oximetry كما يتم تقييم حدوث الزلة التنفسية والتعب خلال الاختبار.

- ازداد مؤخراً استعمال هذا الاختبار كوسيلة سريرية خاصة بعد توافر قيم معيارية متوقعة للأداء الطبيعي مع الحدود الدنيا.
- الحد الأدنى الهام سريرياً MCID لـ ٦ دقائق مشيهو٣٠ متر عند مرضى – COPD .PAH – IPF

شكل رقم (١٣)



الاستطبابات:

١- تقييم درجة تحمل الجهد (السعة الحيوية).

٢- لتقييم ومقارنة الحالة قبل وبعد أي إجراء تداخلي (تبديل دواء- جراحة – زرع).

مضادات الاستطباب المطلقة والنسبية:

أولاً – المطلقة:

١- احتشاء عضلة قلبية.

٢- خناق صدر غير مستقر.

٣- لانظيمات غير مضبوطة تسبب أعراض أوعدم استقرار هيموديناميكي.

٤- التهاب شغاف قلب فعال.

٥- التهاب عضلة قلبية / التهاب تامور حاد.

٦- تضيق أبهري عرضي شديد.

٧- قصور قلب غير مضبوط.

٨- احتشاء رئوي حاد أوصمة رئوية حادة.

٩- ربوغير معالج.

١٠- خثار طرفين سفلي.

١١- شك تسلخ أم دم.

١٢- وذمة رئة.

١٣- $Spo_2 < 85\%$ في هواء الغرفة أوأثناء الراحة.

١٤- قصور تنفسي حاد.

١٥- تبدل حالة عقلية لا يساعد المريض على التعاون.

١٦- أي مشكلة حادة قد تعيق أداء الاختبار أوتزداد سوءاً به مثل (قصور كلية – عاصفة درقية – إنتان).

مضادات الاستطباب النسبية:

١- تضيق على حساب الجذع الرئيسي الاكليلي.

٢- تضيق صمامي بشكل متوسط.

٣- ارتفاع توتر شرياني شديد غير معالج أثناء الراحة.

(Bp 200 mm Hg: Systolic , 120 mm Hg: diastolic)

٤- لانظيمات تسارعية أوتباطؤية.

٥- حصار حزمة أذينية بطينية عالي الدرجة.

٦- اعتلال عضلة قلبية ضخامي.

٧- ارتفاع توتر رئوي هام.

٨- حمل بمرحلة متقدمة أوحمل مختلط.

٩- اضطراب شاردي.

١٠- مشاكل عظمية تمنع المشي والأداء الصحيح.

تحضير المريض:

١- ارتداء ملابس واسعة مع أحذية مخصصة للمشي.

٢- استخدام بعض الوسائل المساعدة.

٣- الامتناع عن الجهد الشديد قبل ساعتين من بدء الاختبار.

٤- في حال تكرار الاختبار يجب تكراره بنفس اليوم لتقليل التغيرات التي تحدث بين الأيام.

٥- إجراء وظائف رئة قبل الاختبار إن أمكن.

٦- الأوكسجين: يعطى الأوكسجين حسب ما تقتضيه حالة المريض وحسب رأي الطبيب المعالج وفي حال تم إعطاؤه فيجب أن يبقى بتركيز ثابت خلال الإجراء ولا يعدل وفي حال كان من الضرورة تعديله فيجرى ذلك كاختبار منفصل عن اختبار 6mwt مع فترة لراحة على الأقل لـ ١٥ دقيقة بعد التعديل وقبل الاختبار.

٧- الأدوية تعطى حسب اللزوم.

٨- قبل إجراء الاختبار يجب الانتباه لـ spo_2 خلال الراحة – معدل ضربات القلب – ضغط الدم – الزلة التنفسية الحدية – التعب.

التوصيات المعيارية للمريض:

- الهدف من الاختبار هو المشي قدر الإمكان لـ ٦ دقائق.
- سوف تمشي على طول الطريق بين نقطتين بقدر ما تستطيع خلال ٦ دقائق.
- سوف أسمح لك بمعرفة الوقت كلما مرت دقيقة وبعد مرور ٦ دقائق سوف أطلب منك التوقف.
- يعتبر ٦ دقائق مسافة طويلة للمشي وقد تجهد نفسك لذلك يسمح لك بتخفيف سرعتك أو التوقف وأخذ الراحة إن احتاج الأمر ذلك لكن حاول العودة إلى الاختبار عندما تستطيع.
- تذكر أن الهدف هو المشي لـ ٦ دقائق قدر الإمكان لذلك لا تركض ولا تهرول.
- هل لديك أسئلة أخرى ؟

إيقاف الاختبار:

- فيما مضى كان قياس نسبة الإشباع الشرياني ومراقبة المريض أثناء الاختبار أمر خياري يترك للطبيب.
- بعد توصيات ATS/ERS 2014 وجد أن انخفاض spo_2 تحت ٨٠% يعد استطباب لإيقاف الاختبار ولذلك أصبحت مراقبة نسبة الإشباع الشرياني أساسية أثناء الاختبار.
- يعد الاختبار منهكاً للمرضى المضعفين ولذلك فإن التوقف عندما تكون $spo_2 < 80\%$ يعد أمراً منطقياً حرصاً على سلامة المريض مع السماح بالمتابعة عند تحسن الأكسجة أكثر من ٨٥% بعد التوقف والمتابعة بنفس الوقت الذي توقف عنده المريض.

قد نوقف الاختبار لعدة أسباب أخرى منها:

- الألم الصدري، زلة تنفسية غير محتملة، آلام عضلية في الساقين، تعرق غزير، شحوب.
- وفي حال توقف الاختبار لأي سبب يجب على الطبيب الفاحص قياس ضغط الدم الشرياني، النبض، spo_2 مع تقييم المريض عند اللزوم وتطبيق الأوكسجين إن دعت الحاجة.

تكرار الاختبار:

في حال توقف الاختبار لأي سبب يوصى بإعادته بعد فترة راحة لـ ٣٠ دقيقة مع عودة قيمة spo_2والنبض إلى الحدود التي كانت عليها قبل الاختبار وقبل الإعادة.

بعض العبارات التحفيزية للمريض:

يعتبر اختبار المشي لـ ٦ دقائق خاضعاً لتأثير الفاحص على المريض ولذلك يستطب إجراء تشجيع للمريض على المتابعة كل دقيقة.

لتقليل من تأثير الفاحص:

١- الدقيقة الأولى: أنت تبلي حسناً - لديك ٥ دقائق.

٢- الدقيقة الثانية: استمر عمل جيد - لديك ٤ دقائق.

٣- الدقيقة الثالثة: أنت تبلي حسناً قطعت نصف الاختبار.

٤- الدقيقة الرابعة: واصل – عمل جيد تبقى لك دقيقتان فقط.

٥- الدقيقة الخامسة: أنت تبلي حسناً - لديك دقيقة واحدة فقط.

٦- الدقيقة السادسة: توقف من فضلك.

في حال توقف المريض خلال الاختبار يوصى بمتابعة الاختبار عندما يصبح المريض قادراً ونذكره بهذا الأمر كل ٣٠ ثانية عندما ترتفع spo_2لأكثر من ٨٥%.

المسافة الكلية المقطوعة خلال ٦ دقائق هي نتيجة الاختبار البدئية.

ويجب تسجيل أخفض قيمة للنبض والأكسجة مع نهاية الاختبار.

يجب قياس ضغط الدم بعد الانتهاء من المشي ويجب أن يعاد تقييم التعب والزلة التنفسية باستخدام مشعر Brog.

تفسير الاختبار:

يجب أن تقارن النتائج مع القيم الوسطية المتوقعة الطبيعية ومع أخفض قيم طبيعية مسجلة ضمن الدراسات المرجعية المجراة على الناس.

كما يجب أن يقارن مع اختبار قديم في حال توافره.

Bibliography

1- **Making Sense of Lung Function Tests, Second Edition Paperback – 16 Sep 2016** by Jonathan Dakin , Mark Mottershaw , Elena Kourteli
2- **Overview of pulmonary function testing in adults – 2020 Author: Meredith C McCormack, MD, MHS ; Section Editor: James K Stoller, MD, MS ; Deputy Editor:vHelen Hollingsworth, MD**
3- **Lung Pathophysiology &PFTs , AAAA 2014 Annual Meeting , by Mark F Sands,MD.**

UNITED
PHARMA
Partners for Better Health