# الجهاز التنفسي

يقوم الجهاز التنفسي بمجموعة العمليات الفسيولوجية اللازمة لتوفير الاوكسجين لانسجة وعضلات الجسم ، وتخليصها من ثاني اوكسيد الكاربون أي عمليات تبادل الغازات التي يتبعها عمليات الاكسدة اللازمة لانتاج الطاقة الميكانيكية بالجهاز العضلي الارادي خلال الجهد البدني . ويعتبر الجهاز التنفسي من الاجهزة الحيوية المهمة ويظهر مدى اهميتها في ممارسة الانشطة الرياضية وبخاصة الشاقة منها والتي تدعى برياضات التحمل ، اذ تتلاحق فيها الانفاس بين شهيق وزفير لتعويض المستهلك من الاوكسجين في العمليات الايضية والتخلص من ثاني اوكسيد الكاربون كمخلفات لهذه العمليات .

في ضوء ما تقدم نمضي الى تعريف بماهية الجهاز التنفسي ، والتنفس :

**تعريف الجهاز التنفسي DEFINITION OF RESPIRATORY SYSTEM :**

هو جهاز يضم مجموعة من الاعضاء تمكن من التنفس .

**تعريف التنفس DEFINITION of RESPIRATION :**

هو مجموعة من العمليات التي تمكن الجسم من الحصول على حاجته من الاوكسجين وتخليصه من ثاني اوكسيد الكاربون .

يجب الاشارة الى الدور الحيوي الذي يشارك به الجهاز القلبي الوعائي الجهاز التفسي اداء جملة وظائفه ، بل ويعد هذا الدور مكملا لدور الجهاز التنفسي .

**التركيب التشريحي للجهاز التنفسي anatomical structure of respiratory system :**

يتكون الجهاز التنفسي بشكل عام من الاجزاء الرئيسية الخمسة التالية :

١ – الممرات الهوائية – جميعها يبطنها نسيج طلائي بسيط مركب من طبقة واحدة من الخلايا ويدعى النسيج العمودي الهدبي عدا القصبة الهوائية التي يدعى نسيجها بالنسيج العمودي الهدبي الكاذب ،وتتكون الممرات الهوائية من الاتي : الانف ، البلعوم ، الحنجرة ، القصبة الهوائية والشعبتين .

٢ – الرئتان – اسفنجيتان وتتصلان بالقصبة الهوائية عن طريق شعبتيها .

٣ – عضلات التنفس – الجزء العضلي المكون من جزئين هامين هما : أ – عضلة الحجاب الحاجز ، ب – العضلات بين الضلوع الداخلية والخارجية .

٤ – الدورة الرئوية هي الدورة الدموية circulation of blood التي تحمل الدم المشبع بثاني اوكسيد الكاربون الى الرئتين للتخلص منه ثم حمل الاوكسجين في طريق العودة الى القلب وتسمى ايضا بالدورة الصغرى .

٥ – المركز التنفسي – هو جزء من المخ مسئول عن تنظيم عمليات التنفس .

اولا الممرات الهوائية VIA AEROBIC : تتكون من الانف والبلعوم والحنجرة ، والقصبة الهوائية ، والشعبتين :

**الانف NOSE :**

يعد جهازا متميزا لتنقية الهواء المتنفس ، اذ ينقسم الى تجويفين بواسطة الحاجز الانفي ، وهذا الحاجز عظمي في الجزء المتصل بعظم الوجه ، ويكمله جزءا غضروفيا في الطرف الاخر ، وينقسم التجويفان كل الى ثلاث مرات بواسطة نتوءات عظمية تنمو من الجدران الجانبية ، يبطن الممرات نسيج بسيط من النوع العمودي الهدبي ، ويشكل النسيج غشاء مخاطي رطب وسميك .

في حالة الشهيق يمر الهواء المستنشق وهو في العادة بارد وجاف ومحمل بالاتربة فتقوم الممرات الهوائية بدءا من الانف برفع درجة حرارته الى درجة تقارب درجة حرارة الهواء داخل الرئتين ( ما بين ٣٠ درجة مئوية ، ٣٢ درجة مئوية تقريبا ) الى جانب ترطيبه وترشيحه من الغبار والاتربة قبل مروره الى البلعوم على هذا نجد ان الهواء المستنشق يمر بالعمليات الثلاث الرئيسية التالية :

١ – العمل على رفع درجة حرارة الهواء المستنشق الى ما بين ٣٠ ، ٣٢ درجة مئوية .

٢ – تنقية الهواء المتنفس من الاتربة والغبار العالق بخاصة في المدن الكبيرة .

٣ – ترطيب الهواء الجاف المتنفس .

**البلعوم PHARYNX :**

يوجد خلف الانف والفم معا ، ويتصل به كلا التجويفين ، يمرر البلعوم هواء الشهيق او الزفير خلال فتحة في الجدار الامامي تؤدي الى الحنجرة .

**الحنجرة LARYNX :**

هي جزء بارز في مقدم العنق ويسمى تفاحة ادم ويفصل بيين الحنجرة والبلعوم غشاء متحرك يسمى اللهاة أو لسان المزمار Epiglottis وهو جزء غضروفي

يتدلى من الجزء الخلفي لسقف الحلق اعلى فتحة المزمار يسمح بمرور الهواء الى القصبة الهوائية ويمنع الطعام من ذلك ، يؤدى الجزء السفلي من الحنجرة الى القصبة الهوائية .

**القصبة الهوائية WINDPIPE OR TRACHEA :**

عبارة عن انبوبة اسطوانية الشكل مدعمة بحلقات غضروفية غير كاملة الاستدارة طولها من ١٠ – ١٢ سم تسمح بمرور الهواء دون عائق ما ، ويغلفها من الداخل نسيج طلائي بسيط يتركب من طبقة واحدة من الخلايا من النوع العمودي الهدبي الكاذب .

**الشعبتان BRONCHI :**

عبارة عن امتداد للقصبة الهوائية ، ينقسمان عند الطرف السفلي الى شعبتين ، تؤدي الشعبة اليمنى الى الرئة اليمنى والشعبة اليسرى الى الرئة اليسرى ، ثم تتشعب هذه الامتدادات الى شعب صغيرة تتشعب بدورها شعيبات تنقسم بدورها لتزود كل حويصلة بفرع صغير ويبطن جدران الشعب سلسلة من الحلقات الغضروفية تجعلها مفتوحة باستمرار لمرور الهواء .

**ثانيا الرئتان LUNGS :**

عبارة عن نسيج يشبه الاسفنج من حيث خفة الوزن والمطاطية أي القدرة على التمدد ، والرئة مخروطية الشكل قمتها لاعلى وقاعدتها لاسفل وتشغل الرئتان معظم التجويف الصدري ، وتغلف من الخارج بغشاء من طبقتين يدعى ( البلورا Pleura ) وتوجد على جانبي القلب وتتصل كل واحدة بالشعبة التي تخصها .

**الرئة اليمنى Right LUNG :**

تتصل بالشعبة اليمنى للقصبة الهوائية وتنقسم بواسطة شقين Fissures الى ثلاثة فصوص متميزة وواضحة هي :

الفص العلوي Superior Lobe ، الفص الاوسط Middle Lobe ، الفص الاسفل Inferior Lobe والرئة اليمنى اكبر قليلا من الرئة اليسرى .

**الرئة اليسرى LEFT LUNG :**

تتصل بالشعبة اليسرى للقصبة الهوائية وتنقسم الى فصين هما : ( ١ ) الفص الاعلى ، ( ٢ ) الفص الاسفل والرئة اليسرى اصغر حجما من الرئة اليمنى لوجود القلب بجانبها .

**الفصيصات LOBULES :**

ينقسم كل فص بالرئة الى نحو ٢٠٠ فصيص ، ويتكون كل فصيص من مجموعة من التجاويف الصغيرة المحاطة بجدران رقيقة من نسيج الرئة وتفتح كل منها على شعيبة ، وتسمى هذه التجاويف بالحويصلات الرئوية Alveoli Puimonis . يحيط بها شبكة من الشعيرات الدموية الرقيقة يتم عن طريقها تبادل الغازات .وعلى هذا الاساس فيوجد في الرئة نحو ١٠٠٠ فصيص .

ثالثا – عضلات التنفس RESPIRATION MUSCLES :

تنقسم هذه العضلات الى نوعين رئيسيين هما : ( ١ ) عضلة الحجاب الحاجز ، ( ٢ ) العضلات بين الضلوع :

**( ١ ) عضلة الحجاب الحاجز DIAPHRAGM M . OR DIAPHRAGMA :**

تعد العضلة الاساسية في عملية التنفس وهي عبارة عن عضلة مسطحة وقوية تشكل حاجزا عضليا ليفيا يفصل بين التجويف الصدري والبطني ، مقعرة من اسفل ومحدبة من اعلى وتتصل حافتها بالجزء السفلي من الصدر ، يغذي عضلة الحجاب الحاجز عصبيا : ( أ ) عصب مسمى باسمها هو عصب الحجاب الحاجز ، ( ب ) الاعصاب بين الضلوع الستة السفلى .

بانقباض عضلة الحجاب الحاجز في حالة الشهيق يزداد التجويف الصدري اتساعا ويسحب الهواء من الخارج الى الرئتين ، وبذلك تمتلئ الحويصلات بالهواء ، وبانبساطة عضلة الحجاب الحاجز يحدث الزفير ، اذ يصاحب ذلك بارتفاع الحجاب ، وصغر حجم التجويف الصدري ، وبالتالي انكماش الحويصلات ، وطرد الهواء الى الخارج عبر الممرات الهوائية .

**( ٢ ) العضلات بين الضلوع INTERCOSTAL MUSCLES :**

هي عبارة عن مجموعتين من العضلات تشغل المسافة ما بين كل ضلعين متجاورين ، وهذه العضلات مرتبة بطريقة مائلة بحيث ينتج عن انقباضها في حالة الشهيق تحرك الضلوع الى الاعلى وبالتالي زيادة حجم التجويف الصدري ، والمساعدة في سحب الهواء من الخارج ، وعلى العكس في حالة انبساط العضلات

بين الضلوع تعود الضلوع الى وضعها الطبيعي ، أي الى اسفل ويقل بذلك حجم التجويف الصدري ، مما يساعد على طرد هواء الزفير ، وتنقسم العضلات بين الضلوع الى نوعين هما :

( أ ) – العضلات بين الضلوع الخارجية وعددها ١٢ عضلة على كل جانب من جانبي القفص الصدري ، وهي اكبر سمكا من العضلات الداخلية .

( ب ) – العضلات بين الضلوع الداخلية وعددها ١٢ عضلة ايضا على كل جانب من القفص الصدري ، وهي اقل سمكا من العضلات الخارجية .

وظيفة العضلات بين الضلوع :

١ – الحماية : حماية الاعضاء الداخلية بالتجويف الصدري وهما القلب والرئتان .

٢ – الدعم : تعد دعامة قوية للمسافة بين الضلوع اثناء عملية التنفس .

٣ – الرفع : ترفع الضلوع وتجذبها الى اعلى عند انقباضها وبذلك يزداد حجم التجويف الصدري اتساعا في حالة الشهيق Inspiration .

٤ – الخفض : تخفض الضلوع وتجذبها الى اسفل عند انبساطها ، وبذلك يقل حجم التجويف الصدري في حالة الزفير Expiration .

**رابعا – الدورة الدموية الرئوية PULMONARY CIRCULATION :**

تسمى ايضا بالدورة الدموية الصغرى Leaser Circulation ، وتبدأ بدفع الاذين الايمن للدم المحمل باوكسيد الكاربون الى الى البطين الايمن ومنه الى الشريان الرئوي pulmonary artery ( وهو الشريان الوحيد في الجسم الذي يحمل دم وريدي venous blood أي غير مؤكسد ) ومن الشريان الرئوي بتفراعاته المختلفة والمتعددة الى الرئتين .

تنتهي تفرعات الشريان الرئوي بالشعيرات الدموية الرقيقة المحيطة بالحويصلات الرئوية ، حيث يتخلص الدم من ثاني اوكسيد الكاربون ، ويتحد بالاوكسجين ويتحول الدم الوريدي الى شرياني Arterialize or Arterialisation أي مؤكسد ثم يعود عبر الاوردة الرئوية الاربعة ( وهي الاوردة الوحيدة في الجسم التي تحمل دم شرياني Arterial Blood ) الى الاذين الايسر من القلب ومنه الى البطين الايسر ، حيث يتم ضخه ليبدأ رحلته الكبرى والمسماة بالدورة الجهازية

System Circulation او الـدورة الكبـرى ، والتـي ينقـل عبرهـا الـدم المشـبع بالاوكسجين الى كافة انسجة وأعضاء الجسم .

**خامسا المركز التنفسي RESPIRATORY CENTER :**

يسيطر المخ على نشاط عملية التنفس عن طريق اعصاب مخية ( دماغية ) تنشأ من على السطح السفلي من المخ من مركز يعرف بـالمركز التنفسـي ، او مركـز التـنفس ويقوم هذا المركز بالتحكم في :

( ١ ) عدد مرات التنفس أي سرعة التنفس .

( ٢ ) عمق كل من الشهيق والزفير .

ويؤثر الجهاز العصبي الذاتي ( التلقائي ) تاثيران عصـبيان متضـادان بجهازيـه علـى النحو التالي :

- الجهـاز العصـبي السـمبثاوي – تنبـع الاعصـاب السـمبثاوية المنبهـة لعمـل الرئتين من العقد البطنية ، والتي تنبع من الاعصاب الشوكية الصدرية وتقوم بتنبيه عمليات بسط الشعب الهوائية ، وبذلك يتم توسيع المسارات التنفسية .
- الجهـاز العصـبي الباراسـمبثاوي تتبـع الاعصـاب الباراسـمبثاوية المنبـه لعمـل الـرئتين مـن المسـار الـدماغي النـابع مـن الاعصـاب الدماغيـة ، وفيـه يـؤثر العصب الحائر ، وهو العصب العاشر في سلسلة الاعصاب الباراسمبثاوية ، ويتكـون مـن زوج مـن الاعصـاب المختلطـة Mixed Nerves أي اليـاف عصـبية حركيـة وحسـية معـا ، ويغـذي هـذا العصـب الهـام الـى جانـب عمـل الرئتين عمل كل من القلب ، والامعاء والحنجرة ، امـا عـن التـاثير العصـبي فيسبب قبض الشعب الهوائية ، وبذلك يقل حجم المسارات التنفسية .

آلية التنفس MECHANICAL OF RESPIRATION :

يقصـد باليـة التـنفس ميكانيكيـة الشـهيق والزفيـر ، ومـا يتبعهمـا مـن تبـادل للغـازات بالحويصــلات الهوائيــة ، ويعبــر عــن ذلــك بــالتنفس الخــارجي EXTERNAL RESPIRATION نظرا لحدوثه بين الرئتين والهواء مباشرة ، ومن الجدير بالذكر ان الرئتين لاتعملان اثناء نمو الجنين في رحم الام ، وتقوم المشيمة بعملهمـا ، وفـور الولادة تبدأ الرئتان عملهما باستنشاق الجنين الهواء لاول مرة .

اذ ما تم قياس هواء الشهيق والزفير فان ذلك يعبر عن التهوية الرئوية ( p.v. Pulmonary Ventilation ) وهذا عرض لعمليتي الشهيق والزفير في حالة الراحة والجهد البدني :

**اولا – في حالة الراحة in the rest case : الشهيق INSPIRATION :**

يصاحب استنشاق الهواء من البيئة الخارجية المحيطة زيادة في حجم التجويف الصدري ، وبروز خفيف في جدار عضلات البطن ، ويساعد على اتمام عملية الاستنشاق ، وهي انقباض كل من العضلات بين الضلوع ، وعضلة الحجاب الحاجز وانخفاض ضغط الهواء داخل الرئتين عنه بخارجهما مما يؤدي الى زيادة حجم التجويف الصدري ، وبالتالي سحب الهواء الى الرئتين عبر الممرات التنفسية حتى يتساوى الضغطان الداخلي والخارجي ، ومن ثم ينتشر الهواء بالحويصلات الهوائية في حالة انقباض العضلات بين الضلوع والحجاب الحاجز .

بدخول الهواء الى الحويصلات وملامسة الاوكسجين الذي يحتويه الهواء الداخل لجدران الحويصلة الهوائية التي يحيط بها كم كبير من الشعيرات الدموية الرقيقة بمجرد هذه الملامسة تقوم ...

( أ ) – خلايا الدم الحمراء بالاتحاد بالاوكسجينوتكوين مركبا كيميائيا يدعى بالاوكسي هيموكلوبين ( Hbo2 ) Oxyhaemoglobin . يتراوح عمر كرية الدم الحمراء ما بين ١٥ – ١٦ اسبوعا وعندما تعجز عن الاتحاد بالاوكسجين فان الطحال spleen يقوم بتفتيتها ونقل الهيموكلوبين الى الكبد لصنع الصفراء ونقل الحديد لصنع هيموكلوبين جديد هذا ويقوم الطحال بجملة الوظائف التالية : ( ١ ) جذب الطفيليلت التي تغزة الجسم وابادتها ، ( ٢ ) انتاج كرات الدم البيضاء ، ( ٣ ) انتاج كرات الدم الحمراء عند الضرورة ن اذ يقوم نخاع العظم بهذه العملية بالعادة وبذلك يقوم الطحال بعمليتين هامتين هما : ( A) – انحلال خلايا الدم Haemolytic or Haemolysis (B) انتاج خلايا الدم Haemopoietic

( ب ) – كما تتحد بلازما الدم ( مصل الدم ) Blood Plasma بنسبة اقل من الاوكسجين وتحمله مذابا بها .

بانتقال الدم المتحد بتركيز عالي من الاوكسجين من الحويصلات الهوائية الى مناطق استهلاكه بخلايا واجهزة الجسم المختلفة – حيث يقل بها تركيز الاوكسجين – ينتقل الاوكسجين من الدم الى الخلايا لاستخدامه في اكسدة المواد الغذائية في

العمليات الايضية يتم ذلك وفقا لخاصية تسمى خاصية الانتشار Diffusion وتعني الحركة التلقائية للجزيئات او الذرات من الوسط الاعلى تركيزا الى الوسط الاقل تركيزا ).

الزفير EXPIRATION :

يعقب سحب الهواء الجوي الى الرئتين هبوط عظام الصدر وانكماشها وكذلك تسطح عضلات جدار البطن ، وذلك بتاثير انبساط العضلات بين الضلوع وعضلة الحجاب الحاجز ، مما يسبب صغر حجم التجويف الصدري ، وبالتالي طرد الهواء من داخل الرئتين عبر الممرات التنفسية الى الخارج في حالة انبساط العضلات والحجاب الحاجز .

كنتيجة لاكسدة المواد الغذائية بخلايا الجسم ينتج عن ذلك ثاني اوكسيد الكاربون ويتم التخلص منه بالخلايا عن طريق :

( أ ) – اتحاد جزء صغير منه بالخلايا الحمراء بالدم وتكوين مركبا كيميائي يدعى الكاربامينوهيموكلوبين ( $Hbco_2$ ) Carbaminohaemoglobin .

( ب ) - وجزء اخر يحمل متحدا ببلازما الدم .

( ج ) – اما الجزء الاكبر فيتحد بثاني اوكسيد الكاربون مكونا ملح بيكربونات الصوديوم Sodium Bicarbonate وبذلك يحمل ثاني اوكسيد الكاربون في الدم الى الرئتين للتخلص منه في هواء الزفير .

بوصول مركب الكاربامينوهيموكلوبين وبيكربونات الصوديوم الى الحويصلات الهوائية – حيث تركيز ثاني اوكسيد الكاربون منخفض بها – فانه ينتقل من الدم الى الحويصلات الهوائية ومنها الى الشعيبات الى خارج الرئتين عبر الممرات الهوائية مختلطا بهواء الزفير ، وبذلك تكون الدورة التنفسية قد اكتملت دورتها ، وهذا ما يمكن ان ندعوه بالية التنفس او ميكانيكيته .

**ثانيا في حالة الجهد البدني IN THE PHYSICAL EFFORT CASE :**

نظرا لاضطراد زيادة حاجة الجسم الى المزيد من الاوكسجين في حالة الجهد البدني – وذلك لاكسدة المواد الغذائية للحصول على الطاقة اللازمة لاعادة بناء الـ ATP فان هنالك تغيرات كبيرة في حجم كل من الشهيق والزفير ، وما يتبع ذلك من اضطراد في عملية تبادل الغازات ، ويرتبط معدل الزيادة بكل من حجم ونوع العضلات العاملة اثناء المجهود ، وكذلك الاجهزة والاعضاء الحيوية ذات الاهمية

ومدى استجابتها ، ومثلها الجهاز العصبي ، والجهاز الهرموني ، والجهاز القلبي الوعائي ، والجهاز التنفسي ، وسطح الجلد ... الخ .

بشكل عام يرتبط معدل الزيادة في الاوكسجين المستهلك مع مكونات الحمل التدريبي او التنافسي من حيث الشدة والحجم والراحة البينية ولما كان للشدة اثرها الواضح من حيث التاثيرات الفسيولوجية على الجهاز التنفسي فيجب التمييز بين حالتين على النحو التالي :

( ١ ) – التاثيرات الفسيولوجية للحمل المعتدل الشدة – حيث تزداد الحاجة الى مضاعفة كمية الاوكسجين المستخلصة من ٢ الى ٤ مرات ضعف حالة الراحة ، ومثال ذلك في رياضة الاسكواش ، والتنس ، وتنس الطاولة ، واداء جملة تمرينات او جملة على احد اجهزة الجمباز .

( ٢ ) – التاثيرات الفسيولوجية للحمل العالي الشدة – حيث قد ترتفع كمية الاوكسجين المستهلك من نحو ٢٠ – ٣٠ مرة ضعف حالة الراحة ، ومثال ذلك في رياضات جري وسباحة المسافات الطويلة ، والتجديف والدراجات .

ملاحظة : شدة الحمل : تعني سرعة الاداء او وزن الثقل المستخدم

حجم الحمل : هو عدد مرات تكرار التمرين او زمن استمراره . هذا وتتناسب شدة الحمل عكسيا مع حجمه .

**الاحجام الرئوية PULMONARY VOLUMES :**

يمكن قياس الاحجام الرئوية باستخدام جهاز بسيط التركيب يسمى الاسبيروميتر Spirometer . كما يمكن باستخدام جهاز الاسبيروجراف Spirograph تسجيل منحنيات كل من الهواء الداخل الى الرئتين أي هواء الشهيق Inhalation ، والهواء الخارج من الرئتين وهو هواء الزفير Exhalation ، الى جانب احتياطي كل منهما ، في ضوء ما تقدم نجد ان هنالك اربعة احجام رئوية يمكن لنا قياسها وتكون في مجموعها اقصى سعة للرئتين :

**( ١ ) حجم هواء التنفس [حجم الهواء المد جذري ( T.V. ) TIDAL VOLUME ]**

هي كمية هواء الشهيق والزفير المتنفس في المرة الواحدة حيث يتراوح معدل ( عدد مرات ) التنفس Breathing Rate لدى الشباب البالغ ما بين ٣٥ – ٤٥ مرة / دقيقة اثناء التدريبات الرياضية الشاقة وقد تتراوح لدى اللاعبين الاولمبيين من الجنسين ما بين ٦٠ – ٧٦ مرة / دقيقة اثناء منافسات التزلج السريع Speed

Skating ، ايضا يسمى بالهواء الدوري او الحجم المد الجذري ويتراوح حجم هذا الهواء لدى الشخص البالغ ما بين ٣٥٠ – ٥٠٠ ملليلتر في المرة الواحدة في حالة الراحة وقد يصل الى نحو ١ لتر لدى البعض ويوضح الشكل ادناه منحنيات الحجم المد جذري والشهيق الزفير الهادئ ومقارنة بين الرجل والمراة من حيث عدد مرات التفس وحجم هواء التنفس والاوكسجين المستخلص ومتوسط كل منهم وذلك لدى الاشخاص البالغين Adults في حالة الراحة هذا ويتراوح معدل التنفس الطبيعي لدى الاطفال دون سن البلوغ ما بين ٢٠ – ٢٥ مرة / دقيقة .

| وجه المقارنة | الرجل | المرأة |
|---|---|---|
| عدد مرات التنفس | ١٤ - ١٨ | ١٦ – ٢٠ |
| متوسط عدد مرات التنفس | ١٦ | ١٨ |
| حجم هواء التنفس ( لتر / دقيقة ) | ٥.٥٩ – ٧.٦٥ | ٦.٨ - ٨.٥ |
| متوسط حجم هواء التنفس(لتر / د ) | ٦.٨ | ٧.٦٥ |
| حجم الاوكسجين المستخلص بالرئتين ( لتر / دقيقة ) حيث ان نسبة الاوكسجين تمثل ٢٠.٩٦ % من هواء التنفس ، وحجم الهواء المتنفس يتراوح ما بين ٣٥٠ – ٥٠٠ ملليلتر | ١.١٧ – ١.٦ | ١.٤٣ – ١.٧٨ |
| متوسط حجم الاوكسجين المستخلص لتر /د | ١.٣٩ | ١.٦١ |

اما في حالة التدريبات الشاقة Strenuous Exercises فيرتفع حجم هواء التنفس الى ما بين ٢ – ٣ لتر / مرة ، ويقدر الحجم المستهلك لدى الرياضيين الممارسين لرياضات التحمل Endurance Athletes بنحو ١٦٠ لتر / دقيقة ، وفي عدة دراسات وصل الى ٢٠٠ لتر / دقيقة ، وارتفع الى ٢٠٨ لتر / دقيقة لدى المحترفين من لاعبي كرة القدم عند التدريب على العجلة ، وعلى الرغم من هذه الاحجام الكبيرة فان حجم التنفس نادرا ما تخطى نسبة الـ ٥٥% من السعة الحيوية .

**( ٢ ) – الحجم الاحتياطي لهواء الشهيق INSPIRATORY RESERVE VOLUME**

يقصد به كمية الهواء التي يمكن استنشاقها علاوة على الكمية المستنشقة في الحالة العادية ، وهو ما يمكن ان نطلق عليه الحد الاقصى للشهيق او الحجم المكمل ، ويعرف بانه (( حجم الهواء المستنشق الاضافي )) ويتراوح حجمه ما بين ٢.٥ – ٣.٥ لتر تقريبا .

**( ٣ ) – الحجم الاحتياطي لهواء الزفير EXPIRATORY RESERVE VOLUME**

هو حجم الهواء الاضافي الخارج مع هواء الزفير ويعني كمية الهواء المطرودة علاوة على كمية هواء الزفير في الحالة العادية يعبر عنه باقصى زفير يمكن اخراجه ويتراوح حجمه ما بين ١ – ١.٥ لتر تقريبا لدى الشخص متوسط الحجم .

**( ٤ ) – الحجم المتبقي RESIDUARY OR RESIDUAL VOLUME :**

يعرف هذا الحجم بانه (( كمية الهواء المتبقية في الرئتين والممرات الهوائية بعد خروج هواء الزفير )) وهذه الكمية تسمى بالمتبقية نظرا لعدم خروجها مع هواء الزفير ، وتتراوح ما بين ١ – ١.٢ لتر تقريبا لدى الاناث ، وما بين ١.٢ – ١.٤ لتر تقريبا لدى الذكور .

من ناحية اخرى هنالك مسمى يطلقه البعض على الاجزاء التي يشغلها الحجم المتبقي من الهواء وهو المنطقة التشريحية الخاملة Anatomical Dead Spase ويقصد به الممرات الهوائية والرئتان ، وهذا التعبير يجانبه الصواب لان هذه المناطق نشطة وهوائها دائم التجدد ، وليست خاملة كما يصورها البعض ، بل انها تلعب دورا هاما بالحفاظ على التوازن فيما بين ضغط الهواء بالبيئة الداخلية ( الممرات الهوائية والرئتان ) وضغط الهواء بالبيئة الخارجية المحيطة بالجسم ، هذا بالاضافة الى ان اختلاط هواء البيئة الخارجية المحيطة الجاف البارد نسبيا ، والتي قد تصل درجة حرارته الى نحو ١٦ درجة مئوية او اقل ، الداخل الى الممرات الهوائية والرئتين بهواء الحجم المتبقي يكسبه الرطوبة والدفء حيث درجة حرارة الهواء داخل الجسم تتراوح ما بين ٣٠ – ٣٢ درجة مئوية مما يترك اثره على استمرار حيوية عمليات تبادل الغازات بالحويصلات .

يتم الاعتماد على هواء الحجم المتبقي في بعض الانشطة التي تتطلب حبس ( كتم ) النفس في بعض المواقف الحركية ومثلها في رياضة رفع الاثقال وخلال تنفيذ بعض الخطفات في المصارعة وتنفيذ الضربة الساحقة في الكرة الطائرة او التنس ، والطعن في السلاح والغطس والغوص تحت الماء ... الخ .

السعات الرئوية ( P.Cs ) PULMONARY CAPACITIES :

هنالك مجموعة من السعات الرئوية يجب الالمام بها ، نظرا لاهميتها في التقييم الوظيفي أي الفسيولوجي للحالة التدريبية ، ويطلق مسمى السعات الرئوية نظرا لاستخدامها كمعايير لقياس الوظائف الرئوية ، هذا وتقل هذه السعات لدى الاناث بنسبة تتراوح ما بين ٢٠ – ٢٥ % وتزيد لدى المدربين ، وهذه السعات هي :

**( ١ ) – سعة الشهيق (. I . C ) INSPIRATORY CAPACITY :**

هي اقصى حجم من الهواء يمكن استنشاقه علاوة على الشهيق في الحالة العادية ويقصد بالحالة العادية هنا وقت الراحة ويقدر حجم سعة الشهيق بنحو ٣.٥ لتر هواء.

( ٢ ) – السعة الوظيفية المتبقية FUNCTIONAL RESIDUAL CAPACITY :

هي عبارة عن كمية الهواء المتبقية بالرئتين والممرات الهوائية بعد اطلاق الزفير العادي وتقدر بنحو ٢.٤ لتر تقريبا لدى الذكور وبنحو ١.٨ لتر تقريبا لدى الاناث .

متوسط الاحجام والسعات الحيوية بالملليلتر :

| القياس | ذكور ٢٠ – ٣٠ سنة | اناث ٢٠ – ٣٠ سنة | ذكور ٥٠ – ٦٠ سنة |
|---|---|---|---|
| الحجم المد الجذري | ٦٠٠ | ٥٠٠ | ٥٠٠ |
| سعة الشهيق | ٣٦٠٠ | ٢٤٠٠ | ٢٦٠٠ |
| حجم احتياطي الشهيق | ٣٠٠٠ | ١٩٠٠ | ٢١٠٠ |
| حجم احتياطي الزفير | ١٢٠٠ | ٨٠٠ | ١٠٠٠ |
| السعة الحيوية | ٤٨٠٠ | ٣٢٠٠ | ٣٦٠٠ |
| الحجم المتبقي | ١٢٠٠ | ١٠٠٠ | ٢٤٠٠ |
| السعة الوظيفية المتبقية | ٢٤٠٠ | ١٨٠٠ | ٣٤٠٠ |
| السعة الرئوية الكلية | ٦٠٠٠ | ٤٢٠٠ | ٦٠٠٠ |

**العوامل المؤثرة في الاحجام والسعات الرئوية FACTORS WHICH EFFECT ON THE PULMONARY VOLUMES AND CAPACITIES :**

١- المرحلة العمرية ( السن ) .
٢- الطول والوزن والجنس .
٣- قوة وعضلات التنفس .

٤- عدد مرات التنفس بالدقيقة .
٥- عمق كل من الشهيق والزفير أي عمق التنفس Depth Breathing .
٦- التدريب الرياضي من حيث : أ – نوع النشاط الرياضي التخصصي .
ب - الحالة التدريبية للاعب . ج – العمر التدريبي للاعب .
٧- اختلاف وضع الجسم .
٨- العادات والطباع Habits .

تشير الكثير من الدراسات والبحوث الفسيولوجية في مجال التربية البدنية والرياضية ، الى ان الجهد البدني يترك اثرا كبيرا على اعضاء الجهاز التنفسي ، وان هنالك تغيرات بيوكيميائية Biochemical Changes ، وبيولوجية وفسيولوجية ، تصاحب الجهد البدني ، وبمعنى اخر تصاحب التغيرات البيوميكانيكية Biomechanical Changes المصاحبة للاداء الحركي في التدريب الرياضي ، يعتبر الجهاز التنفسي من الاجهزة الحيوية في التدريب الرياضي اذ يعبر تعبيرا واضحا عن الجهد البدني وما يصاحبه من احمال تدريبية مختلفة الشدة ، والجدول التالي يوضح متوسط كمية الهواء المستنشقة والاوكسجين المستخلص ( لتر / دقيقة ) باختلاف النوع ، الجنس ) وكذلك باختلاف نوع النشاط الرياضي الممارس ، هذا ويرتبط معدل الزيادة في حجم التهوية الرئوية بمعدل الزيادة في عمليات الاكسدة Oxidation Processes أي ان هنالك تناسبا طرديا فيما بين معدل التهوية الرئوية وعمليات الاكسدة ، ومن ناحية اخرى من المسلم به وجود ارتباطا طرديا فيما بين مكونات الحمل التدريبي او التنافسي وبين معدل تبادل الغازات Gases Exchange .

| النوع ( الجنس ) | الراحة | المشي | الجري | صعود الجبل |
|---|---|---|---|---|
| ذكر هواء | ٦.٨ | ١٧ | ٥١ | ٦٨ ــ ١١٣ |
| ذكر اوكسجين | ١.٤٣ | ٣.٥٦ | ١٠.٦٩ | ١٤.٢٥ ــ ٢٣.٦٨ |
| انثى هواء | ٧.٦٥ | ١٩ | ٥٧ | ٧٧ ــ ١٢٨ |
| انثى اوكسجين | ١.٦٠ | ٣.٩٨ | ١١.٩٤ | ١٦.١٤ ــ ٢٦.٨٣ |

يلاحظ ان الاوكسجين يمثل ٢٠.٩٦ % من حجم الهواء المستنشق تقريبا .

## تغيرات قابلية التنبيه المصاحبة للجهد البدني EXCITABILITY CHANGES WHICH ASSOCIATED WITH PHYSICAL EFFORT :

هنالك تغيران متميزان في قابلية تنبيه العمليات التنفسية احدهما عصبي والاخر كيميائي ، هنالك تغيران يصاحبان الجهد البدني ، وتظهر تاثيراتهما المختلفة على معدلات التنفس :

### ( ١ ) التغيرات العصبية NERVOUS CHANGES :

تظهر التغيرات كنتيجة لافعال منعكسة لا ارادية Reflex Actions :

ويقوم بتنظيمهما الجهاز العصبي الذاتي التلقائي عن طريق جهازيه الجهاز العصبي السمبثاوي ، والجهاز العصبي الباروسمبثاوي ، ويمكن ايجاز هذه التغيرات التي تعمل على زيادة معدل كل من سرعة وعمق التنفس على النحو التالي :

أ – تنبيهات عصبية لا ارادية ، تؤثر على المركز المنظم للعمليات التنفسية بالمخ .

ب – ارتفاع درجة حرارة الجسم ، وتاثيراتهما المنبهة لعمل الهايبوثلاموس بالمخ .

ج – اشارات عصبية صادرة عن كل من عضلة القلب Myocardium والرئتين.

د – اشارات عصبية صادرة عن المجموعات العضلية المشاركة في الجهد البدني .

**( ٢ ) التغيرات الكيميائية CHEMICAL CHANGES :**

هذه التغيرات تؤثر على مركز التنفس في المخ عن طريق الدم المار به ويتم ذلك بطريقة مباشرة او غير مباشرة عن طريق نهايات عصبية حسية ، واهم التغيرات التي تعمل على زيادة سرعة وعمق التنفس الاتي :

أ – زيادة نسبة حموضة الدم .

ب – نقص الاوكسجين في الدم Hypoxia .

ج – زيادة نسبة ثاني اوكسيد الكاربون ، وتؤثر على سرعة التنفس بطريقتين :

١ ) التاثير المباشر على مركز التنفس بالمخ Respiration Center .

٢ ) التاثير غير المباشر عن طريق المستقبلات الكيميائية Chemoreceptors .

**تبادل الغازات GASES EXCHANGE :**

تتم عمليات تبادل الغازات في الرئتين بالتعاون فيما بين الجهاز التنفسي والجهاز القلبي الوعائي ، حيث يستخلص الدم الاوكسجين في الشعيرات الدموية المحيطة بالحويصلات الهوائية ، وينقله الى الخلايا لاتمام العمليات الايضية ، ثم يقوم بنقل ثاني اوكسيد الكاربون من الانسجة الى الدم ، الذي يحمله الى الرئتين للتخلص منه في حالتي :

١ – في حالة الراحة .

٢ – في حالة الجهد البدني .

**اولا في حالة الراحة IN THE REST CASE :**

تسير خطوات التبادل الغازي وفقا لتسلسل سير العملية التالية :

١ ) انتقال الدم المحمل بثاني اوكسيد الكاربون في الدورة الرئوية ( الصغرى ) من الاذين الايمن للقلب الى البطين الايمن للقلب .

٢ ) دفع الدم من البطين الايمن الى الرئتين عبر الشريان الرئوي بتفرعاته .

٣ ) تبادل الغازات بين كريات الدم الحمراء بالحويصلات الرئوية والهواء الجوي الداخل الى الرئتين ، واتمام ما سبق ان اسميناه بالتنفس الخارجي External Respiration :ويتم ذلك وفقا لخاصية الانتشار Diffusion في العمليتين التاليتين اللتين تحدثان في نفس الوقت :

أ – امتصاص استخلاص الاوكسجين Oxygen Uptake باجمالي ١٩.٨ ملليلتر ( مل ) / ١٠٠ مل دم شرياني موزعة على النحو التالي :

- اوكسي هيموكلوبين $Hbo_2$ ١٩.٥ / ١٠٠ مل دم شرياني .
- ذائبا في البلازما ( مصل الدم ) plasma ٠.٣ مل / ١٠٠ مل دم شرياني .

ب – التخلص من ثاني اوكسيد الكاربون الناتج عن العمليات الايضية وذلك باجمالي ٥١.٨ مل / ١٠٠ مل دم وريدي موزعة على النحو التالي :

- كربامينوهيموكلوبين $Hbco_2$ ٣.٢ مل / ١٠٠ مل دم وريدي .
- بيكربونات $Hco_3$ ٤٥.٩ مل / ١٠٠ مل دم وريدي .
- ذائبا في البلازما ٢.٧ مل / ١٠٠ مل دم وريدي .

٤ ) حمل الاوكسجين في الدم الشرياني الى الاذين الايسر للقلب ومنه الى البطين الايسر ، ثم يتم ما يعرف بالتنفس الداخلي Internal Respiration .

٥ ) اكسدة المواد الغذائية واطلاق الطاقة اللازمة لاعادة بناء جزيئات الـ ATP ، ويطلق على هذه العملية مسمى التنفس الخلوي Cellular Respiration .

يعرض الجدول التالي لمقارنة بين النسب المئوية لمكونات كل من هواء الشهيق ، وهواء الزفير ، وهواء الحويصلات ، وذلك في حالة الراحة .

| الغاز | هواء الشهيق % | هواء الزفير % | الحويصـــــــلات الرئوية % |
|---|---|---|---|
| اوكسجين | ٢٠.٩٦ | ١٥.٨ | ١٤.٠ |
| ثاني اوكسيد الكاربون | ٠.٠٤ | ٤.٠ | ٥.٣ |
| نتروجين | ٧٩.٠٠ | ٨٠.٢ | ٨٠.٧ |

عن . King & Showers : Human Anatomy and Physiology , 1963

**ثانيا – في حالة الجهد البدني IN THE PHYSICAL EFFORT CASE :**

يسير معدل تبادل الغازات في حالة الجهد البدني بمعدل يختلف كليا وجزئيا عنها في حالة الراحة ، وان كان تسلسل سير العمليات لا يختلف على الاطلاق .

اهم التغيرات التي تصاحب الجهد البدني وتؤثر بالتالي على معدل التبادل الغازي :

١ – تضاعف نسبة الاوكسجين الممتص بالحويصلات الهوائية من ٥ الى ٦ اضعاف حالة الراحة ، في حالة الجهد البدني الشاق ، ويتسبب في هذه الزيادة :

( أ ) زيادة معدل الدفع القلبي – مما يؤدي الى زيادة كمية الدم المدفوعة بالشعيرات الدموية المحيطة بالحويصلات الهوائية .

( ب ) زيادة حجم التهوية الرئوية مما يؤدي الى تضاعف الاحجام الاحتياطية Reserve Volumes لكل من هواء الشهيق والزفير .

٢ – تضاعف نسبة ثاني اوكسيد الكاربون بهواء الحويصلات الرئوية بنسبة كبيرة تصل الى نحو ٢٠ ضعف نسبة الاوكسجين ، مما يؤدي الى استمرار تنبيه الافعال المنعكسة اللاارادية التي تعمل على زيادة حجم التهوية الرئوية وبالتالي التخلص من ثاني اوكسيد الكاربون كأحد المخلفات الايضية ، الى جانب امتصاص قدر اكبر من الاوكسجين اللازم لاستمرار العمليات الايضية .

**العوامل التي تؤثر على تبادل الغازات FACTORS WHICH EFFECT UPON GASES EXCHANGE :**

هنالك العديد من العوامل التي تؤثر على عمليات التبادل الغازي وبالتالي تؤثر على حجم كل من الاوكسجين المستخلص بالحويصلات ، وثاني اوكسيد الكاربون المطرود ، ويمكن تقسيم تلك العوامل المؤثرة الى مجموعتين رئيسيتين هما :

( ١ ) مجموعة تتصل بالتركيب التشريحي والعمل الوظيفي للحويصلات الرئوية .

( ٢ ) مجموعة تتصل بعمليات التبادل الغازي :

**اولا – العوامل التي تتصل بالتركيب التشريحي والعمل الوظيفي للحويصلات الرئوية :**

١ – سمك النسيج الرئوي pulmonary tissue المبطن للحويصلات الرئوية .

٢ – سمك غشاء كرات الدم الحمراء membrane of erythrocytes .

٣ – كمية بلازما الدم المارة بالحويصلات الرئوية .

٤ – مساحة مسطح التقابل بين الحويصلات والدم في الشعيرات الدموية .

ثانيا – العوامل التي تتصل بعمليات التبادل الغازي :

١ – التوافق فيما بين التهوية الحويصلية وسرعة تيار الدم ( الدورة الدموية ) .

٢ – انخفاض تركيز الاوكسجين concentration of $o_2$ بهواء الحويصلات .

٣ – ارتفاع مستوى عمليات الاكسدة واستهلاك الاوكسجين بالانسجة والاعضاء .

٤ – الانخفاض النسبي لتركيز الاوكسجين في الدورة الدموية بشكل عام .

٥ – ارتفاع تركيز ثاني اوكسيد الكاربون في الحويصلات الرئوية والدورة الدموية.

٦ – ارتفاع معدل تراكم حامض اللكتيك ( اللبنيك ) في العضلات العاملة .

ملاحظة بلازما الدم : هو السائل الاصفر الفاتح ( الباهت ) من الدم الذي تسبح به العناصر المكونة للدم ، والفرق بين البلازما والمصل هو احتواء البلازما على الفيبرينوجين المادة التي يتكون منها الياف الفبرين البروتينية عند تجلط ( تخثر ) الدم .

**تاثير الجهد البدني على التنفس THE EFFECT OF PHYSICAL EFFORT UPON RESPIRATION :**

هنالك عدة تاثيرات فسيولوجية تصاحب الجهد البدني ، وتختلف باختلاف مكونات الاحمال التدريبية ، وكذلك نوع النشاط الرياضي الممارس ، ومما لا شك فيه ان الجهد البدني يترك اثره الواضح على الجهاز التنفسي ، ومن اهم تلك التاثيرات :

١ – ارتفاع معدل تبادل الغازات من نحو ٢٠ الى ٣٠ ضعف حالة الراحة في حالة الجهد البدني المفرط ( الشاق ) Excessive Effort .

٢ – زيادة سرعة وعمق التنفس ، مما يؤدي الى زيادة معدل التهوية الرئوية زيادة كبيرة تتراوح ما بين ١٥٠ – ٢٠٠ لتر هواء او اكثر في الدقيقة لدى الرياضيين المتميزين Individual Athletes .

٣ – زيادة النشاط القلبي الوعائي Cardiovascular Activity ، مما يؤدي الى :

أ – ارتفاع معدل التهوية الرئوية . ب – زيادة شدة عمليات الاكسدة .

ج – زيادة كمية الاوكسجين المستخلصة ( الممتصة ) بالرئتين في الدقيقة .

د – زيادة حجم الدم المدفوع في الدورتين الدمويتين في الدقيقة .

٤ – ارتفاع معدل استهلاك الاوكسجين من ٢٥٠ – ٣٥٠ ملليلتر / دقيقة في حالة الراحة ، الى نحو من ٤٥٠٠ – ٥٠٠٠ ملليلتر / دقيقة في حالة المجهود .

٥ – زيادة تركيز الهيموكلوبين بالدم ، نتيجة لزيادة معدل افراز العرق ونقص الماء في الدم ، مما يؤدي الى زيادة قدرة الدم على الاتحاد بالاوكسجين .

٦ – زيادة معدل استخلاص الاوكسجين من الدم بالانسجة العضلية ، اذ تستخلص خلايا الجسم من ٦٠ – ٨٠ مل اوكسجين من كل واحد لتردم في حالة الراحة وترتفع هذه النسبة لتصل الى ١٥٠ مل او اكثر في حالة المجهود .

٧ – ارتفاع معدل استخلاص الاوكسجين بالحويصلات الرئوية كنتيجة لارتفاع معدل ثاني اوكسيد الكاربون وانخفاض كمية الاوكسجين بالعضلات العاملة اثناء المجهود .

جدول يوضح تاثير الجهد البدني على التنفس :

| التاثير الفسيولوجي | في حالة الراحة | في حالة الجهد |
|---|---|---|

| | | |
|---|---|---|
| ارتفاع معدل تبادل الغازات ( ضعف ) | --------- | ٢٠ ــ ٣٠ |
| معدل التهوية الرئوية ( لتر / دقيقة ) | ٦.٨ ــ ٧.٦٥ | ١٥٠ ــ ٢٠٠ |
| استهلاك الاوكسجين ( ملليلتر / دقيقة | ٢٥٠ ــ ٣٥٠ | ٤٥٠٠ ــ ٥٠٠٠ |
| استخلاص الاوكسجين بالخلايا العضلية ( ملليلتر / لتر دم ) | ٦٠ - ٨٠ | ١٥٠ او اكثر |

**التغيرات البيوكيميائية المصاحبة للجهد البدني BIOCHEMICAL CHANGES WHICH ASSOCIATED WITH PHISICAL EFFORT :**

ان العلاقة بين الجهاز التنفسي والجهاز العضلي تتحقق عن طريق نظام معقد يتماشى مع التغيرات الوظيفية في الاعضاء العاملة اثناء الجهد البدني ، وتدعى تلك التغيرات بالتغيرات البيوكيميائية BIOCHEMICAL CHANGES وتلعب تلك التغيرات دورا هاما خلال الجهد البدني ، وتعد من اهم تلك التغيرات الاتي :

١ ــ اثبتت التجارب ان هنالك علاقة وثيقة فيما بين كل من الزيادة في معدل استهلاك الاوكسجين ، ومكونات الحمل التدريبي او التنافسي .

٢ ــ تسبب زيادة تراكم حامض اللاكتيك بالعضلات زيادة حجم التهوية الرئوية خلال المجهود العنيف ، اذ يصل محتواه في الدم الى نحو ١٠٠ ملليجرام في كل ١٠٠ سم مكعب بينما هو في حالة الراحة يتراوح ما بين ١٠ ــ ١٥ مل .

٣ ــ يسبب ارتفاع معدل ثاني اوكسيد الكاربون في الدم استثارة مركز التنفس ، وكذلك الحال بالنسبة لتراكم حامض اللاكتيك ، مما يؤدي الى التنبيه الى زيادة معدل التنفس وعمق كل من الشهيق والزفير ، وبالتالي التخلص من ثاني اوكسيد الكاربون ، وتوفر الاوكسجين اللازم لاكسدة حامض اللاكتيك .

٤ ــ عودة حموضة الدم الى حالتها الطبيعية تقريبا في فترة استعادة الشفاء Recovery Period ، مع استمرار شدة عمليات التنفس حتى تتم عودة المستوى القلوي في الدم الى وضعه الطبيعي اذ يجب ان يظل ما بين ٧.٣ ــ ٧.٥ .

٥ ــ زيادة سرعة وعمق التنفس والكفائة القلبية الوعائية بفعل منعكس لا ارادي Reflex Action خلال الجهد البدني .

٦ ــ يزداد معدل استخلاص الاوكسجين بالرئتين وانتقاله في الدورة الدموية الكبرى أي الدورة الجهازية خلال الجهد البدني مما يحقق الاتي :

أ ــ زيادة عدد الشعيرات الدموية المغذية بالجهاز العضلي الارادي .

ب – زيادة سرعة دوران الدم بالدورتين : الدورة الدموية الصغرى والكبرى .

ج – زيادة معدل استخلاص الاوكسجين بالعضلات المشاركة في المجهود .

د – الزيادة الكبيرة في حجم التهوية الرئوية Pulmonary Ventilation .

٧ – زيادة عدد اجسام المايتوكوندريا ( بيوت الطاقة أو البطاريات التنفسية ) ، وحجم نشاطها بزيادة كمية الاوكسجين المستخلصة بالنسيج العضلي وبالتالي ارتفاع معدل اكسدة المواد الغذائية ، واطلاق الطاقة اللازمة لاعادة بناء الـ ATP .

٨ – زيادة السعة الحيوية لدى المدربين عنها لدى غير المدربين ، فتتراوح لدى غير المدرب ما بين ٤ – ٥ لتر ، اما لدى المدربين فتتفاوت من رياضة الى اخرى والجدول التالي يعرض عدد من الرياضات والسعات الحيوية للكل :

| نوع الرياضة | السعة الحيوية ملليلتر |
|---|---|
| التجذيف | ٥٤٥٠ |
| السباحة | ٤٩٠٠ |
| العاب القوى | ٤٧٥٠ |
| الجمباز | ٤٣٠٠ |
| رفع الاثقال | ٣٩٥٠ |

استنشاق الاوكسجين والتدريب الرياضي OXYGEN INHALATION BEFORE EXERCISE :

من المعروف ان النقص الحاد في الاوكسجين يسبب التوقف السريع للتدريب ، وليس من المستغرب ان نجد ان هنالك العديد من الدراسات قد اخذت على عاتقها اكتشاف ما اذا كان استنشاق كم اضافي من الاوكسجين بتركيز اعلى من الحالة العادية يساعد على استمرار الاداء الرياضي ام لا ؟ ! ان مثل هذه الدراسات اقترحت في النهاية استنشاق مزيجا غنيا من غاز الاوكسجين قبل واثناء وبعد التدريب :

استنشاق الاوكسجين قبل التدريب OXYGEN INHALATION BEFORE EXERCISE :

من الدراسات ما يشير الى ان استنشاق قدر اضافي من الاوكسجين قبل التدريب مباشرة ، يساعد على بذل جهد اضافي في التدريب ، وفي العادة يحتفظ الجسم بمخزونه من الاوكسجين في الدم ، وفي سوائل الجسم مرتبطا بالميوكلوبين Myoglobin هذا ويجب ان يكون مخزون العضلة من فوسفات الكرياتين والكلايكوجين مناسبا للامداد بالطاقة اللازمة لفترة الاستنشاق القصيرة الامد ، والتي تستمر في العادة لفترة تقل عن الدقيقة الواحدة .

يظهر الاثر الايجابي المصاحب لاستنشاق الاوكسجين قبل التدريب بفترة زمنية قصيرة ، فيؤدي الى حدوث التغيرات الفسيولوجية والنفسية التالية :

١ – عدم الرغبة في زيادة عدد مرات التنفس والحد من عمق الشهيق والزفير .

٢ – انخفاض حجم التنبيه العصبي بمركز التنفس في المخ ويرجع الى الاتي :

أ – ارتفاع مستوى الاوكسجين المختزل بالسوائل داخل الخلايا العضلية .

ب – انخفاض معدل ثاني اوكسيد الكاربون خلال عملية الاسنشاق .

٣ – توفر استجابات نفسية ايجابية مصاحبة لعملية الاستنشاق ، كأثر نفسي مصاحب لدى اللاعبين لمجرد ممارسة عملية الاستنشاق في حد ذاتها .

مما تقدم نجد ان استنشاق الاوكسجين قبل التدريب قد حقق بعض الفوائد ، ومن ناحية اخرى نجد ان عملية الاستنشاق هذه يجب ان تتم قبل المنافسة بنحو الدقيقة ، وان جميع المنافسات الرياضية تقريبا تستغرق فترات زمنية طويلة ، ونحتاج ايضا الى تعليمات تمهيدية كثيرة ، لذا فانه بعد القليل من الانفاس المتتابعة اثناء المنافسة ، نجد ان الاوكسجين المستنشق قد فقد تاثيره وبسرعة .

( ٢ ) استنشاق الاوكسجين اثناء التدريب OXYGEN INHALATION DURING EXSIRCISE :

لا يترك استنشاق الاوكسجين بتركيز عالي اثناء التدريب أي فائدة تذكر :

في حالة الانشطة التي تستغرق فترة زمنية اقل من الدقيقتين ويرجع ذلك الى ان :

١ – الوقود اللاهوائي Anaerobic Fuel يعد كافيا لحاجة الانشطة القصيرة المدى .

٢ – عدم الوصول بتدفق الدم الى حده الاقصى خلال فترة قصيرة من التدريب .

٣ – الحاجة الى توفر بعض الوقت ليتناسب تركيز ADP وعملية اعادة بناءه وتحويله الى ATP بالميتوكوندريا ، وكذلك توفر التنبيه الى استهلاك الاوكسجين .

يصاحب استنشاق الاوكسجين في التدريبات طويلة المدى عادة بالاتي :

( ١ ) زيادة القدرة على التحمل .

( ٢ ) الاحساس بسهولة ويسر الاداء .

( ٣ ) انخفاض معدلات التهوية .

( ٤ ) انخفاض مستوى حامض اللاكتيك .

( ٥ ) انخفاض معدلات القلب Heart Rates في حالة الجهد الاقل من الاقصى .

في حالة بذل اقصى جهد يزداد في العادة الحد الاقصى لاستخلاص الاوكسجين ليصل الى نحو ١٠ % فقط في حالة استنشاق تركيز عالي من الاوكسجين ، هذا وتشير دراسات حديثة الى انخفاض معدل استخلاص الاوكسجين ، وكذلك انتاج ثاني اوكسيد الكاربون ، لدى العينات التي استنشقت خليطا من الغاز الغني بالاوكسجي ، الى جانب ارتفاع مستوى التحمل ، مما يؤكد على الاثار الايجابية لعملية استنشاق الاوكسجين ، من ناحية اخرى يظن ان تحسن مستوى الاداء يرجع الى انخفاض العملياتالتنفسية وانخفاض انتاج حامض اللاكتيك ، هذا ويرجع انخفاض انتاج حامض اللكتيك الى الاتي :

١ – انخفاض معدل استخلاص الاوكسجين . Aerobic M التمثيل الغذائي الهوائي .

٢ – انخفاض معدل سحب واستهلاك الكلايكوجين Glycogen Consumption .

٣ – اكسدة حامض البيروفيك Pyruvic Acid بسهولة ويسر تامين .

من الاثار الجانبية لاستنشاق اللاعبين لتركيز عالي High Concentration من الاوكسجين ، انخفاض التهوية الرئوية ، وكذلك معدل القلب يفسر ذلك بتاثير المستوى العالي للاوكسجين على المستقبلات الكيميائية الشريانية Arterial CHemoreceptors وعلى مركز التنفس بالمخ .

اذ ما تطرقنا الى المنافسات الرياضية فاننا نجد ان حمل وحدة التغذية بالاوكسجين ، وهي علبة صغيرة الحجم قابلة للحمل ، لا تعد اسلوبا عمليا في المنافسات

Competitions ويمكن ان يتم ذلك في التدريب ن ولدى متسلقي الجبال ورجال الاطفاء وكذلك المرضى بالرئة والملازمين للفراش .

**( ٣ ) استنشاق الاوكسجين اثناء العودة الى الحالة الطبيعية ( الاستشفاء ) : OXYGEN INHALATION DURING RECOVER**

لقد ثبت ان استنشاق الاوكسجين مفيد فقط في مختلف الرياضات التي تتطلب سرعة عودة اللاعبين الى حالتهم الطبيعية ، وذلك استعدادا للمشاركة في المنافسات التالية ومثلها في الالعاب بانواعها ، وفي التصفيات الاولية لكل من المصارعة والملاكمة وسباحة المسافات القصيرة ، والتي يضطر معها اللاعب الى خوض اكثر من منافسة في اليوم الواحد ، او في فترات متقاربة .

على الرغم من انه من الشائع ان استنشاق الاوكسجين يساعد على سرعة العودة الى الحالة الطبيعية ( الاستشفاء ) في التدريب الرياضي الا ان هنالك استنتاجات علمية تاتي مناقضة لذلك ، ومن المرجح ان التاثيرات الايجابية positive effects لاستنشاق الاوكسجين في مرحلة العودة الى الحالة الطبيعية ترجع الى :

( أ ) العامل النفسي psychological factor .

( ب ) اكثر من العوامل الفسيولوجية physiological factors .

**التغيرات والتكيفات الفسيولوجية المصاحبة للجهد البدني ADAPTATIONS AND PHYSIOLOGICAL CHANGES WHICH ASSOCIATED WITH PHYSICAL EFFORT .**

سبق وان قدمنا للتغيرات والتكيفات الفسيولوجية المصاحبة للجهد البدني ، واشرنا الى كفاءة الجهاز التنفسي كأحد الاجهزة الهامة التي تتأثر بالجهد البدني وتؤثر في فعالية الاداء .

التغيرات والتكيفات الفسيولوجية الخاصة بالجهاز التنفسي الناجمة عن الجهد البدني:

اولا التغيرات الفسيولوجية PHYSIOLOGICAL CHANGES :

١ – زيادة السعة الحيوية .V.C وبالتالي زيادة حجم التهوية الرئوية .P.V.

٢ – زيادة الكفاءة الرئوية من حيث العمل الوظيفي والتركيب التشريحي .

٣ – زيادة سرعة وعمق التنفس ، وتناسب ذلك وحجم الجهد البدني المبذول .

٤ – سرعة التخلص من ثاني اوكسيد الكاربون كأحد مخلفات التمثيل الغذائي .

٥ – ارتفاع معدل استخلاص الاوكسجين بالحويصلات الرئوية والانسجة العضلية .

٦ – زيادة حجم نشاط اجسام الميتوكوندريا Mitochondria ( بيوت الطاقة ) .

ثانيا التكيفات الفسيولوجية PHYSIOLOGICAL ADAPTATIONS :

١ – سرعة الاستجابة للمنبهات العصبية اللاارادية بمرركز التنفس بالمخ .

٢ – سرعة انتقال الاشارات الحسية المنبهة من المستقبلات الكيميائية الى المخ .

٣ – سرعة عودة حموضة Acidness الدم الى حالتها القلوية Alkalinity .

٤ – عدم ظهور ظاهرة دين الاوكسجين Oxygen Dept المعوقة للاداء .

٥ – تناسب معدل استهلاك الاوكسجين ومكونات الحمل التدريبي او التنافسي .

٦ – سرعة العودة الى الحالة الطبيعية في مرحلة استعادة الشفاء ( عقب الاداء ).