المحاضرة التاسعة

تطور المعايير التنفسية

أهداف المحاضرة

يتعرف الطالب من خلال المحاضرة على التغيرات التي تطرأ على التنفس

خلال الراحة والمجهود المستقر والطويل المدة

التعرف على التهوية الرياضية,

التعرف على تكيف استهلاك الأكسجين مع مختلف شدات المجهود

التعرف على الدين الاكسجيني والسعة الهوائية

المعايير التنفسية وكيفية تطويرها

1- التغيرات فى تنفس اللاعب عند القيام بمجهود رياضى:

عند القيام بمجهود رياضى عامة فان سرعة التنفس تزداد ولكن هذه الزيادة تختلف من فرد الى اخر, وفى الفرد الواحد تختلف حسب هذا المجهود وكذالك فترة اداء المجهود.

1-1- التغيرات عند القيام بمجهود متوسط ولمدة طويلة:

يحدث هذا في سباق الجرى للمسافات الطويله , فنجد ان معدل التنفس يزداد فى الفتره الاولى من السباق ثم يقل معدله بعد ذلك ويظل منتظما على هذا المعدل لفترة زمنيه , وتسمى هذه الفتره بالفتره المنتظمه او الفتره الثابته, ولكي يصل الفرد الى هذه الفترة ياخذ حوالى خمس دقائق من بداية قيامه بالمجهود, وفى هذه الفترة يقوم الجسم بتنظيم نفسه من حيث تبادل الاكسجين وثانى اكسيد الكربون من والى الدم عن طريق الرئتين, وكذالك من والى الدم عن طريق العضلات والخلايا . ولكن يصل الفرد الى ما يسمى بالفتره الثابته او الفترة المنتظمه يجب ان يحدث تكييف فسيولوجي لاجهزه الجسم المختلفه والتى تعمل كوحدة واحدة لتسطيع اداء المجهود البدنى, وسرعة الوصول الى ما يسمى بالفترة الثابته تتوقف الى حد ما علي كفائة وتدريب اللاعب.

1-2التغيرات التى تحدث للاعب فى الفترة الثابتة: وهي

_1نقص سرعة التنفس عما كانت عليه في الفترة الاولي من القيام بالمجهود الرياضى مع سهولة التنفس وعدم وجود ضيق فيه.

_2تقل درجة استهلاك العضلات للاكسجين.

_3تقل وتنظم نبضات القلب عما كانت عليه فى الفتره الاولي من القيام بالمجهود الرياضى.

_4تصبح العضلات فى حالة منتظمه ولا يشعر اللاعب بآلام عضلية.

التغيرات فى التنفس عند القيام بمجهود شاق او عنيف ولفترة زمنيه قصيرة:

يحدث هذا فى سباق الجرى لمسافات قصيرة او فى سباحة المسافات القصيرة , فنجد ان معدل التنفس يزداد ولا يعود الى معدلة الطبيعى الا بعد فترة من الوقت من نهاية المجهود الرياضى , وسبب ذلك انه فى حالات المجهود العنيف لوقت زمنى قصير لا يمكن للزيادة فى معدل للتنفس من ان تزود العضلات بالاكسجين اللازم للقيام بمثل هذا المجهود فى الفتره الزمنية القصيرة "100متر فى 10 ثوان" ولكن الجسم يتحايل على هذا النقص فى الاكسجين الواصل من الرئتين الى الدم , وذلك باستهلاك جزء من اوكسجين العضلات الموجود فى هيموجلوبين العضلات يتجمع حامض اللاكتيك فى تلك العضلات والتى تحتاج بعد الانتهاء من المجهود الى الحصول على الاوكسجين من الدم للتخلص من الحامض المتجمع بها.

وعلي هذا نجد ان كميه الاكسجين اللازم للمجهود الشاق السريع اكثر مما يمكن ان يحصل عليه الفرد فى الوقت الزمنى المخصص لهذا المجهود , والفرق فى كميه الاكسجين المطلوبة للمجهود وكميه الاكسجين التى حصل عليها الفرد من الجو مع التنفس اثناء هذا المجهود يسمى بالدين الاكسجيني Oxygen Depts.وهذه الكمية تستدان من هيموجلوبين العضلات اثناء الاداء الرياضى , ويقوم الفرد بعد انتهاء الاداء الرياضي بتعويض هذه العضلات بما استدانه من اكسجين , وذلك عن طريق التنفس . وهذا ما يفسر استمرار زيادة سرعة التنفس لفترة بعد الانتهاء من القيام بالمجهود الرياضي وعلى هذا فمقدرة الراضي على القيام برياضة شاقه ولفترات مختلفه تختلف من رياضى الى اخر , وتتوقف هذه المقدره على عاملين:

-1اقصى كمية اكسجين يمكن للفرد ان يمتصها من الرئتين الى الدم فى الدقيقه , وهذا يتوقف على الجهاز التنفسي والجهاز الدورى والدم.

-2اقصى كمية دين اكسجيني يمكن للفرد ان يحصل عليها.

وكل من هذين العاملين يمكن ان يزداد بالتدريب.

2- معدل التنفس بين الراحة والمجهود الرياضي:

هو عدد مرات التنفس في الدقيقة الواحدة ويبلغ معدل التنفس في الدقيقة لدى الإنسان (20-12) مرة /دقيقة تقريبا، في حين يقول بعض الباحثون إلى ان معدل التنفس في الحالات الطبيعية يبلغ مابين 15-20 دورة تنفسية / دقيقة ، وتتعلق قيمة معدل التنفس بعمر الشخص وجنسه وحجمه ووزنه وبعوامل داخلية وخارجية منها حالة الشخص والتبادل الغذائي عنده والحالة النفسية ، وتعد عملية التنفس عملية تبادل الغازات التي يتم فيها إيصال الأوكسجين إلى خاليا الجسم للاستفادة منه ، والتخلص من ثاني أكسيد

الكربون بنقله من الخلايا إلى العضو الذي يقوم بطرده إلى الخارج ، وتعد عملية التنفس عملية غير إرادية ولكن بإمكان الإنسان أن يتحكم بحركاته التنفسية ويوقف التنفس مثلًا لفترة معينة على أن **لا** تكون هذه الفترة طويلة وهناك عاملان يقومان بتنظيم سرعة وعمق الحركات التنفسية وينظمان كمية الأوكسجين التي تصل إلى الخلايا وسرعة تخلص الخلايا من ثاني أكسيد الكربون ، وهذان العاملان هما التحكم العصبي والتحكم الكيميائي, كما اشار العلماء إلى أن سرعة التنفس تعد أحد المتغيرين الأساسين في زيادة أو نقصان التهوية الرئوية فضالاً عن حجم التنفس ، إذ يؤدي زيادة هذين العاملين معاً أو زيادة أحدهما إلى زيادة التهوية الرئوية ، ويبلغ عدد مرات التنفس في الدقيقة الواحدة في أثناء الراحة (12-20 دورة /بالدقيقة ، ويرتفع إلى (60-50) دورة /دقيقة خلال المجهود الرياضي

3-التهوية الرئوية والتدريب الرياضي-:

التهوية الرئوية هي حجم هواء التنفس في الدقيقة مضروبا في عدد مرات التنفس في الدقيقة "وتتم خلال عمليتين هما الشهيق والزفير وهما عمليتان منتظمتان لتنبيهات عصبية نتيجة تغيرات في الضغط ونشاط عضلي، وتعتمد على ثالثة عوامل :

1 - عمق التنفس (حجم الهواء للنفس العادي)

2- معدل التنفس.

3-حجم الفراغ الميت.

و توجد فروق كبيرة في حجم التهوية الرئوية خلال الراحة مقارنة بالمجهود الرياضي ، تختلف أثناء الراحة تبعاً لحجم الجسم واختلاف حجم التنفس العادي ومعدل التنفس، ويعتبر من الأسباب المؤدية إلى فرط التهوية أثناء قيام الجسم بحركات لافعالة للأطراف, حيث يتم تنبيه المستقبلات الحسية العميقة في المفاصل بإرسالها دفعات لاستثارة مركز التنفس والدماغ ومن ثم بإرساله تنبيهات إلى العضلات المتقلصة لاستثارتها فضلاً عن نقص الأوكسجين وزيادة ثاني اوكسيد الكربون في العضلات. " إنَّ الاستخدام الاكبر لكمية الأوكسجين من قبل الفرد يعد مقياساً مهماً للعمليات الفسلجية "ويمتاز الفرد المتدرب بتهوية رئوية اقل من غير المتدرب ، لان أداؤه يتصف بالاقتصادية من الناحية الفسيولوجية، ويصل الحد الاقصى للتهوية الرئوية الى 180 لتر/ د للرجال ، اما للسيدات 130 لتر/ د , وعند زيادة السرعة ووصلت التهوية القصوى إلى حد 100 لتر/د, وبذلك تزداد الاسطح التنفسية بمشاركة الاسناخ الرئوية التي لم تكن تشارك في عملية التنفس خلال الراحة وزيادة كمية الدم المار في الاوعية الشعيرية اثناء المجهود الرياضي، فالعودة الى معدلتها الطبيعية اثناء الراحة بعد المجهود البدني هو تفسير النظرية

التي تعتمد على ان تنظيم التنفس يعتمد على التوازن الحامضي القاعدي والضغط الجزيئي لـ CO2 ودرجة حرارة الجسم.

4- تطور المعايير التنفسية

يتكون المكافئ التنفسي للأكسجين من 20 إلى 26 لدى البالغين الأصحاء عند مستوى سطح البحر، ومن الضروري تهوية ما بين 20 و 26 لترًا من الهواء لاستهلاك 1 لتر من الأكسجين، ويرتفع المكافئ التنفسي للأكسجين في بداية التمرين بين 30 و 40 (فرط التنفس) لينخفض بين 20 و 26 لجهد بدني نسبته من 50-60٪ من الحجم الأقصى للأكسجين ويزيد خطيًا مع شدة الجهد عند هذا الحد الذي هو عتبة 2 مليمول / لتر من اللاكتات حتى قيمة بين 30 و 40 بأقصى جهد. يعتمد مستوى التهوية الرئوية المقاس على غازات الزفير (التهوية الخارجية) على الحاجة إلى التخلص من ثاني أكسيد الكربون بدرجة أكبر من جلب الأكسوجين. أثناء الجهد ، يعتمد حفظ الحموضة (PH)على المحافظة على الضغط الجزئي لثاني أكسيد الكربون في الدم الشرياني ، وبالتالي التخلص الرئوي من ثاني أكسيد الكربون الناتج على المستوى العضلي. تنقل المعلومات عن طريق المستقبلات الكيميائية للشرايين.

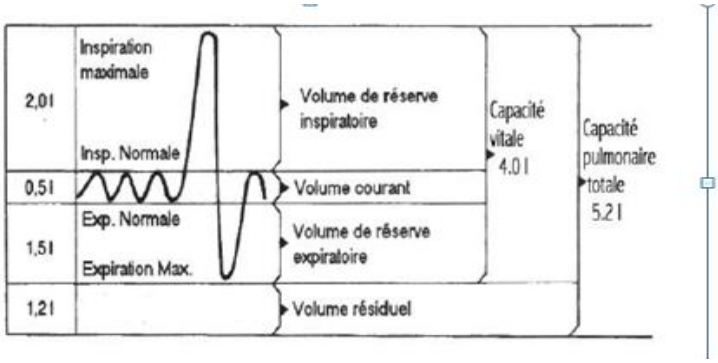
تصل التهوية الخارجية لشخص سليم إلى 120 لترًا / دقيقة ، علاوة على ذلك ، فإن أي زيادة في حجم الاكسجين عن طريق زيادة التهوية الخارجية لن تؤدي إلا إلى تلبية الاحتياجات الإضافية لعضلات الجهاز التنفسي ولن يتم استخدامها في الأطراف. ويصل متوسط الكلفة التنفسية إلى4 ٪ في حالة الراحة وكذلك بالنسبة للجهد المعتدل، ويمكن أن تصل إلى ما يقارب 10 ٪ عند الجهد المكثف للغاية.

تعتمد فعالية التهوية الخارجية على الحجم الذي يشارك في التبادلات الغازية مقارنة بتلك التي تقوم بتهوية الفضاء الميت، يترجم هذا المؤشر بالعلاقة بين حجم الحيز الميت / نسبة حجم الهواء الجاري ، أي vd / vt ، وكلما انخفضت هذه النسبة ، زادت فعالية التهوية الخارجية وأقرب إلى التهوية الحويصلية.

عند الفرد العادي في حالة الراحة ، يتراوح vd / vt بين 0.25 و 0.35 ، وينخفض أثناء المجهود بين 0.20 و 0.25 لأن حجم الهواء الجاري يزيد نسبيًا مقارنة بحجم المساحة الميتة.

عند الفرد العادي ، المكافئ التنفسي لثاني أكسيد الكربون ، أو نسبة VE / VCO2 هو 22.1 لتر، لذلك، هناك حاجة إلى 22.1 لترًا من التهوية الخارجية الإضافية للتخلص من لتر إضافي من ثاني أكسيد الكربون. يتم التحقق من هذه العلاقة حتى 75٪ من الحد الأقصى للأكسوجين (عتبة لاهوائية احتمالية)، ففوق ذلك تنخفض الحموضة وتحفز ارتفاع التهوية الخارجية التي تحدد انخفاضًا في الضغط الجزئي لثاني أكسيد الكربون الشرياني يصل إلtorr 25 بأقصى جهد. في هذا المستوى المكثف للغاية ، يساهم

إنتاج الكاتيكولامينات وزيادة درجة الحرارة الأساسية وضغط الجهد في فرط التنفس ، أين ترتفع التهوية الخارجية أسرع من حجم ثاني أكسيد الكربون مما يسمح لمكافئ الجهاز التنفسي لثاني أكسيد الكربون بالوصول عند الجهد الأقصى إلى نسبة قريبة من 32 ، أي 32 لترًا من الهواء لتهوية 1 لتر من ثاني أكسيد الكربون.



شكل رقم26 يبين قيمة السعة الهوائية الإجمالية

يستطيع فرد معافى صحيا الزيادة في التهوية الخارجية الى غاية 70-75% من التهوية القصوى في الدقيقة والتي تساوي 35× الحجم الاقصى للزفير في الثانية.

ومخزون التهوية هو الفرق بين التهوية القصوى في الدقيقة وتهوية الزفير القصوى التي تقاس خلال المجهود البدني وهي مقدرة بحوالي 15 لتر في الدقيقة.

يقترب الهواء الجاري لشخص عادي من 6 ملل/كلغ اي 450 ملل بالنسبة لشخص يزن 75 كل، ويشمل كل من الحيز الميت التشريحي (vd) وحجم الهواء الذي يصل الحويصلات الرئوية. يقدر الحيز الميت بـ 2 ممل / كلغ أي 150 ملل بالنسبة لنفس الشخص الذي يزن 75 كلغ، ويعتبر ارتفاع الهواء الجاري أثناء المجهود البدني أول مصدر ارتفاع التهوية الخارجية، والمصدر الثاني هو زيادة التواتر التنفسي

(VE=fr×vt) يتم إجراء مفاضلة بين معدل التنفس وحجم الهواء الجاري حتى يتم ضمان التهوية السنخية وذلك لاستهلاك حد أ دنى من الأكسجين، ثم يختلف هذا الحل الوسط وفقًا للجهود ومجموعات العضلات التي تتدخل في هذا العمل، يرتفع الهواء الجاري الى غاية 60 إلى 70% من السعة الحيوية التنفسية للفرد العادي والمعافى صحيا.

تزداد المساحة التشريحية الميتة vd قليلاً أثناء الجهد البدني إلى غاية 300-350 مل ، لكن الحيز الميت / الهواء الجاري ستنخفض لأن vt ستزيد نسبيًا أكثر من vd.

يتم تهوية الجزء العلوي من الرئتين خلال الجلوس بشكل أفضل من تهوية الشخص الواقف، وتؤدي زيادة الدفع القلبي أثناء التمرين إلى ارتفاع الضغط في الشريان الرئوي وبالتالي يؤدي إلى تحسين تروية المناطق غير المروية عن طريق تجنيد شعيرات دموية قليلة التدخل سابقًا أو متوسعة جزئيًا.

هذا وتعد السعة الحيوية أحد المقاييس المهمة للحالة الوظيفية للجهاز التنفسي حيث يرتبط مقدارها بالأحجام الرئوية وكذلك بقوة عضلات التنفس وعوامل أخرى مثل الطول والوزن والعمر ووقت إجراء الفحص، ويؤكد استراند أن حجم السعة الحيوية يرتفع عند الرياضيين قياسا بالأفراد غير الرياضيين، ويستخدم الرياضي بين 60 -75% من السعة الحيوية خلال المجهودات القصوى واجريت العديد من البحوث على تقدير السعة الحيوية للرياضيين ومقارنتها بغير الرياضيين، حيث تبين أن التدريب المنظم بشكل مستمر يؤدي إلى زيادة السعة الحيوية بما يقارب 6000 – 7000 سم^3 وهناك عوامل كثيرة توثر في السعة الحيوية مثل الطول والوزن والعمر والوزن والمرض.

يكون معدل التنفس ما بين 10 و 20 دورة في الدقيقة، ويزيد حجمه أثناء المجهود أقل من حجم الهواء الجاري طالما أن الجهد المبذول أقل من 75٪ من الحد الأقصى للأكسجين، عندما يصل حجم الهواء الجاري إلى ثلثي السعة الحيوية يتم ضمان الزيادة في التهوية الخارجية من خلال تواتر التنفس. يكون معدل التنفس في نهاية الجهد عند الفرد السليم ما بين 30 و 50 دورة في الدقيقة، ويمكن أن يصل إلى 100 دورة في الجهاز التنفسي اللا تعويضي . للحصول على تهوية خارجية محددة ، كلما انخفض تواتر الجهاز التنفسي ، كانت التهوية السنخية أفضل.

إن الشخص الذي يقوم بعمل مكثف يتنفس أكثر من خلال الفم لأن مقاومة تدفق الغازات أقل من مقاومة الأنف ، ويفضل التنفس من خلال الأنف لأن الهواء سبق ترشيحه وتسخينه، وعدم التنفس عن طريق الفم فقط عندما يصبح المطالبة بالتنفس عن طريق الفم مهمًا جدًا، فبعد بلوغ 40 لترًا / دقيقة ، يضطر الفرد إلى التنفس من خلال الفم.

5- تكييف استهلاك الاوكسجين

يزداد استهلاك الأكسجين (250 مل من O2 في المتوسط) بشكل خطي مع شدة الجهد حتى حد معين حيث يستقر على الرغم من زيادة الجهد (VO2 Max) مما يعكس القوة الهوائية الفردية. يمكن لشخص السليم أن يضاعف تدفق الراحة بمقدار 10 ، بينما يمكن للشخص المدرب جيدًا أن يضاعفه بمقدار 20 أو أكثر. أبعد من ذلك ، يمكن الاستمرار في التمرين حتى الإرهاق التام بين 3 و 15 دقيقة. تمثل هذه المدة القدرة على التحمل اللاهوائية للفرد والتي يمكن زيادتها عن طريق التدريب في هذه المنطقة.

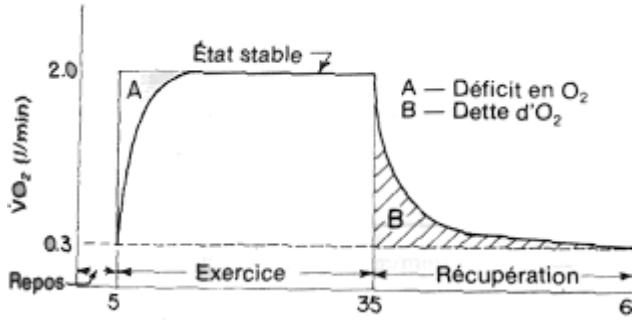
VO2 أعلى بنسبة 30٪ في التمرين الذي يتم إجراؤه مع الساقين مقارنةً بالذراعين ، لذا فإن Fc أعلى مع عمل الذراع منه مع عمل الساق بكثافة الجهد المتساوية.

من المهم أن تتذكر أنه يتم فرض عبء استقلابي وفسيولوجي أكبر عند إجراء العمل الموصى به بالأطراف العلوية.

يكون VO2 أعلى قليلاً في جهاز المشي منه في مقياس سرعة الدوران.

تعتمد الزيادة في VO2 على النتاج القلبي (HR x VES) والاختلاف الشرياني الوريدي في O2 (القدرة على استخراج O2 من الدم).

6- الدين الاكسجيني



الشكل رقم 27 مرحلة الدين الاكسجيني

يُعرَّف ديون الأكسجين بأنه زيادة الأكسجين المستهلكة خلال مرحلة التعافي بعد التمرين. إنه الفائض بالنسبة للاستهلاك عند الراحة (الاستتباب). ففي بداية أي جهد أو خلال جهد سريع وعنيف ، لا يمكن للجسم الاعتماد إلا على هذه الاحتياطيات المحلية لتوفير الطاقة للعضلة. الشعبة الهوائية لديها عطالة كبير للبدء (عدة دقائق).

بداية التمرين هو التكيف اللاهوائي والتكيف التنفسي في غضون 3 إلى 4 دقائق. يتم استعادة هذا التأخير في استهلاك الأكسجين مقارنة بالاحتياجات النظرية التي تشكلت في بداية التمرين بعد توقف الجهد بفضل استهلاك أكبر من الاحتياجات. دائمًا ما يكون تعويض الأكسجين هذا أكبر من دين الأكسجين ، لأنه يتضمن الأكسجين اللازم لآليات معينة (مثل إعادة تحويل حمض اللاكتيك).

يعد التأخير لمدة 3 دقائق ضروريًا للوصول إلى الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين لأن تأخير ظهور الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين من قبل الكائن الحي يأتي من خمول القلب والأوعية الدموية وتكيف الأنسجة مع الجهد:

- زيادة النتاج القلبي.

Ø تعديل توزيع كتلة الدم في الجسم ،

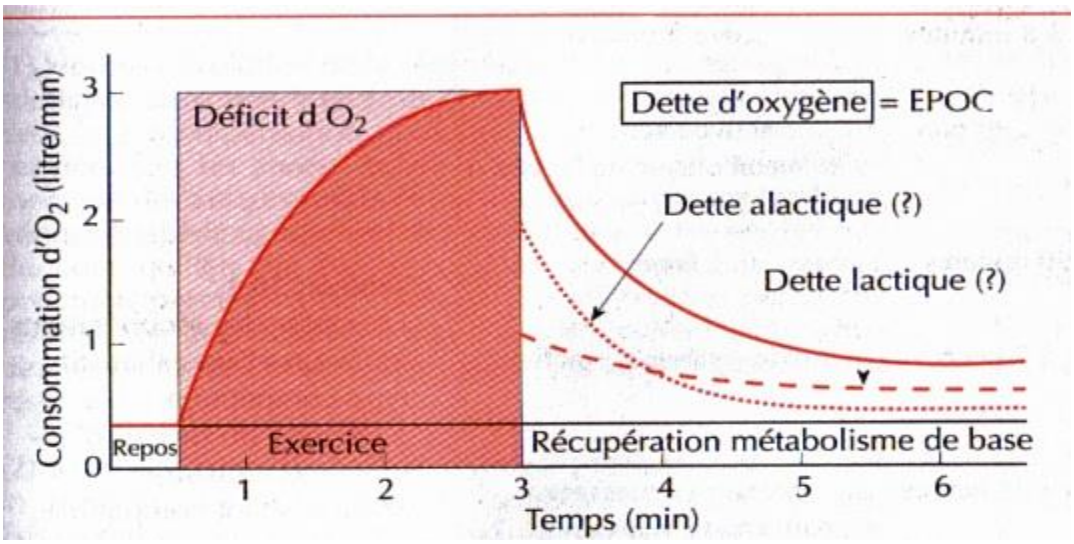
- زيادة تدفق الدم في العضلات ،

Ø تفعيل تفاعلات الأكسدة للألياف العضلية.

إذا كان وقت الاستجابة من ثلاث إلى أربع دقائق عند الشخص غير النشط ، فإنه يقترب من 90 ثانية للرياضي المدرب والهادئ.

يحدث "سداد" الدين بمجرد أن يكون الإمداد بالأكسجين أكبر من الطلب: توقف الجهد ، انخفاض الشدة ، النزول ...

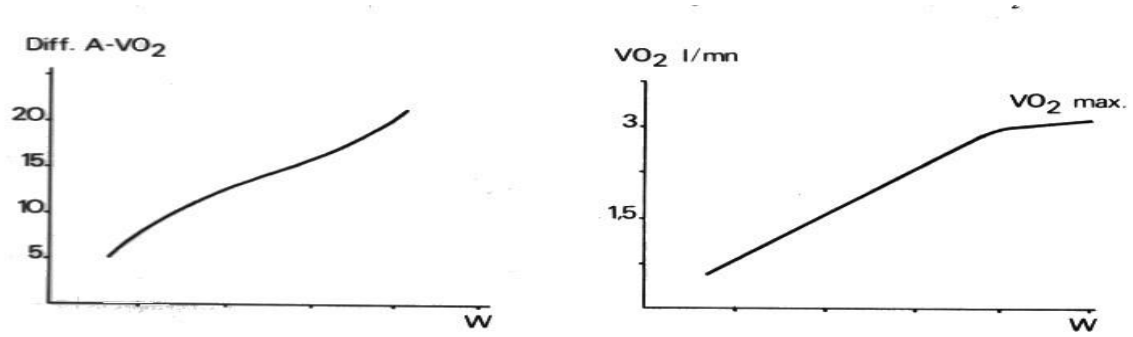
نتحدث عادة عن السداد السريع (3-2 دقائق) واللبن وهو بطيء (عدة ساعات).



شكل رقم 28 الدين اللاهوائي والدين الاكسجيني

7- تحسين الفرق الشرياني الوريدي

تأخذ العضلة خلال الراحة جزءًا من الأكسجين والمنابع التي يجلبها الدم الشرياني. أثناء التمرين ، تزيد العضلات من استخراج الأكسجين والمنابع في الدم.



Augmentation de la différence artério-veineuse et de la consommation maximale en oxygène pendant l'exercice

الشكل رقم 29 الفارق الشرياني الوريدي واستهلاك الاكسجين اثناء المجهود الرياضي

يزيد التدريب من قدرة الجسم على استخلاص الأكسجين. من 4 إلى 5 مل من O2 لكل 100 مل من الدم ، يمكن أن يتضاعف الفرق الشرياني الوريدي أثناء التمرين أربع مرات عند الرياضيين المدربين تدريباً عالياً. في الواقع ، إذا كان استخراج O2 هو 5 ٪ في حالة الراحة ، فإنه يزداد بأقصى جهد إلى 10-12 ٪ في الأفراد غير المدربين وإلى 16-18 ٪ في الفرد المدرب.

نبض الأكسجين = VO2 / Fc = Qc x (CaO2- CvO2) / Fc

تشير هذه النسبة إلى كمية O2 المقدمة في كل نبضة قلب ، أي بمعدل 16 مل من O2 / 100 مل من الدم عند الراحة.

8- أحجام وسعات الرئة:

يمكن أن تتنوع سعة حركات الشهيق والزفير ، معبئة بالتالي كميات من الهواء التي يمكن أن تختلف من بضعة مليمترات إلى عدة لترات. تعتمد أحجام الهواء المعبأة بشكل أساسي على نشاط الفرد واحتياجاته من الأكسجين. نادرا ما تكون ثابتة ومنتظمة ، إذا لا يكون أثناء النوم في بعض الأحيان. تستنشق الرئتان وتزفر أثناء التنفس العادي والهادئ حوالي نصف لتر من الهواء ، بينما عند رفع سعة حركات الجهاز التنفسي خلال التمرين البدني على سبيل المثال ، يمكن تعبئة 8 إلى 10 مرات اضافية من الهواء.

وقياس التنفس هو الاختبار الذي يقيس قدرة التنفس عند الفرد.

يمكن تحديد أربعة أحجام هواء مميزة:

- **حجم الهواء الجاري (VT) (VC باللغة الإنجليزية).**

هو مقدار الهواء الذي يتجدد خلال الدورة التنفسية العادية عندما نكون في راحة أو أثناء نشاط هادئ مثل القراءة أو أثناء المشي باسترخاء. اعتمادًا على نشاط الشخص وموضع جسده ، يتراوح من حوالي 400 إلى 600 مليلتر من الهواء. هذا هو التنفس "المعتاد" الذي لا نفعله بشكل عام بوعي والذي ينظم نفسه ببساطة وفقًا لاحتياجات الأكسجين.

- **حجم احتياطي الشهيق (IRV) :**

هو الحد الأقصى لحجم الهواء الذي يمكن استنشاقه بعد استنشاق عادي. يمكن أن يتغير من 2 إلى 3.5 لتر وفقا للبنية وقدرة الفرد أو التدريب أو درجة المرض. من المهم أن نفهم أن هذا الحجم من الهواء يشير إلى "مساحة" يمكن أن تتنوع فيها حركة التنفس. وهكذا ، في حجم احتياطي الشهيق ، يمكن للمرء أن يستنشق أو يزفر أو حتى يظل في حالة انقطاع النفس.

- **حجم احتياطي الزفير (ERV):**

يحدد الحجم الأقصى للهواء الذي يتم زفيره بعد انتهاء الزفير الطبيعي. حوالي 1 أو 1.5 لتر. في هذا الحجم من الهواء ، يمكنك أيضًا ممارسة الزفير الكامل أو الشهيق أو حتى البقاء بدون حركة تنفسية ، في انقطاع النفس.

- **الحجم المتبقي M(RV)**

هو حجم الهواء الذي يبقى في الرئتين بعد الزفير الكامل والقسري. ليس من السهل تغيير هذا الحجم ، فهو يبلغ حوالي 1.5 لتر.

وتجدر الإشارة إلى أنه على أكثر أو أقل من 6 لترات من الهواء يمكن أن تحتويها الرئتان 1.5 لتر من الهواء لا تشارك في تبادل الغازات لأنها موجودة في ما يسمى الفضاء "الميت" ، أي في مختلف المسالك التنفسية أو في مناطق الحويصلات الهوائية جيدة التهوية ولكن المروية بشكل سيئ.

السعة الهوائية الكلية للرئة (TLC):

أي حجم الهواء الذي يمكن للرئتين الاحتفاظ به في نهاية الاستنشاق الكامل للهواء ، وهو حوالي 6 لترات.

كر = (7.992 × طول القامة) - 7.081

أنثى = (6.602 × طول القامة) - 5.791

طول القامة بالأمتار.

السعة المتبقية الوظيفية:

هي حجم الغاز الموجود في الرئة والمسالك الهوائية عند المستوى المتوسط لانتهاء الزفير (= CRF VRE + VR).

السعة الحيوية البطيئة (CV): حجم الغاز المعبأ بين وضعي الاستنشاق الكامل والزفير الكامل.

السعة الحيوية القسرية (CVF): إنها تدمج الضغط الديناميكي للشعب الهوائية ويمكن أن تكون أقل من **السعة الحيوية القسرية** ، لذلك تكون CVF دائمًا في CVL. خلاف ذلك ، ينبغي اعتبار الفحص ذو نوعية رديئة.

عند الفرد العادي: CVL = CVF.

عندما يكون CVF < CVL، فهذا يعكس انسدادًا بعيدًا.

القيمة النظرية لـ CVF:

الرجل = (H × 5.757) - (0.026 × العمر) - 4.345

أنثى = (H x 4.426) - (0.026 x A) - 2.887

H = الارتفاع بالأمتار

A = العمر بالسنوات

قدرة الشهيق: (CI = VC + VRI).

أحجام الهواء القابلة للتنقل:

يمكن تعبئة ثلاثة من أحجام الهواء الموصوفة سابقًا ويمكن اجتيازها عن طريق استنشاق كامل للهواء يتم تنفيذه بعد انتهاء الزفير وبالتالي الاستنشاق بعد الزفير الكامل للهواء ، يتم قطع على التوالي مسافات حجم احتياطي الزفير (VRE) ، وحجم الهواء الجاري (CV) وأخيراً حجم احتياطي الشهيق (VRI). تمثل هذه الأحجام التراكمية المختلفة السعة الحيوية (CV) ، فهي حوالي 4.5 لتر ، وهي أكبر كمية من الهواء يمكن أن يدخل أو يخرج من الرئتين. يمكن تمثيل تطور هذه الأحجام والسعات المختلفة على الرسم البياني على النحو التالي. عند الشهيق ، يرتفع المنحنى ، وعند الزفير ينخفض:

القدرة الحيوية القسرية:

من أجل الحصول على نتائج موثوقة ، يعد التحضير الجيد للاختبار ذا أهمية حاسمة، ومن الضروري شرح كيفية العمل للرياضي بوضوح شديد. من الناحية المثالية، يتنفس الرياضي بأريحية في الجهاز أثناء توضيحاتك حتى يتمكن من رؤية منحنى معدل التدفق / الحجم على الشاشة في الوقت الفعلي.

السعة الحيوية القسرية هي زفير قسري. يجلس اللاعب ويحافظ على استقامة ظهره أثناء العمل. مشبك الأنف ليس إلزاميًا ولكنه موصى به، ومن المهم جدًا أن تحيط الشفاه بقطعة الفم الخاصة بجهاز قياس التنفس جيدًا ، حتى لا يكون هناك تسرب. إذا سمح مقياس التنفس بذلك ، يتنفس الرياضي بهدوء في مقياس التنفس، بمجرد أن يصبح الرياضي والجهاز جاهزين ، يستنشق الرياضي بعمق لملء رئتيه تمامًا ، ثم يزفر بأقصى قوة وبأسرع وقت ممكن كل الهواء من رئتيه إلى مقياس التنفس. ثم يستنشق الرياضي

بشكل كامل وإجباري من أجل الحصول على منحنى الشهيق. تتم مقارنة نتائج قياس التنفس بالقيم النظرية أو المتوقعة ، والتي يتم حسابها على أساس عمر الرياضي وجنسه وطوله.

القدرة الحيوية (البطيئة):

اختبار قياس التنفس هذا يشبه السعة الحيوية القسري، والفرق هو أن الزفير أو الاستنشاق في مقياس التنفس لا يحدث في أسرع وقت ممكن، حيث يستنشق الرياضي أولاً بعمق ثم يزفر ببطء كل الهواء من رئتيه (سعة الزفير الحيوية) أو العكس: إنه يزفر كل الهواء من رئتيه ويستنشق ببطء كامل (السعة الحيوية الشهية).

بعد اختبار قياس التنفس ، هناك دائمًا هواء متبقي في الرئتين ، حتى لو لم يعد بإمكان المريض نفخ الهواء. هذا هو الحجم المتبقي (VR). لذلك تتكون السعة الكلية للرئة (CPT) من

VF + VR (C). من المستحيل قياس هذا الحجم باستخدام مقياس التنفس، ولقياس حجم الهواء المتبقي VR هناك حاجة إلى اختبارات أكثر تعقيدًا ، مثل طريقة تخفيف الهيليوم أو مقياس.