**الجامعة المستنصرية**

**التربية البدنية وعلوم الرياضة\ماجستير**

**(التكيف و الاستجابة لجهاز التنفسي)**

محاضرات في مادة الفسلجة لطلاب الدراسات العليا / ماجستير

**معدل التنفس** [[1]](#footnote-1)

يبلغ معدل التنفس في الدقيقة الواحدة اثناء الراحة 12مرة \د (16- 18 مرة \دقيقة) وهذا المعدل ناتج من تكرار عمليتي الشهيق والزفير الذي يكفي لتجهيز الاوكسجين الضروري للقيام بالأفعال الحيوية اثناء الاداء الرياضي وذلك لزيادة غاز ثنائي اوكسيد الكاربون كنتيجة لاستهلاك الاوكسجين . وان العامل المسيطر ليس الحاجة الى الاوكسجين ولكن زيادة تركيز ثنائي اوكسيد الكاربون في الدم الذي يؤدي الى تنفس اعمق واسرع حيث يرتفع ضغط غاز ثنائي اوكسيد الكاربون الى اكثر من 40 ملم.ز فيؤدي الى تنفس اسرع مما يؤدي الى جلب كمية اكبر من الاوكسجين ليغطي الحاجة .

وقد لوحظ ان ممارسة النشاط الرياضي بصورة منتظمة تؤدي الى حدوث تغيرات **وظيفية ايجابية في الجهاز التنفسي وهذا التغيرات هي :**

1. نمو في عضلات الصدر
2. زيادة في اسطح الرئتين
3. تطوير حجم الرئتين مما يؤدي الى عمق في التنفس
4. كفاءة في عضلات الصدر مما يؤدي الى اتساع القفص الصدري فيحسن ويزيد من عملية تبادل الغازات بين الدم والحويصلات الهوائية .
5. الاقتصاد في حركات التنفس بسبب زيادة السعة الحيوية مما يؤدي الى زيادة القدرة الجسم على التهوية الرئوية القصوى الناتجة عن كبر حجم هواء التنفس في المرة الواحدة وزيادة معدل التنفس .

ان القيام باي مجهود عضلي مهما كانت درجته سيؤدي الى زيادة معدل التنفس لدى الشخص , فاذا كان هذا المجهود متوسط الشدة فان معدل التنفس سيرتفع في البداية ثم يقل . بعدها يستمر بانتظام ولفترة معينة لذلك فان التبادل الغازي سيكون منتظما داخل الجسم وعند قيام الشخص برفع الشدة لمجهود فان معدل التنفس سيرتفع مرة اخرى ثم يعود الى انظام ايضا هذا الانتظام يسمى **( الحالة** **الثابتة** ) او المنتظمة وان سرعة بلوغ هذه الحالة تدل على كفاءة الجهاز التنفسي لدى الرياضي وقدرة جسمه على التكيف الوظيفي حيث تقل عندئذ سرعة التنفس وتنتظم ضربات القلب ويكون التنفس سهلا بسب استهلاك العضلات القليل للأوكسجين.

عند اداء الجهد الرياضي تزداد سرعه التنفس , ولكن هذه الزيادة تختلف من فرد الى اخر وتختلف ايضا حسب نوع النشاط الممارس ومده ادائه , حيث يرافق ذلك عدة **تغييرات في وظائف الجهاز التنفسي اهمها[[2]](#footnote-2) :.**

التغيرات التي تحدث في الجهاز التنفسي عند القيام بمجهود **متوسط الشده ولمده طويله**

في حاله النشاط البدني المتوسط الشده كالمشي السريع لمده طويله تزداد سرعة التنفس ثم يقل معدله وينتظم لفتره معينه تسمى الفترة الثابتة , ويصل الفرد الى هذه الحالة بعد مرور 4-5 دقائق والفترة الثابتة هي الفترة الزمنية اللازمة لتكيف الجهازين الدوري والتنفسي (اي تنظيم عمليه تبادل الغازات في الرئتين وتزويد العضلات العاملة بما تحتاجه من الاوكسيجين) .

حيث **تثبت في الفترة الثابتة[[3]](#footnote-3)** :

- سرعه الدورة الدموية ,

- درجه تركيز حامض اللبنيك في الدم ,

- درجه حراره الجسم ,

يبقى الجسم في هذه الحالة ( الثابتة تقريبا ) طوال فتره النشاط مع ملاحظه تكوين **دين اوكسيجيني** قليل, وبعد انتهاء النشاط وعوده الجسم الى حالة الراحة يعوض هذا الدين حيث في هذه الفترة تزداد سرعة التنفس .

ان ثبات كميه الاوكسجين خلال الدقيقة لا تعنى وصول اللاعب الى الوضع الثابت, فقد يكون ثبات كميه الاوكسجين دليل عدم قدره اللاعب على استخلاص كميه اكبر من الاوكسجين, ويمكن التأكد من ذلك بزياده شدة المجهود فاذا ازداد معدل التنفس ليتناسب مع احتياجات النشاط الجديد هذا يدل على وصول الفرد الى الحالة الثابتة , واذا ما بقيت كمية الاوكسجين كما هي دل ذلك على ان اللاعب قد وصل الى اقصى كميه من الاوكسجين(Vo2max) يمكنه الحصول عليها, وان هذه الحالة لا ينطبق عليها ما يعرف بالحالة الثابتة , حيث لا يزداد معدل التنفس مع زياده الجهد الرياضي وهذا يدل على ان هذا اقصى معدل لا داء مثل هذا المجهود .

ولكي يصل الفرد الى الفترة الثابتة او الفترة المنتظمة يجب ان يحدث تكيف فسيولوجي لا جهزه الجسم المختلفة , والتي تعمل كوحده واحده لتستطيع اداء النشاط الرياضي وسرعه الوصول الى الفترة الثابتة تتوقف الى حد كبير على كفاءه الرياضي الوظيفية و التدريب المنتظم .

ان الحد الاقصى لاستهلاك الاوكسجين Vo2max كما ذكره كوستيل " انه اكبر كمية من الاوكسيجين يستطيع الفرد استهلاكه عند قيامه بجهد بدني حركي يستلزم نسبة كبيرة من الكتلة العضلية الكلية " ويذكر استراند و رودولف " بانه اكبر كمية من الاوكسجين المستهلك من قبل الفرد خلال الجهد البدني القصوي مقاسا عن مستوى سطح البحر ".

الاستهلاك القصوى للاوكسجين ( VO2max )

يعد القدرة الهوائية القصوى هي الحد الاقصى لاستهلاك الاوكسجين الذي ينقل للجسم ويتم استهلاكه والذي ينقل للجسم استهلاكه والذي يحصل عليه الجسم من خلال الهواء الخارجي , ويوجه العضلات التي تقوم باستهلاكه ويعد عنه الحجم الاقصى للاوكسجين الذي يمكن ان يستهلكه الجسم في وحدة زمنية معينة , ويعتبر الحد الاقصى لاستهلاك الاوكسجين ( VO2max ) مؤشر لكثير من العمليات الفسيلوجية منها كفاءة الجهاز الدوري التنفسي في توصيل هواء الشهيق الى الدم وكذالك كفاءة عمليات توصيل الاوكسجين الى الانسجة ويرتبط ذلك بعدد كريات الدم الحمراء وتركيز الهيموكوبين وكذلك مقدرة الاوعية الدموية على نقل الاوكسجين الى العضلات العاملة بالاضافة الى كفاءة العضلات في استهلاك الاوكسجين .[[4]](#footnote-4)

أهمية اختبار الحد ألاقصى لاستهلاك الاوكسجين (VO2max ):

يعد اقصى استهلاك للاوكسجين من أهم الاختبارات الوظيفية التي يعتمد عليها في اللياقة البدنية ويعد كمؤشر مهم لتحديد الكفاءة البدنية لان عملية استهلاك الاوكسجين من قبل انسجة الجسم تتم من خلال عملية أكسدة للغذاء وبوجود الاوكسجين فكلما كان الجسم اقل حركة كانت عملية حرق الغذاء بوجود ال O2 قليلة وكلما ازدادت الحركة الى مستوى التدريب الذي يؤدي الى أكسدة كمية كبيرة من الطاقة تزداد عملية استهلاك O2 واختبار VO2max هو اقصى استهلاك للاوكسجين بالنسبة للجسم يتم أختباره بطريقتين المباشرة والطريقة غير المباشرة وهذه الطريقة تتم بمعادلة عن طريق أستخراج قيمة (PWC170) كماويعتبر VO2max مؤشر لكثير من العمليات الفسيولوجية ومنها كفاءة الجهاز الدوري التنفسي .

وهنالك علاقة طردية بين الاستهلاك القصوي للاوكسجين وعدد ضربات القلب ويتم تطوير هذا المؤشر من خلال اداء مجهود بدني لمدة اطول للاوكسجين من 3-5 دقائق وبشدة 80-90 %وتصل معدل ضربات القلب الى 180ض/د .[[5]](#footnote-5)

ان هذا الاختبار مؤشر لكثير من العمليات الفسيلوجية منها كفاءة الجهاز الدوري والتنفسي في توصيل هؤاء الشهيق الى الدم بعدد كريات الدم الحمراء وكذلك تركيز الهيموكلوبين ومقدرة الاوعية الدموية على نقل الاوكسجين الى العضلات العاملة فضلا عن كفاءة العضلات في استهلاك الاوكسجين .

تعتبر القدرة الهوائية القصوى هي الحد الاقصى لاستهلاك الاؤكسجين الذي يمكن الجسم استهلاكه والذي يحصل عليه الجسم من خلال الهواء الخارجي ويوجهه للعضلات التي تقوم بأستهلاكه ويعبر عنه بالحجم الاقصى للاؤكسجين ويستهلكه الجسم في وحده زمنية معينة ويعتبر vo2max مؤشر لكثير من العمليات الفسيولوجية منها كفاءة الجهاز الدوري و التنفسي .

طرق القياس

يمكن قياس الحد الاقصى لاستهلاك الاؤكسجين بطريقتين

1- الطريقة المباشرة :

يعتبر قياس الحد الاقصى لاستهلاك الاؤكسجين (vo2max) اهم المقاييس المقننة لتحديد مقدار العبء الفسيولوجي للحمل البدني الا ان قياسه يتطلب ضرورة استخدام المعمل

( المختبر) لقياس الحد الاقصى لاستهلاك الاؤكسجين (vo2max) .

2- الطريقة غير المباشرة:

نظرا لصعوبة تنفيذ الطريقة المباشرة لاختبار الحد الاقصى لاستهلاك الاؤكسجين هناك عدة انواع لقياس (vo2max) حيث يتم استخدام اختبار الخطوة (step test ) وذلك لسهولة اداءه من قبل الرياضي وهناك علاقة ارتباط بين مؤشر الكفاءة الوظيفية (pwe170) وقيمة الحد الاقصى لاستهلاك الاؤكسجين (vo2max) باستخدام المعتدلات الاحصائية حيث وضع العالم الروسي ( karpman ) معادلة لاستخراج قيمة الحد الاقصى لاستهلاك الاؤكسجين (VO2MAX).

**تأثير التدريب الرياضي على الجهاز التنفسي**

- زيادة السعة الحيوية وخاصة في الالعاب التي تتطلب كفاءة الجهاز الدوري التنفسي كما في السباحة والعدو لمسافات طويلة وكرة القدم وتزداد السعة الحيوية حسب أنواع النشاط الرياضي في التدريب المنتظم .

- الاقتصادية في عملية التنفس وزيادة في امتصاص الأوكسجين من قبل جدران الحويصلات الهوائية وإن معدل سرعة التنفس للرياضيين الممارسين وخاصةً رياضات المطاولة تتصف ببطء التنفس مقارنةً بغير الرياضيين .

- تحسن القابلية القصوى للاستهلاك الأوكسجين .

**التغيرات الدائمة في الجهاز التنفسي**[[6]](#footnote-6)

أ )     زيادة مساحة السطح التنفسي للرئتين وهذا يعني زيادة مساحة منطقة التقابل بين الحويصلات الرئوية والدم .

ب )    زيادة قوة عضلات التنفس الداخلية والخارجية الموجودة بين أضلاع القفص الصدري مما يؤدي إلى توسع القفص الصدري للخارج لإتاحة الفرصة للرئتين للتمدد لاستقبال أكبر كمية من الهواء والضغط عليه للداخل لطرح أكبر كمية من الهواء للخارج .

ج )    تحسن مرونة نسيج الرئة حيث كلما كانت مرونة نسيج الرئة وخاصية الامتداد عاليه كلما استوعبت الرئتان كمية أكبر من الهواء وزادت كمية الهواء المطروح للخارج .

د )     زيادة مساحة شبكة الشعيرات الدموية في الرئتين .

هـ)    زيادة قدرة الحويصلات الرئوية على استيعاب أكبر كمية من الأوكسجين في الرئتين ونقله إلى الدم مما يؤدي ذلك إلى سرعة تبادل الأوكسجين وثاني أكسيد الكربون من الرئتين إلى الدم ومن الدم إلى الرئتين لطرحه خارجاً .

و-   تحسن كفاءة أنسجة الخلايا العضلية في امتصاص الأوكسجين من الدم وبالتالي تحسن عمليات التمثيل الغذائي داخل العضلات وسرعة إنتاج الطاقة نتيجة لزيادة فاعلية الأنزيمات المؤكسدة للمواد الغذائية المخزونة في الخلايا العضلية .[[7]](#footnote-7)

        إن التغيرات التي تحدث للجهازين الدوري والتنفسي وفي الأنسجة تزداد وتتحسن بشكل أفضل من خلال تنفيذ التدريبات الأوكسجينية التي تتميز بشدة أقل من 80 % وتستمر لأكثر من 30 دقيقة وباستخدام طريقتي التدريب المستمر والفتري بأنواعه وتتركز هذه التدريبات بأحجام كبيرة خلال بداية الموسم الرياضي في مرحلة الإعداد العام والخاص ثم تقل هذه الأحجام خلال مرحلة المنافسات.

**اهم التغيرات التي تحدث في الفترة الثابتة**

- انخفاض سرعه التنفس بالمقارنة مع فتره بدء القيام بالمجهود مع سهوله التنفس .

- تقل درجه استهلاك العضلات للأوكسجين .

- تقل وتنتظم ضربات القلب مقارنه مع فتره بدء المجهود .

- تنظيم عمل العضلات وعدم الشعور بالإلام العضلية, وترتفع درجه حرارتها مما يساعد على اتمام التفاعلات الكيميائية , وبذلك تزداد قوه انقباض العضلات

**التغيرات الني تحدث في الجهاز التنفسي عند القيام بمجهود عالي الشده لفتره قصيره[[8]](#footnote-8)**

يحدث هذا في سباق الجري لمسافات قصيره وفى السباحة لمسافه قصيره , وان معدل التنفس يزداد ولا يعود الى معدله الطبيعي , الا بعد فتره من الزمن في نهاية النشاط ,و ذلك بسبب الزيادة الكبيرة في معدل التنفس لكي تمد العضلات بالأوكسجين اللازم للقيام بمثل هذا المجهود في فتره زمنيه قصيره , ولكن الجسم يسد النقص الأوكسجين الحاصل عن طريق استهلاك جزء من اوكسجين العضلات الموجودة في هيموجلوبين العضلات (المايوكلوبين )ونتيجة ذلك النقص الذى يحدث في المايوكلوبين يتجمع حامض اللبني في تلك العضلات والتي تحتاج بعد الانتهاء من المجهود الى الاوكسيجين للتخلص من الحامض المتجمع فيها.

ان كميه الاوكسجين اللازمة للنشاط العنيف السريع اكثر مما يمكن ان يحصل عليها الفرد خلال الفترة الزمنية التي يستغرقها النشاط , والفرق في كميه الاوكسجين المطلوبة للمجهود البدني وكميه الاوكسجين التي يتم الحصول عليها عن طريق التنفس اثناء النشاط تسمى **بالدين الأوكسجين** وتعوض هذه الكميه في البداية من المايوكلوبين في العضلات , وبعد انتهاء المجهود تعوض عن طريق التنفس , وهذا ما يفسر استمرار زياده سرعه التنفس لفتره طويله بعد الانتهاء من القيام بالمجهود الرياضي.

**ان قابلية الرياضي على اداء هذه النشاطات يتوقف على عاملين هما :-**

- اقصى كميه اوكسجين يتمكن الفرد استخلاصها من الرئتين الى الدم في الدقيقة وهذا يتوقف على كفاءة الجهاز التنفسي وجهاز الدوران والدم .

- اقصى كميه دين وكسجيني يمكن الفرد ان يحصل عليه

يزداد هذان العاملان بالتدريب المنتظم , ويمكن عن طريق معرفتهما تحديد مقدار الجهد الذى يستطيع الرياضي ان يقوم به , وكذلك تحديد الفترة الزمنية التي يستطيع الرياضي ان يستمر في هذا الاداء الرياضي. فاذا تمكن اللاعب استخلاص

4 لترات من الاوكسجين من الدم في الدقيقة الواحدة وفى نفس الوقت يمكن ان يحصل على دين اوكسجين قدره 10 لترات فانه اذا اشترك في سباق بسرعه تتطلب 5 لترات من الاوكسيجين في الدقيقة , انه يجب ان يستدين لتر واحد من الاوكسجين في الدقيقة وبذلك يمكن ان يتحمل هذا المجهود لمده عشر دقائق , فاذا زاد هذا اللاعب من سرعته بشكل مضاعف لما كانت عليه اصبح يحتاج الى 10 لترات في الدقيقة بدلا من 5 لترات اي انه يحتاج الى 6 لتر دين أوكسجين في الدقيقة وبذلك نجد ان اقصى مده للقيام بهذا النشاط الجديد 10 /6 = 3/ 2 ,1 دقيقه .

**مفهوم العجز والدين الأكسجينيين**

في بداية الجهد البدني يكون استهلاك الأكسجين من قبل الجسم في مستوى أقل مما

تتطلبه العضلات من أكسجين بغرض إنتاج الطاقة اللازمة للجهد البدني، أي أن ما يستطيع الجسم توفيره من أكسجين للعضلات العاملة أقل من احتياجها الفعلي له، الأمر الذي يوّلد ما يسمى بالعجز الأكسجيني. والملاحظ أنه كلما كانت شدة الجهد البدني عالية (وبالتالي كان الطلب على الأكسجين من قبل العضلات العاملة عالياً) كان العجز الأكسجيني أشد. وعند تمعننا في منحنى استهلاك الأكسجين أثناء الجهد البدني المعتدل الشدة كما هو موضحاً في الشكل البياني رقم ( ١)، نلاحظ أن معدل استهلاك الأكسجين يزداد بالتدريج حتى الوصول إلى مرحلة الاستقرار، عندها يكون معدل استهلاك الأكسجين يوازي معدل استخدامه من قبل العضلات العاملة، وبالتالي نلاحظ تقلص العجز الأكسجيني شيئاً فشيئاً. أما عند القيام بجهد بدني مرتفع الشدة (فوق مستوى العتبة اللاهوائية)، فالمشاهد أن استهلاك الأكسجين يزداد

بالتدريج أيضاً حتى الوصول إلى التعب العضلي، بدون حدوث حالة استقرار لمعدل استهلاك الأكسجين.

أما بعد التوقف عن الجهد البدني، فالملاحظ أيضاً أن معدل استهلاك الأكسجين لا يعود

إلى مستوى الراحة مباشرة، بل يستغرق وقتاً يقصر أو يطول حتى الوصول إلى مستواه في

حالة الراحة، ويعتمد ذلك الوقت على شدة الجهد البدني المبذول واللياقة البدنية للشخص.

ان مجموع حجم استهلاك الأكسجين أثناء فترة الاسترداد من الجهد البدني الذي يزيد على معدل استهلاك الأكسجين في الراحة يسمى بالدين الأكسجيني، ، ويفضل بعض المختصين تسميته باستهلاك الأكسجين في فترة الاسترداد الزائد عن

والذي يرمز له ،(**Excess post-exercise O2 consumption**) مستوى الاستهلاك في الراحة

وعند القيام بجهد بدني مرتفع الشدة فإن مقدار الدين الأكسجيني يصبح .(**EPOC**) اختصاراً .أكبر مما هو بعد الجهد البدني المعتدل الشدة. 

**شكل رقم ( ١)**: **معدل استهلاك الأكسجين أثناء الجهد البدني المعتدل الشدة المستقر**

**ويظهر العجز الأكسجيني في بداية الجهد البدني والدين الأكسجيني بعد الانتهاء منه (**

ويعزى وجود الدين الأكسجيني إلى الأسباب التالية:

1\_ يستخدم بعض من الأكسجين الزائد عن مستوى الراحة في توفير طاقة لتعويض ·

مستوى فوسفات الكرياتين الذي ُاستخدم في فترة العجز.

2\_يستخدم بعض من الأكسجين الزائد عن مستوى الراحة في توفير طاقة لتحويل بعض ·

من حمض اللبنيك إلى جليكوجين في الكبد (تراكم حمض اللبنيك في الدم كان نتيجة

لاستخدام التحلل اللاهوائي للجليكوجين والجلوكوز الذي تم في فترة العجز.

3\_يستخدم بعض من الأكسجين الزائد عن مستوى الراحة في فترة الاسترداد لتعويض ·

المخزون الأكسجيني الذي ُاستخدم في فترة العجز (الأكسجين الملتصق بميوجلوبين

العضلات والذائب في سوائل أنسجة الجسم.

1. فاضل كامل مذكور : مدخل الى فسلجه في التدريب الرياضي,( عمان , الاردن مكتبة المجتمع العربي ,2011)ص230 [↑](#footnote-ref-1)
2. ابراهيم سالم السكار,واخرون: موسوعة فسيولوجيا مسابقات المضمار(مصر, القاهرة , 1998 مركز الكتاب للنشر) ص122 [↑](#footnote-ref-2)
3. فاضل كامل مذكور: مدخل الى الفسلجة في التدريب الرياضي,ط1(عمان ,الاردن 2011,مكتبة المجتمع العربي)ص243 [↑](#footnote-ref-3)
4. **ابو العلا احمد نصر الدين : فسيولوجيا اللياقة البدنية , القاهرة , دار الفكر العربي , 1999 , ص266** - [↑](#footnote-ref-4)
5. **-منصور جميل العنبكي : التدريب الرياضي وافاق المستقبل .بغداد,المكتبة الرياضية ,2010,ص165.** [↑](#footnote-ref-5)
6. جبار رحيمة الكعبي : تأثير التدريب على الجهاز الدوري والتنفسي ,(قطر ,2010)ص45 [↑](#footnote-ref-6)
7. جبار رحيمة الكعبي : تأثير التدريب على الجهاز الدوري والتنفسي ,(قطر,دوحة ,2010)ص46 [↑](#footnote-ref-7)
8. ابراهيم سالم السكار,واخرون: موسوعة فسيولوجيا مسابقات المضمار(مصر,القاهرة ,1998) ص122 [↑](#footnote-ref-8)