الجهاز التنفسي

يتالف الجهاز التنفسي من :

1- المجاري التنفسية وتشمل :

أ – التجويف الانفي .

ب – البلعوم .

ج – الحنجرة .

د – الرغامي .

ه – القصبات الهوائية اليمنى واليسرى .

و – القصيبات .

ز – الحويصلات الهوائية .

2 – الرئتان .

3 – الاوعية الدموية الرئوية .

اعداد

م.م امير طلال

م.م سيف سعد

- الرئتان :
- كل رئة عبارة عن عضو مخروطي الشكل قمتها الى الاعلى وقاعدتها الى الاسفل وتتشابه الرئتان من حيث التركيب والوظيفة .
- وتكون الرئة اليسرى اصغر من اليمنى ، تتكون الرئة اليمنى من ثلاثة فصوص بينما الرئة اليسرى تتكون من فصين .
- تحاط كل رئة بغشاء رقيق يشبه الكيس يسمى غشاء الجنب ، ويتالف من طبقتين هما الجنب الحشوي الذي يمثل الطبقة الداخلية التي تحيط وتلتصق بالسطح الخارجي للرئة ويتحرك مع سطح الرئة عند دخول وخروج الهواء .
- اما الطبقة الثانية فهي الجنب الجداري والتي تمثل الطبقة الخارجية التي تبطن السطح الداخلي لتجويف القفص الصدري
- ويكون هذا الغشاء اسمك من الجنب الحشوي ولا يتحرك مع الرئة اثناء التنفس .
- ويفصل بين غشائي الجنب تجويف يسمى التجويف الجنبي .
- يغطى غشاء الجنب بطبقة رقيقة من سائل يفرز من قبل خلاياهما حيث يعمل كمزيت ليقلل الاحتكاك بين سطحي غشائي الجنب داخل تجويف الجنب .

- الاوعية الدموية الرئوية :
- يخرج الشريان رئوي من البطين الايمن وينقسم الى قسمين يدخل كل منهما الى رئة ويسير محاذيا للقصبة الهوائية ويتفرع مثل تفرعها حتى ينتهي في محيط الحويصلات الهوائية فيشكل حولها شبكة من الاوعية الدموية الشعرية الغزيرة .
- لذا فان نسيج الحويصلات يحتوي على اكبر امداد دموي في الجسم .
- ينتج عن اجتماع الشعيرات فروع وريدية تتلاقى فتشكل وريدين في كل رئة وتخرج الاوردة الرئوية الاربعة وتصب في القلب في الاذين الايسر

- عملية التنفس تتضمن :
- 1- التنفس الخارجي
- يمثل التبادل الغازي بين هواء الحويصلات والدم .
- 2- التنفس الداخلي
- يمثل التبادل الغازي بين الدم وخلايا الجسم .

- ميكانيكية التنفس
- تشمل عملية التنفس على عمليتين متعاقبتين هما :
- 1- عملية الشهيق
- الشهيق عملية ايجابية ، ففي حالة التنفس الهادئ الطبيعي تتقلص العضلات الخارجية بين الاضلاع مسببة حركة الاضلاع وعظم القص الى الاعلى والى الخارج مؤدية الى زيادة سعة الصدر من الامام للخلف وجانبا ، كما يتقلص الحجاب الحاجز مؤديا الى زيادة سعة الصدر عموديا او طوليا ويؤدي تقلص هذه العضلات وسعة الصدر الى انخفاض الضغط داخل الجنب من _ 2 الى _ 6 ملم / زئبق
- وتتوسع الرئتين لاشغال التجويف الصدري المتوسع وتؤدي هذه العملية الى انخفاض الضغط داخل الرئة بالمقارنة مع الضغط الجوي وبذلك ينتقل الهواء الى الرئتين .
- اما في حالة الشهيق العميق فأن الضغط داخل الجنب قد ينخفض الى قيمة تتراوح _ 30 ملم / زئبق .

- 2- عملية الزفير :
- الزفير عملية سلبية تحدث نتيجة لارتخاء العضلات الخارجية بين الاضلاع والحجاب الحاجز مما يؤدي الى صغر او قلة حجم التجويف الصدري وبالتالي زيادة الضغط داخل الجنب من _ 6 الى _ 2 ملم / زئبق ، وكذلك زيادة الضغط داخل الرئة ويؤدي هذا بالنتيجة الى خروج الهواء من الرئتين ، وفي حالة الزفير القصري او الاجباري فأن العضلات الداخلية بين الاضلاع قد تتقلص بشكل فعال وكذلك العضلات البطنية مؤدية الى زيادة الضغط داخل البطن والذي يساعد في دفع الحجاب الحاجز الى الاعلى .
- يكون وقت الشهيق اطول من وقت الزفير ، كما نلاحظ حدوث توقف عند نهاية الشهيق
- يتراوح معدل التنفس عند الرجل السوي 12 – 18 مرة بالدقيقة ويزداد هذا المعدل في حالات الحرارة والجهد البدني والانفعالات .
- ويكون معدل التنفس مرتين اكثر لدى النساء مقارنة بالرجال بسبب صغر حجم التجويف الصدري لدى النساء مقارنة بالرجال .

الحجوم والسعات الرئوية

- **اولا الحجوم الرئوية**
- 1- حجم التنفس الطبيعي : يمثل حجم الهواء المأخوذ بعملية الشهيق او الزفير الاعتيادي ويبلغ هذا الحجم 0.5 لتر .
- 2- الحجم الاحتياطي للشهيق : يمثل اقصى كمية من الهواء يمكن اخذها بعملية الشهيق بعد الشهيق الاعتيادي ويبلغ هذا الحجم 2.5 – 3.5 لتر .
- 3- الحجم الاحتياطي للزفير : يمثل اقصى كمية من الهواء يمكن طرحها بعملية الزفير بعد الزفير الاعتيادي ويبلغ هذا الحجم 1 – 1.5 لتر .
- 4- الحجم المتبقي : يمثل كمية الهواء المتبقية في الرئتين بعد اقصى زفير ويبلغ هذا الحجم 1.2 لتر .
- **ثانيا : السعات الرئوية**
- 1- السعة الكلية للرئتين : تمثل كمية الهواء الموجودة في الرئتين بعد اقصى شهيق .
- السعة الكلية للرئتين = حجم التنفس الطبيعي + الحجم الاحتياطي للزفير + الحجم المتبقي .
- 2- السعة الحيوية : تمثل اقصى كمية من الهواء يمكن طرحها بهواء الزفير بعد اقصى شهيق .
- السعة الحيوية = حجم التنفس الطبيعي + الحجم الاحتياطي للزفير + الحجم الاحتياطي للشهيق .
- 3- السعة الوظيفية المتبقية : تمثل كمية الهواء المتبقية في الرئتين بعد نهاية الزفير الاعتيادي .
- السعة المتبقية الوظيفية = الحجم الاحتياطي للزفير + الحجم المتبقي .
- 4- السعة الشهيقية : تمثل اقصى كمية من الهواء يمكن اخذها بهواء الشهيق بعد زفير اعتيادي
- السعة الشهيقية = حجم النفس الطبيعي + الحجم الاحتياطي للشهيق .
- 5- الحيز الميت التنفسي : يمثل الحيز الموجود في الممرات التنفسية والذي يحتوي على الهواء الذي لا يتبادل مع الدم في الاوعية الشعرية الرئوية ويبلغ حجمه 150 مل .

- **الضغوط الجزيئية للغازات**
- ان الضغط الجزيئي لأي غاز هو ذلك الضغط الذي يسلطه هذا الغاز في مزيج من الغازات .
- يتألف الهواء الجوي من الغازات الاتية : الاوكسجين 21 % ، ثنائي اوكسيد الكربون 0.04 % ، النيتروجين 78 %
- بقية الغازات الخاملة 0.92 % ، ويتراوح الضغط الجوي عند مستوى سطح البحر 760 ملم / زئبق (1 جو) .
- الضغط الجزيئي = الضغط الجوي * النسبة المئوية لذلك الغاز / 100
- **التبادل الغازي**
- تتضمن عملية التبادل الغازي نوعين من التبادل اذ يطلق على التبادل الغازي في الرئتين بين هواء الحويصلة والدم بالتبادل الرئوي ، اما تبادل الغازات بين الدم وخلايا الجسم فيطلق عليه التبادل النسيجي
- ويعتمد التبادل الرئوي والنسيجي على اختلاف الضغوط الجزيئية للاوكسجين ولثنائي اوكسيد الكربون بين هواء الحويصلات الرئوية والدم في الشعيرات الدموية الرئوية في التبادل الرئوي أما في التبادل النسيجي فيعتمد على الضغط الجزيئي لكلا الغازين بين خلايا الجسم والدم في الشعيرات الدموية المحيطة بخلايا الجسم .

- **التبادل الرئوي**
- هي عملية تبادل الغازات التي تتم بين الهواء الذي يملأ تجاويف الحويصلات وبين الدم الذي يجري في شبكة الشعيرات الدموية المحيطة بجدار هذه الحويصلات ، وتتم هذه العملية بواسطة الأنتشار خلال غشائين رقيقين يفصلان هواء الحويصلات عن الدم .
- يوجد بين هذين الغشائين سائل بيني ، ويطلق على الغشائين والسائل البيني اسم الاغشية التنفسية .
- تتم عملية التبادل الرئوي عندما ينشأ على جانبي هذين الغشائين فرق في الضغط الجزيئي لغاز الاوكسجين وثنائي اوكسيد الكربون في هواء الحويصلات ودم الشعيرات الدموية المحيطة بالحويصلات وكما يأتي :
- 1- يكون الضغط الجزيئي للاوكسجين في هواء الحويصلات 100 ملم / زئبق ولثنائي اوكسيد الكاربون 40 ملم/زئبق
- 2- يكون الضغط الجزيئي للاوكسجين في دم الشعيرات الدموية المحيطة بالحويصلات 40 ملم / زئبق .
- ولثنائي اوكسيد الكربون 46 ملم / زئبق .
- وبما ان جزيئات اي غاز تنتشر تبعا للفرق في ضغطه الجزيئي على جانبي الغشاء فأن النتيجة الحتمية هي انتقال الاوكسجين من الحويصلات الى الدم وثنائي اوكسيد الكربون من الدم الى الحويصلات .
- ان اي حالة مرضية تؤدي الى زيادة السائل البيني الموجود بين الغشائين او زيادة في سمك الغشائين وتحولهما الى نسيج ليفي يمكن ان تؤثر على عملية التبادل الغازي بين الحويصلات والشعيرات الدموية .

- **التبادل النسيجي**
- وهي عملية تبادل الغازات بين الدم وخلايا الجسم وهي عكس العملية التي تحدث في الرئتين ، حيث تكون الضغوط الجزيئية للغازات كما يأتي :
- 1- يكون الضغط الجزيئي للاوكسجين في الدم الواصل الى الشعيرات الدموية المحيطة بخلايا الانسجة 104 ملم / زئبق
- بينما يكون لثنائي اوكسيد الكربون 40 ملم / زئبق .
- 2- يكون الضغط الجزيئي للاوكسجين في خلايا الانسجة 40 ملم / زئبق بينما يكون الضغط الجزيئي لثنائي اوكسيد الكربون 45 ملم / زئبق ، وتتم عملية تبادل الغازات تبعا لفرق الضغط بواسطة الانتشار عبر الجدار الرقيق للشعيرات الدموية حيث ينتقل الاوكسجين من الدم الى الخلايا بينما ينتقل ثنائي اوكسيد الكربون من الخلايا الى الدم .

- **العوامل المؤثرة في انتشار الغازات :**
- 1- نضوحية الغشاء التنفسي .
- 2- المساحة السطحية .
- 3- الضغوط الجزيئية للغازات في الدم والحويصلات .
- 4- حجم الدم المعرض للحويصلات الرئوية .
- 5- ذوبان الغازات .

تنظيم التنفس

- **اولا : السيطرة العصبية على التنفس**
- **هناك اليتين عصبيتين لتنظيم التنفس هما :**
- 1- الجهاز الارادي الذي يقع في قشرة المخ حيث يرسل نبضات عصبية عن طريق الخلايا العصبية الحركية التنفسية بواسطة الحزم القشرية الشوكية .
- 2- الجهاز الذاتي (المركز التنفسي) ويقع في منطقتين في الدماغ الجسر والنخاع المستطيل .
- ويتكون المركز التنفسي من مجموعة من الخلايا العصبية الواقعة في الجسر والنخاع المستطيل .
- ويتألف المركز التنفسي من اربعة اقسام هم :
- أ – مجموعة الخلايا العصبية الظهرية التنفسية (المركز الشهيقي) .
- تقع في النخاع المستطيل ويؤدي تحفيزها الى احداث عملية الشهيق فقط .
- ب – مجموعة الخلايا العصبية التنفسية البطنية
- تقع في النخاع المستطيل ويؤدي تحفيز قسم من هذه الخلايا الى احداث عملية الشهيق ، اما تحفيز القسم الاخر فيؤدي الى احداث عملية الزفير وتعمل هذه الخلايا في حالات النشاط التي تستلزم مستويا ت عالية من التهوية الرئوية .
- ج – مركز النيوموتاكسك .
- يقع في منطقة الجسر ويعمل على تثبيط فعالية الشهيق اما من خلال مركز الابينوستيك او من خلال التأثير المباشر على المركز الشهيقي .

- د – مركز الابينوستيك .
- يقع في منطقة الجسر ويعمل على تحفيز عملية الشهيق ، وتثبط فعالية هذا المركز من خلال مركز النيوموتاكسك .

- **ثانيا : السيطرة الكيمياوية على التنفس :**
- هناك ثلاث عوامل كيميائية تنظم التهوية الرئوية هي :
- 1- الضغط الجزيئي للاوكسجين .
- 2- الضغط الجزيئي لثنائي اوكسيد الكربون .
- 3- تركيز ايونات الهيدروجين .
- ان تأثير هذه العوامل يتم من خلال نوعين من المستقبلات الكيمياوية وهي :
- **أ- المستقبلات الكيمياوية المركزية**
- تقع في السطح البطيني للنخاع المستطيل وتكون عالية الحساسية للتغيرات الحاصلة في ثنائي اوكسيد الكربون في الدم او تركيز ايونات الهيدروجين .
- **ب- المستقبلات الكيمياوية المحيطية**
- تتحفز عند انخفاض الضغط الجزيئي للاوكسجين حيث تكون اكثر حساسية للتغيرات الحاصلة في الضغط الجزيئي للاوكسجين و اقل حساسية للتغيرات الحاصلة في الضغط الجزيئي لثنائي اوكسيد الكربون وتركيز ايونات الهيدروجين .

- وتتكون من مجموعتين :
- 1- الاجسام السباتية التي تقع عند منطقة تفرع الشرايين السباتية العامة .
- 2- الاجسام الابهرية التي تقع في القوس الابهري .

- **التغيرات الفسلجية الناتجة عن التدريب الرياضي في الجهاز التنفسي**
- 1- زيادة معظم حجوم الرئة .
- 2- زيادة كفاءة ومطاولة العضلات التنفسية .
- 3- زيادة مساحة سطح التبادل الغازي .
- 4- زيادة الحد الاقصى لاستهلاك الاوكسجين .
- 5- زيادة التهوية الرئوية القصوى وفعاليتها .

- **التهوية الرئوية**
- تمثل كمية الهواء المأخوذة بعملية الشهيق في الدقيقة الواحدة وتسمى ايضا بتهوية الدقيقة
- وتتراوح التهوية الرئوية في حالة التنفس الهادئ في اثناء الراحة 6 لتر / دقيقة ، وان زيادة عمق التنفس او معدل التنفس او كلاهما ستؤدي الى زيادة تهوية الدقيقة ، وفي حالة التمرين المجهد يزداد معدل التنفس في الشخص اليافع الى 35-45 نفس / دقيقة ، وقد يصل معدل التنفس الى 60 نفس / دقيقة لدى الذكور و 76 نفس / دقيقة في الاناث في اثناء التمرين القصوي للتزلج الاولمي السريع ، ويعد وصول حجم النفس الطبيعي الى 2 لتر / دقيقة او اكثر من الامور المألوفة في اثناء التمرين .
- ويمكن حساب التهوية الرئوية كما يأتي :
- التهوية الرئوية = معدل التنفس * حجم النفس الطبيعي

- **التهوية الرئوية في اثناء التمرين**
- ان الفعالية البدنية تؤثر على استهلاك الاوكسجين وتكوين ثنائي اوكسيد الكربون ، ففي اثناء التمرين تنتقل كميات كبيرة من الاوكسجين من الحويصلات الى الدم الوريدي الراجع من الرئتين كما وان كميات معينة من ثنائي اوكسيد الكربون تنتقل من الدم الى الحويصلات ، لذا تزداد التهوية الرئوية للمحافظة على التراكيز المناسبة للغازات في الحويصلات لمواجهة عمليات التبادل المتزايدة في الاوكسجين وثنائي اوكسيد الكربون ففي حالة التمرين الخفيف والمعتدل ذو المعدل الثابت تزداد التهوية بشكل خطي مع استهلاك الاوكسجين وتتراوح ما بين 20 – 25 لتر من الهواء لكل لتر من الاوكسجين المستهلك ، وبهذه الطريقة من تنظيم التهوية تحدث تهوية كاملة للدم وذلك لبقاء الضغط الجزيئي للأوكسجين ولثنائي اوكسيد الكربون في الحويصلات قرب قيم الراحة .

- **التغيرات التي تحدث في التهوية الرئوية اثناء التمرين**
- **اولا : التغيرات في التهوية الرئوية قبل بدء التمرين**
- تحدث زيادة في التهوية الرئوية ، ولا يكون لهذه الزيادة علاقة بالتمرين ، والسبب المحتمل لهذه الزيادة هي الاشارات الناتجة عن تحفيز القشرة المخية عن توقع الفرد الرياضي لما سيقوم به من عمل عضلي .

- **ثانيا : التغيرات في التهوية الرئوية خلال التمرين**
- **هناك تغيران رئيسيان يحدثان في التهوية الرئوية هما ما يأتي :**
- 1- بعد بدء التمرين تحدث زيادة سريعة في التهوية خلال الثواني الاولى من بدء التمرين ومن المحتمل ان تكون هذه الزيادة ناتجة عن الاشارات العصبية التي تنشأ من المستقبلات الموجودة في العضلات والمفاصل نتيجة العمل العضلي .
- 2- يتحول الارتفاع السريع في التهوية الرئوية الى ارتفاع تدريجي بعد استمرار الفعالية الرياضية ، ويأخذ هذا الارتفاع المستوى الافقي في التمارين التي تمتاز بالشدة شبه القصوى كما في المسافات الطويلة ، اما في التمارين التي تمتاز بالشدة القصوى فان ذلك يعتمد على طول المسافة فكلما قصرت المسافة كان الارتفاع التدريجي الى الاعلى وكلما زادت المسافة فان الارتفاع التدريجي يتجه الى اليمين اي يكون اكثر افقية كما في عدو 100 و 400 متر .

- **ثالثا : التغيرات في التهوية الرئوية في فترة الراحة (استعادة الشفاء)**
- يحدث خلال فترة الراحة (استعادة الشفاء) التغيرين الرئيسيين الاتيين :
- 1- يحدث انخفاض مفاجئ في التهوية الرئوية بعد توقف التمرين مباشرة بسبب توقف الاشارات العصبية القادمة من المستقبلات العضلية والمفصلية 0
- 2- يحدث اخفاض متدرج بطئ بعد الانخفاض المفاجئ في التهوية الرئوية الى ان يصل الى القيمة التي كانت عليها اثناء الراحة ويكون سبب هذا التغير هو التناقص في المنبهات الكيميائية الناتجة عن تناقص انتاج co2 باتجاه القيم الطبيعية .