**اثر التدريب على الوظيفة الرئوية :**

**تتعلق قيم وظائف الرئتين بالتدريب الرياضي والبدني ونوع التمرينات المؤثرة في التنفس . وفيما يلي استعراض لعدد من هذه الوظائف التي نرى إن لها علاقة مباشرة بمستوى الجهد :**

**1 – السعة الحيوية : تعبر السعة الحيوية عن القدرة الاوكسجينية ، و يمكن أن يعبر عنها أن بحجم الرئتين وقـوة عضلات التنفس ومدى مطاطية الرئتين والقفص الصدري . وهي عبارة عن السعة القصوى للهواء .**

**تعرف السعة الحيوية بأنها كمية الهواء التي يستطيع الإنسان طردها إلى الخارج بواسطة زفير عميـق بعد اخذ شهيق عميق ومعدلها يتراوح بين 4000 – 4800 سم3 هواء للرجـال وتقل بمقدار 10% للنسـاء .للسعة الحيوية علاقة بحجم الفرد وبنيته ( الطول و الوزن ) وتتناسب عكسياً مع عمر الإنسان ، ويكون معـدل السعة الحيوية مرتفعاً عند السباحين والغواصين ويقل عند الأكبر سناً وعند الـذين يصابون بأمراض الجهــاز التنفسي كالربو وشلل الأطفال ووجود السائل في غلاف الرئة وهواء في داخل الصدر وتليف الرئتين … الـخ .وتتأثر السعة الحيوية حسب وضع الجسم فتزداد في حالة الوقوف بسبب حجم الدم القليل الذي يدخل إلى الرئتين تتأثر أيضا بقوة عضلات التنفس وبشكل خاص امتداد الرئتين والتجويف الصدري ، وتقل أثناء الجلوس . إن الزفير وعملية إخراج الهواء من الرئتين حتى ولو كان بقوة لا يمكن من خلالها تفريغ الرئتين كلياً من الهواء ، بل يبقى ( 1 – 1.5 لتر ) تقريباً من الهواء يسمى بالهواء المتبقي  
 ( Residual Air ) ، وتختلف هذه الكمية باختلاف العمر ، حيث تقل نسبتها عند الشباب مما تؤدي إلى زيادة ملحوظة في كمية الهواء المدفوعة في حين تزداد هذه النسبة مع تقدم العمر مما يؤدي إلى نقصان كمية الهواء المدفوعة . يرتفع مقدار السعة الحيوية عند الرياضيين عما هو عند الأشخاص غير الرياضيين حيث تبلغ ( 5 – 6 لتر ) إلى ( 7 لتر ) عند الرياضيين المتقدمين الذين يمتلكون رئتين كبيرتين ، مع ذلك فان الرياضي يستخدم 66 – 75 % من السعة الحيوية أثناء الجهد القصوي.**

**إن السعة الحيوية الكبيرة يمكن إن تستوعب كميات كبيرة من الهواء ، وقد يصل حجم التنفس في الدقيقة الواحدة للرياضيين المتقدمين أكثر من ( 150 لتر) وقد يصل أحيانا إلى ( 189.5 لتر / دقيقة ) تقريباً تحت مستلزمات وظروف خاصة . ويتحدد حجم هواء التنفس بمقدار السعة الرئوية ، حيث إن قلة مقاومة التنفس تزيد قوة عضلات التنفس ، ثم ينعكس على زيادة السعة الحيوية للرئتين مما يزيد حجم هواء التنفس ، حيث توجد علاقة مباشرة بين المقدرة الحيوية والحد الأقصى لهواء التنفس .**

**عوامل تؤثر على السعة الحيوية:**

1. **وضع الجسم.**
2. **قوة عضلات التنفس .**
3. **خاصية امتداد الرئتين والتجويف الصدري .**
4. **تبلغ عند الذكور الشباب 6ر4 لتر وعند الاناث 3 لتر.**
5. **تتعلق بطول الجسم والبنية بنسبة 30-4-% عن الحجم العادي ويمكن ان تصل إلى 6-7 لتر.**
6. **تقل الاحجام والسعات الرئوية لدى الاناث بنسبة 20-25% عن الذكور.**
7. **تزداد عند الرياضيين.**

**وهناك عناصر تحدد مستوى استقبال الهواء منها :**

**أ – العناصر الداخلية ، وهي انتشار الهواء في الرئتين من حجم القلب وفرق الأوكسجين بين الشرايين والأوردة وحجم الدم ومقدار الهيموكلوبين الكلي وقابلية مستوى الشغل العضلي المتحرك ونوع التغذية .**

**ب – العناصر الخارجية ، وهي مكونات الحمل وكمية ونوع العضلات المستخدمة ووضع الجسم والضغط الجزئي للأوكسجين أثناء الشهيق والظروف الحيوية كالحرارة والبرودة ولزوجة الهواء .**

**2 – انتشار الغازات : أن كمية انتشار الغازات يرتبط بمقدار انتشار الغازات بين الهواء الموجود في الحويصلات الرئوية والدم الموجود في الشعيرات الدموية الرئوية . وهناك عوامل تسبب هذا الاختلاف منها:**

**أ – سمك النسيج الرئوي .**

**ب – سمك غشاء الكريات الحمر .**

**ج – كمية البلازما الموجودة بين الحويصلات الهوائية والكريات الحمر .**

**بينما نجد من العوامل المؤثرة في هذا الاختلاف منطقة التقابل بين الحويصلات والدم في الشعيرات الدموية . وبسبب الدفع القلبي أثناء التدريب الرياضي تتضاعف سعة انتشار الأوكسجين في الرئتين إلى أكثر من ثلاث مرات ، حيث يزيد الدفع القلبي من حجم الدم في الشعيرات الدموية المتفتحة في الرئتين أثناء التدريب . وأثناء الراحة في الوضع العمودي تقفل كثير من الشعيرات الدموية وبخاصة في الجزء العلوي من الرئتين نظراً لتأثير الجاذبية الأرضية على الدم الذي ينجذب إلى الأجزاء المنخفضة من الرئتين . فعملية تبادل الغازات لا تتم بين الحويصلات الهوائية والشعيرات الدموية المغلقة بل يحصل بسبب زيادة الدفع القلبي وزيادة الدم المندفع إلى الشعيرات الدموية وتصبح معظم الشعيرات التي كانت مقفلة أثناء الراحة ممتلئة بالدم وبدوره يؤثر في زيادة المساحة الخاصة التي يتم فيها تبادل الغازات بين الشعيرات والحويصلات أثناء التدريب الرياضي.كما يزداد انتشار ثنائي أو كسيد الكاربون أثناء التدريب الرياضي نتيجة لتحسن انتشار الدم في الرئتين وتزيد 20 مرة أسرع من انتشار الأوكسجين .**

**3 – الحجم الرئوي : وهو عبارة عن حركة الهواء الداخل والخارج في الرئتين وقد تم التطرق إلى أنواعه في مستهل هذا الفصل .**

**4 – كمية الأوكسجين القصوى المستخدمة VO2max**

**وهي أقصى حجم للأوكسجين المستهلك باللتر أو المللتر في الدقيقة الواحدة . وهي تختلف باختلاف العمر والجنس ، حيث تصل أقصاها عند عمر ( 14 – 16 سنة ) عند النساء و ( 19 – 20 سنة ) عند الرجال .**

**علاقة التنفس بالعمل العضلي الثابت والمتحرك :**

**1 . تزيد التهوية الرئوية أثناء العمل الثابت أكثر من المتحرك .**

**2 . المستقبلات الحسية في المفاصل تسبب زيادة تردد التنفس أثناء العمل العضلي المتحرك أكثر من العمل العضلي الثابت .**

**العمليات التنفسية :**

**1 . التهوية الرئوية وتبادل الغازات بين الحويصلات الهوائية والمحيط الخارجي.**

**2 . تبادل O2 و CO2 بين الحويصلات الهوائية والدم .**

**3 . نقل O2 و CO2 في الدم من و إلى خلايا الجسم .**

**4 . تبادل O2 و CO بين الدم والأنسجة .**

**5 . تنظيم التنفس .**

**القابلية القصوى لاستهلاك الأوكسجين : VO2max**

**وهو مؤشر وظيفي لتقييم العمل الوظيفي للقلب والدورة الدموية والجهاز التنفسي ويظهر بشكل واضح كفاءة الجهازين الدوري والتنفسي " يشير الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين إلى قدرة الجسم الهوائية إذ تقوم بهذه المسؤولية ثلاثة أجهزة رئيسة في الجسم هي الجهاز التنفسي والجهاز الدوري والجهاز العضلي، حيث تتطور سعة أو قابلية التدريب لدى الأشخاص ابتدءا" من عمر الطفولة حتى العقد الثالث من العمر ثم ينحدر هذا التطور بانتظام أو تدريجيا" استنادا" إلى حمل العمل المبذول وخصائص حياة الشخص ، وهذا التطور انعكاس طبيعي لتطور القابلية القصوى لاستهلاك الأوكسجين ، ويعده البعض على أنه معيار لقياس اللياقة البدنية وبشكل خاص فعاليات التحمل ، هذا لا يعني أن فعاليات الجهد اللاهوائي لا تساهم في تطور هذا المؤشر ولكنه يبدو واضحا" وأكبر في الفعاليات الهوائية عما هو في غيرها .**

**ويعبر عنه بأنه أكبر كمية من الأوكسجين في وحدة زمنية ( دقيقة) وهو تعبير عن ازدياد كمية أو حجم الأوكسجين الذي يستطيع الدم التشبع به ثم استهلاكه مما يؤدي إلى تطور في القابلية الوظيفية للتمثيل الغذائي للأنسجة والخلايا وهذا هو المفهوم الذي استطعنا استخلاصه من مجموعة عديدة من المفاهيم والتعارف كما وردت لدى كثير من الباحثين والمؤلفين ولم يشأ الكاتب هنا استعراضها تجنبا" للتكرار والإطالة .**

**يتناقص الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين بنسبة %10 بعد كل 10 سنوات بعد العقد الثالث وهو يشمل العوامل الوظيفية التي تتضمن نقل وتجميع الأوكسجين وهي نتيجة طبيعية لها علاقة بالعمر ، والفرق بين الرياضيين أو الذين يمارسون التدريب بانتظام وغيرهم ، يكون الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين أعلى بنسبة %25 في كل فئة عمرية وبنفس الجنس والحجم الجسدي.**

**وهناك اختلافات جديرة بالذكر في هذا المؤشر بين الرجل والمرأة فهو لدى النساء أقل منه لدى الرجال بنسبة %30-%15 ويعزى هذا الفرق إلى التركيب الجسدي وكذلك إلى تركيز الهيموكلوبين في الدم .**

**ويتعلق الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين بالوزن ( وزن الجسم) ونظرا" لأن سعة التمرين أو قابليته تنخفض لدى الأشخاص ذوي الأوزان الكبيرة فان الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين يقل بنسبة %30-%20 عن ذوي الوزن الطبيعي من نفس العمر والجنس .**

**ويتعلق الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين أيضا" بمستوى اللياقة البدنية حيث أظهرت التجارب والبحوث فرقا" بين الأشخاص المتدربين عن غير المتدربين من نفس العمر والجنس والحجم الجسدي ولأي عقد من العمر فأن الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين يكون أكبر بمرتين إلى ثلاث مرات .**

**إن المعدل الطبيعي لاستهلاك الأوكسجين القصوي للرجال يبلغ0300 -3500ميللتر/دقيقة ويصل المعدل إلى 7000-6000 ميللتر/دقيقة تقريبا" عند الرياضيين المتقدمين ، أما لدى النساء فان المعدل الطبيعي لاستهلاك الأوكسجين القصوي يبلغ 2200-2000 ميللتر/دقيقة وقد يصل أكثر من ذلك عند اللاعبات المتقدمات .**

**يحصل استهلاك الأوكسجين في حالتي الراحة والجهد عند الرياضيين ولكنه يكون أكبر في حالة الجهد البدني العالي ، وعندما يكون الجسم بكفاءة عالية في استهلاك الأوكسجين تكون كفائتة عالية أيضا" في إنتاج الطاقة مما يؤدي إلى كفاءة وتحمل في طول فترة الأداء وهذا ناتج من العلاقة بين الفرق في حجم الأوكسجين بين الدم الشرياني والدم الوريدي فاذا كان الدم الشرياني يحتوي على 19-18 ملليترأوكسجين / 100ملليتر دم ، بينما يحتوي الدم الوريدي على 14-12 ملليترأوكسجين / 100ملليتر دم وبذلك فان الفرق في حجم الأوكسجين يبلغ 6 ملليترأوكسجين ، ويزداد هذا الفرق عند ارتفاع الجهد البدني حيث يبلغ 17-15 ملليترأوكسجين وبهذا عند تحديد حجم الدم الجاري في الدورة الدموية يمكن حساب استهلاك الأوكسجين في الدقيقة ، فعندما يكون حجم الدم الكلي 5 لتر نستطيع حساب استهلاك الأوكسجين في الدقيقة أثناء الراحة مثلا" وفق المعادلة الآتية:**

**6×5000**

**استهلاك الأوكسجين = 300 ملليترأوكسجين/ دقيقة**

**100**

**خصائص :VO2max**

* **يستهلك الجسم عند الراحة 300-200 ملليترأوكسجين/ دقيقة.**
* **يزداد عند ازدياد الدفع القلبي .**
* **يزداد استهلاك الأوكسجين تدريجيا" إذا أستمر النشاط البدني لفترة أقل من3-2 دقائق وينخفض بعد التوقف عن العمل البدني .**
* **يزداد استهلاك الأوكسجين في الدقائق الأولى عند استمرار الأداء بشكل منتظم حتى يثبت مستواه وهو ما يسمى بالحالة الثابتة .**
* **في فعاليات مثل رفع الأثقال والأوضاع الثابتة في الجمناستك مثل وضع التعلق على الحلق لا يزداد فيها استهلاك الأوكسجين على الرغم من زيادة شدة الجهد البدني ولكنه يزداد بدرجة كبيرة بعد الانتهاء من العمل.**
* **يبلغ استهلاك الأوكسجين عند غير الرياضيين 3-2.5 لتر/دقيقة ونسبة إلى وزن الجسم يبلغ 40 ملليترأوكسجين/ دقيقة.**
* **يبلغ استهلاك الأوكسجين عند لاعبي التحمل 6 لتر تقريبا" ونسبة إلى وزن الجسم يبلغ 90-80 ملليترأوكسجين/ دقيقة.**

**وفي ما يتعلق في الفروق في الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين بين الرياَضيين للفعاليات المختلفة فقد ظهر لأحد الباحثين عدم ظهور فروق معنوية عند مقارنة النتائج بين مجموعتين تألفت كل منها من لاعبي كرة السلة (إحداها بطول فوق 2 متر بوسط حسابي بلغ 60.47 لتر وانحراف معياري 4.36±، والأخرى تحت 2 متر بوسط حسابي بلغ 59.27 لتر وانحراف معياري 4.97±)).**

**وفي بحث آخر أجري على عينة من العدائين وعددهم15 من لاعبي الشباب والمتقدمين جرى توزيعهم على وفق الفعاليات ( القصيرة والمتوسطة والطويلة) وأيضا" على وفق نظام أنتاج الطاقة للمقارنة بين الجو الحار والبارد فقد أظهرت نتائج هذا البحث ما يأتي :**

1. **لا توجد اختلافات معنوية في استهلاك الأوكسجين بين الجو الحار والبارد في جميع المجموعات .**
2. **لا توجد اختلافات معنوية في استهلاك الأوكسجين بين المجموعات خلال الجو البارد ، وكذلك خلال الجو الحار.**

**أسئلة المحاضرة :**

1. **ما هي خصائصVO2max؟**
2. **بماذا يتعلق الحدالأقصىلاستهلاكالأوكسجين؟**
3. **ما هو دور القابليةالقصوىلاستهلاكالأوكسجينVO2MAXفي التدريب الرياضي ؟**
4. **ما هي علاقةالتنفسبالعملالعضليالثابتوالمتحرك؟**
5. **تكلم عن انتشار الغازات .**
6. **ما هي العناصرتحددمستوىاستقبالالهواء؟**
7. **عرف السعة الحيوية .وما هي العواملالتي تؤثرعليها؟**