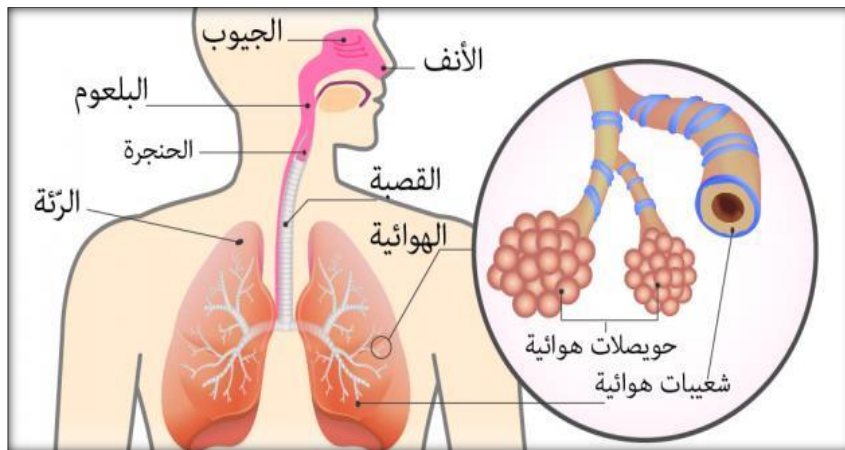


المحور (01): التكيفات الفيزيولوجية لنظام الجهاز القلبي الدوراني والجهاز التنفسي
المحاضرة (02): الجهاز التنفسي وتكيفاته للجهد البدني

1. جهاز التنفس:

هو ذلك الجهاز الذي يتولى عملية نقل الهواء من المحيط الخارجي ليصل إلى اماكن يستطيع فيها الجسم أن يستخلص الاكسجين والتخلص من ثاني أكسيد الكربون.

وبالحديث عن عملية التنفس فإن التنفس يغطي جانبين مختلفين لكنهما متوافقين أولهما الجهاز التنفسي ويشمل الفص الصدري والرئتين وله دور التهوية والتنفس وثانيهما هو التبادلات الغازية (CO_2) يكون بين الدم والرئتين، ويتركب الجهاز التنفسي من الأنف، البلعوم الأفقي، الحنجرة، القصبة الهوائية، الشعبتين الرئويتين، الرئتين، الكيس البلوري، أما ميكانيكية التنفس تحدث عن طريق الشهيق (**Inspiration**) والزفير (**Experation**) ويتحكم في ذلك المراكز العصبية.



شكل (12) رسم تمثيلي لمكونات الجهاز التنفسي

2. تأثير التدريب الرياضي على الجهاز التنفسي:

تختلف سرعة التنفس باختلاف العمر والجهد ودرجة الحرارة والضغط الجوي، ويبلغ معدل التنفس العادي 12 مرة في الدقيقة وبالتالي فإن حجم هواء التنفس في الدقيقة يكون حوالي 6 لتر/د، غير أن هذا الحجم يتضاعف أثناء النشاط الرياضي وقد يصل إلى 150-180 ل/د، وهذا ما يسمى الحد الأقصى للتهوية الرئوية أو أقصى تهوية في الدقيقة، فنلاحظ الفرق بين التهوية الرئوية أثناء الراحة والجهد البدني قد

تصل إلى حوالي 25 ضعف وأن هذا الفرق يكون نتيجة لسرعة وعمق التنفس وقوة عضلات التنفس للاعب، وكذلك نتيجة للإشارات العصبية الواردة من الأوعية الدموية القريبة من القلب والرئتين والمستقبلات الحسية في المفاصل والعضلات العاملة.

يحدث التدريب الرياضي بعض التغيرات في كافة أعضاء وأجهزة الجسم، حيث أن تنفيذ الوحدات التدريبية اليومية وبدرجات مختلفة من الشدة يؤدي إلى ارتفاع التهوية الرئوية أثناء التدريبات البدنية، وأثناء أداء التمرينات بأحمال تدريبية مرتفعة فإن حاجة الجسم للوقود من عمليات التمثيل الغذائي ترتفع، وبذلك فإن هناك علاقة طردية بينهما، حيث أن أداء التمرينات بشدة منخفضة فإن اللاعب يعتمد على كمية قليلة من الأكسجين وعند زيادة شدة التدريب ترتفع الحاجة بشكل أكبر للأكسجين والذي يعوضها اللاعب عن طريق زيادة حجم هواء التنفس (عدد مرات التنفس وسرعته وعمقه) لإمداد العضلات بالأكسجين اللازمة لاستمرار الجهد.

3. بعض مؤشرات اللياقة الهوائية:

1.3. السعة الحيوية:

تعتبر من القياسات الهامة للتعرف على ما يتمتع به الرياضي من استعداد بدني ويتم قياسها بواسطة جهاز يسمى سبيرومتر (**Spirometre**) ومنه الجاف والمائي والالكتروني والسعة الحيوية عبارة عن أقصى حجم أو كمية الهواء التي يمكن طرحها بأقصى زفير بعد أقصى شهيق وعادة ما تبلغ حوالي 4600 مليلتر بينما تزيد لدى الفرد الرياضي. وللسعة الحيوية أهمية كبيرة في العمل العضلي.

2.3. الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين:

هو الكمية القصوى للأكسجين التي يمكن لجسم الانسان امتصاصها على مستوى الجهاز الرئوي ونقلها على مستوى الجهاز القلبي- الوعائي، واستعمالها على مستوى الجهاز العضلي وهي تتأثر بالتدريب.

الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين (**VO₂max**) هو أكبر كمية أكسجين مقاسة على مستوى سطح

البحر والممكن استهلاكها من طرف الرياضي في وحدة زمنية خلال مجهود عضلي.

وغالباً ما يعبر عن القدرة الهوائية للرياضي بالحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين، ويعني هذا الأخير كمية الأوكسجين التي يمكن امتصاصها داخل الأنسجة (خاصة العضلات العاملة) خلال جهد بدني أقصى. تتغير هذه الوظيفة الحيوية حسب العمر إذ يتراجع الـ VO_2max بحوالي 0.4 ملل/كغ/د، أي 1% في كل سنة.

وتعتبر الوراثة أهم المحددات للقدرة الهوائية حيث تتدخل بما نسبته 50% من الـ VO_2max كذلك نوع النشاط الممارس يعتبر من محددات القدرة الهوائية حيث أن الـ VO_2max للرياضيين يتغير بصورة مهمة تبعاً للنشاط الممارس (Monod, et autre, 2000, 125)

وكتلة الجسم إن نسبة 60% من الفروق الفردية في الـ VO_2max راجع لتأثير الكتلة الجسمية السن من العوامل المؤثرة على الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين إذ تزداد قيمة الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين خلال الطفولة والمراهقة حتى تثبت بين سن 20 و 30 سنة، ومن ثم تتناقص حتى سن الـ 60، ويرى العلماء أن بين 11 و 14 سنة هي الفترة الأفضل لتطوير الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين.

بالإضافة إلى عوامل أخرى كالجنس (ذكر/أنثى) والحالة الصحية، ومستوى العمل البدني، وشروط العمل، ونوعية التمرين، ومواصفات الإحماء.

هناك دلائل تشير إلى وصول اللاعب إلى الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين:

1. عدم زيادة استهلاك الأوكسجين عند زيادة شدة الحمل البدني.
2. زيادة معدل القلب عن 180-185 ضربة/دقيقة
3. لا يقل تركيز حامض اللاكتيك في الدم عن 80-100 ملغرام.

2. قياس الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين:

إن معظم آراء العلماء تؤكد على أن الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين يعتبر أفضل مؤشر فيسيولوجي للإمكانيات القصوى لعمل الجهاز الدوري التنفسي ودليلاً على مقدار اللياقة البدنية، ويعبر عنه بالقدرة الهوائية القصوى أمر الله البساطي (2001، 96) وحتى يتم قياس أو تقدير الاستهلاك الأقصى

للأكسجين لا بد أن يقوم المختبر بأداء جهد بدني يعبر عن ذلك، وفي مجال الاختبارات المعلمية لفيسيولوجيا الرياضة يستخدم لتقنين الجهد البدني أجهزة وأدوات من أهمها السيرك المتحرك (Treadmill) ودراجة قياس الجهد (Aegometer Bicycle) وصندوق الخطوة (Stepping Bench) وهذا بالإضافة إلى بعض أنواع الأجهزة الأخرى كما أن هناك عددا من الترتيبات اللازمة لإجراء كل قياس.

ويعبر عن هذا المؤشر الفيسيولوجي بوحدتين:

- يعبر عن الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين بعدد اللترات المستهلكة من الأكسجين في الدقيقة الواحدة (ل/د)
 - يعبر عن الحد الأقصى النسبي لاستهلاك الأكسجين بعدد الملترات المستهلكة من الأكسجين مقابل كل كيلوغرام من وزن الجسم في الدقيقة الواحدة (ملل/كغ/د).
- ويمكن قياس الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين بإحدى الطريقتين التاليتين:

. الطريقة المباشرة:

في هذه الطريقة يتم قياس الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين من خلال قيام المختبر بأداء جهد بدني متدرج الشدة ومتواصل الأداء حتى مرحلة التعب أو عدم القدرة على الاستمرار في الجهد والتوقف عن الأداء، وغالبا ما يستخدم في ذلك وحدة قياس متكاملة تشتمل على جهاز لتقنين الجهد البدني (السير المتحرك أو الدراجة الأرجومترية) يتصل بجهاز آخر يستخدم في التحليل المباشر لغازات التنفس أثناء الأداء، ومن خلال الجهاز الأخير تؤخذ قراءة الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين بالإضافة الى بعض مؤشرات اللياقة الفيسيولوجية الأخرى كمعدل القلب (HR) ومعدل التنفس (BR) وضغط الدم (BP) والسعة الحيوية للرتنين.



شكل(23) يوضح اختبار الدراجة الارجومترية لقياس الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين

. الطريقة غير المباشرة:

فضلا عن أن الطرق المعملية تتطلب مختبرا مجهزة بالأدوات اللازمة لقياس استهلاك الاكسجين الأقصى فهي غير عملية عند اختبار عدد كبير من المفحوصين وعلى نطاق واسع لما يتطلبه ذلك من جهد ودقة وتكلفة أيضا، ولهذا يكثر استخدام الطرق غير المباشرة والميدانية والتي يتم من خلالها تقدير وليس قياس الاستهلاك الأقصى للأوكسجين من بين هذه الاختبارات الميدانية اختبارات جري المسافة.

• **اختبار جري المسافة:** تصنف اختبارات جري المسافة كاختبارات ميدانية تستخدم لقياس الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين بطريقة غير مباشرة، وتستخدم في العادة شدة أقل من القصوى خلال فترات الأداء التي تمتاز بأنها طويلة نسبيا. وتتميز بإمكانية تطبيقها على أعداد كبيرة نسبيا من الأفراد دفعة واحدة مما يؤدي إلى توفير عامل الوقت، وتوجد العديد من اختبارات جري المسافة لتقويم اللياقة الهوائية لعل من اكثرها انتشارا اختبار الجري لمدة 12 دقيقة واختبار جري لمدة 5 دقائق.

- **إختبار الجري 12د ل (Coper):**

الجري لمدة 12 دقيقة متواصلة في مضمار ألعاب القوى لقطع أكبر مسافة ممكنة حيث يتم تسجيل المسافة التي قطعها المختبر ويمكن حساب الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين وفقا للمعادلة التالية:

$$VO_{2max} \text{ (ml/kg/min)} = (\text{distance parcourue en metres} \times 0.022) - 10.39 \text{ (Drissi, 2009, 113)}$$

$$VO_{2max} \text{ (ml/kg/min)} \\ = (\text{distance parcourue en kilometer} \times 22.31) - 11.228$$