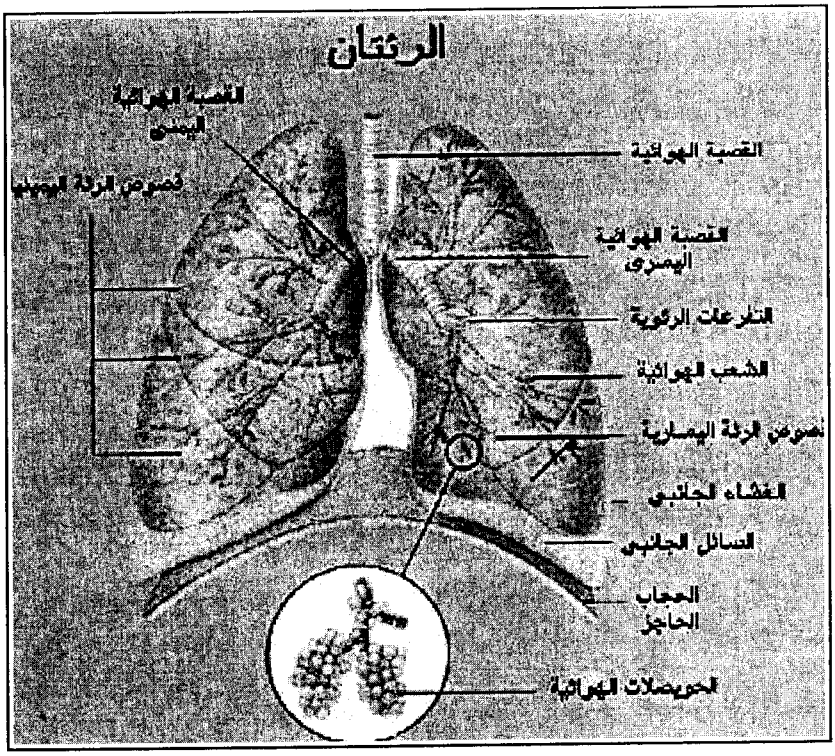
الفصل الثالث

الجهاز التنفسي

الجهاز التنفسي RESPIRATORY SYSTEM

يقوم الجهاز التنفسي بنقل الغازات إلى داخل وخارج الجسم من خلال عملية تبادل الغازات وذلك من خلال عملية تبادل الغازات والتي ينتج عنها والأكسجين وثاني أكسيد الكربون من المحيط الخارجي لداخل الأنسجة والخلايا بعملية، ينتج عنها نقل الأكسجين والهيموجلوبين عن طريق الدم إلى خلايا الجسم، وكذلك نقل ثاني أكسيد الكربون من الأنسجة والخلايا إلى خارج الجسم، ويتم ذلك عن طريق هيموجلوبين الدم وغالبية كرات الدم الحمراء، وتمر عمليات التنفس في الإنسان بالمراحل التالية:

١. مرحلة انتقال الهواء في المحيط الخارجي للجهاز التنفسي.
٢. مرحلة انتقال الهواء بما يحويه من أكسجين عبر مكونات الجهاز التنفسي إلى الدم.
٣. مرحلة نقل الأكسجين عبر الدم إلى أنسجة الجسم.
٤. عملية أيض الغذاء وتكوين الطاقة ATP في وجود الأكسجين بعملية الأكسدة الفسفورية.

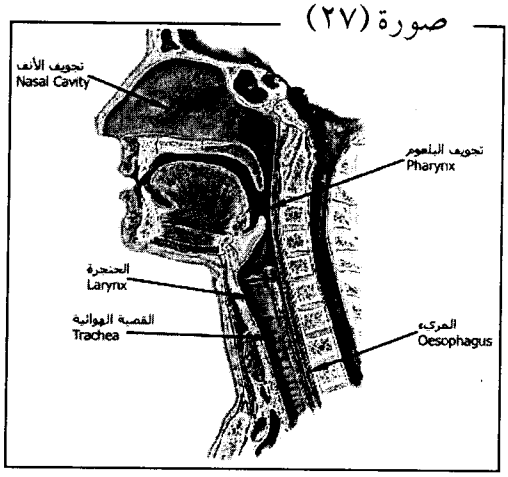


صورة (٢٦)

تركيب الجهاز التنفسي ANATOMY OF RESPSYST

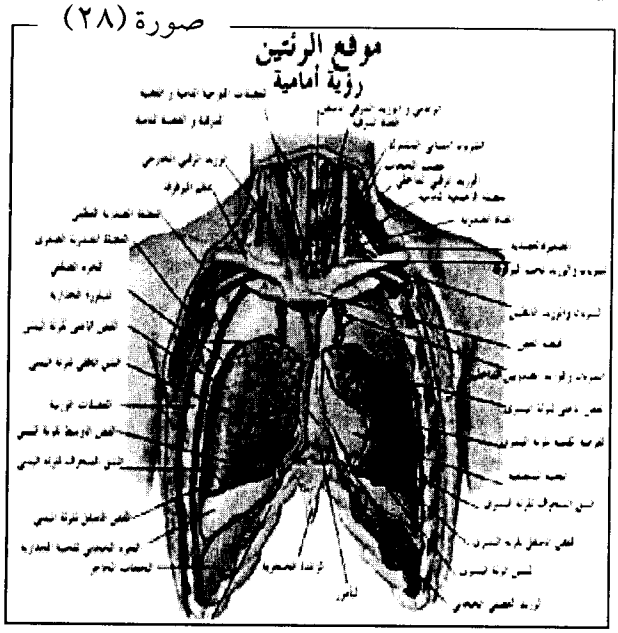
يشمل الأنف، ثم البلعوم، فالحنجرة، فالقصبة الهوائية، فالشعبتين الهوائيتين، ثم الحويصلات الهوائية.

صورة (٢٧)



وتشمل وظائف الجهاز التنفسي: وظائف تنفسية وغير تنفسية.

صورة (٢٨)



١. تكييف الهواء وجعله مناسبًا لدرجة حرارة الجسم أثناء الجو الحار والبارد

٢. تخليص هواء الشهيق من الشوائب بواسطة الشعر والأغشية المخاطية بالأنف.

٣. حجز الميكروبات عن طريق الخلايا الطلائية والأغشية المخاطية بالأنف والقصبة الهوائية.

٤. التخلص من المواد الغريبة والشوائب عن طريق العطس والسعال وهي

منعكسات تنفسية.

٥. توصيل الأكسجين من المحيط الخارجي للرئتين بعملية الشهيق، وخروج ثاني أكسيد الكربون أثناء الزفير.

٦. إصدار الأصوات عن طريق الحنجرة.

٧. تنظيم الأس الهيدروجيني أي تفاعل الدم.

٨. تنظيم درجة حرارة الجسم.

٩. تخليص الجسم من بعض الجلطات الصغيرة.

١٠. إنتاج بعض الهرمونات، وكذلك إنتاج المادة الصابونية المؤدية لتوسيع الرئة.

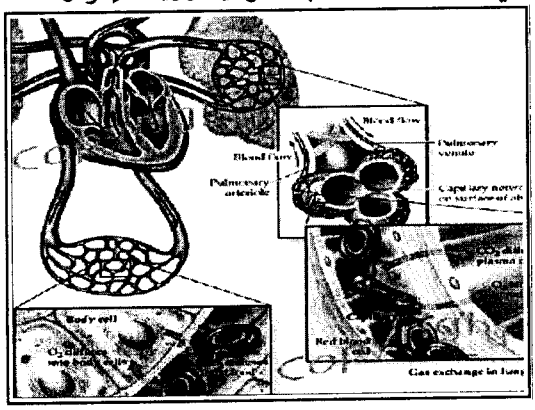
تبادل الغازات : GAS EXCHANGE

يتم تبادل الغازات ما بين الرئة والدم، وكذلك ما بين الدم وأنسجة الجسم المختلفة، عن طريق اختلاف ضغط الغاز، نظرًا لاختلاف الضغط الجزئي بالأكسجين.

حيث إن ضغط غاز الأكسجين الجزئي في الحويصلات الهوائية ١٠٠ مم زئبق ويقل هذا الضغط في الشرايين الرئوية.

كما أن الضغط الجزئي لثاني أكسيد الكربون في الأنسجة يرتفع عن الدم فينتقل من الأنسجة للدم ومنه للحويصلات الهوائية بالرئة «٤٦ مم زئبق - ٤٠ مم زئبق».

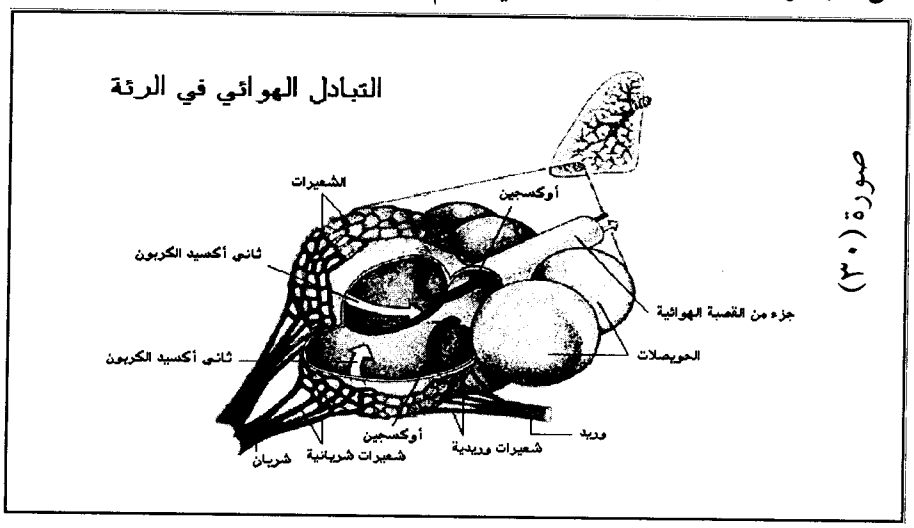
ويغذي الجهاز التنفسي الجهاز العصبي الذاتي، وهو العصب الحائر «العاشر» الباراسمبثاوي، ويؤدي إلى ضيق الشعب الهوائية وزيادة إفراز الغشاء المخاطي.



صورة (٢٩)

أما الجهاز السمبثاوي فيؤدي إلى توسيع الشعب الهوائية، كما يغلف الرئة الغشاء البللوري، وهو من طبقتين خارجيتين وطبقة داخلية. والضغط داخل التجويف البلوري سالب ويقل عن الضغط الجوي، ويساعد على حركات التنفس. كما يجعل الرئة منتفخة وغير منكمشة، كما يساعد على عودة الدم للقلب وكذلك السائل الليمفاوي إلى القناة الصدرية.

وتعتمد حركة القفص الصدري على عضلات ما بين الضلوع، وتسمى عضلات التنفس، كما يوجد الحجاب الحاجز الذي يقوم بدور فعال في عملية التنفس.



صورة (٣٠)

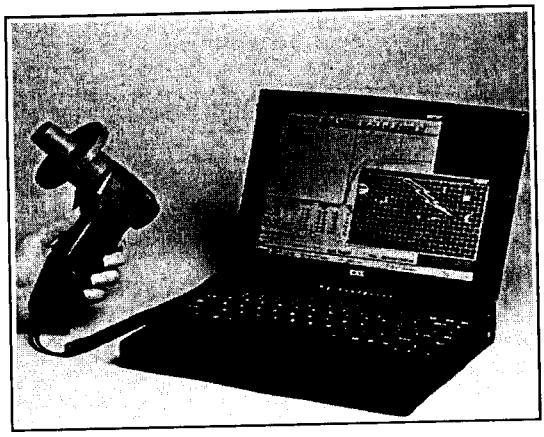
الأحجام والسعات الرئوية resp volumes and capacities وتقاس بمقياس التنفس spirometer

١. حجم التنفس العادي = ١/ ٢ لتر وهو حجم الهواء، الذي يدخل الرئة أثناء الشهيق العادي، وكذلك الزفير، ويتم أثناء الراحة.

٢. الحجم الاحتياطي للزفير = حوالي لتر، وهو أقصى حجم يطرد من الرئة مع الزفير العادي.

٣. الحجم الاحتياطي للشهيق = ٣ لترات أقصى حجم من الهواء بعد نهاية الشهيق العادي.

٤. حجم الهواء الميت = ١٠٢٠٠ لتر حجم الهواء المتبقي بالرئة بعد أقصى زفير، ولا يمكن خروجه من الرئة تحت الظروف العادية.



صورة (٣١)

السعة الحيوية ٤٥٠٠ لتر vital capacity

أقصى حجم من الهواء يخرج من الرئة بعد أقصى شهيق، وهو محصلة:

حجم النفس العادي = ٥٠٠ مم.

أقصى شهيق احتياطي = ٣٠٠٠ مم.

أقصى زفير احتياطي = ١٠٠٠ مم.

حجم التنفس الكلي = ٤٥٠٠ لتر.

العوامل التي تؤثر على السعة الحيوية:

١. حالة الرئة من حيث المرونة، أي كلما زادت المرونة تحسنت السعة الحيوية.

٢. حالة القفص الصدري : أي مرض أو تشوه به يقلل السعة الحيوية.

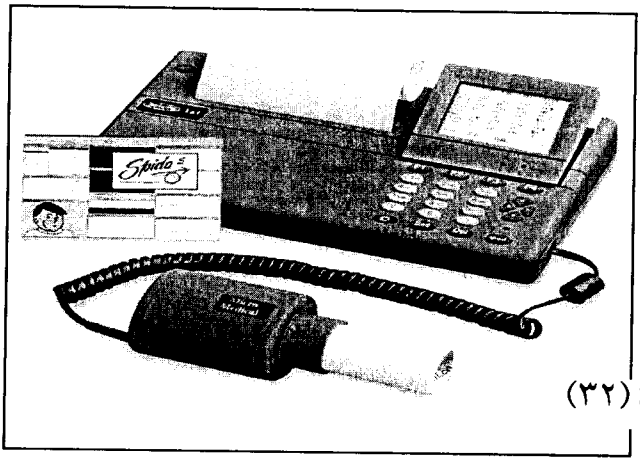
٣. الممرات التنفسية من حيث كونها ضيقة.. فإن السعة الحيوية في هذه الحالة تقل، كما أنها تزداد مع زيادة سعة الممرات التنفسية.

٤. الحجاب الحاجز يؤثر على السعة الحيوية، ففي حالات النوم تقل السعة الحيوية نتيجة ضغط الاحشاء.

٥. وضع الجسم يؤثر على السعة الحيوية، حيث تقل أثناء الجلوس وتزداد مع الحركة.

٦. قوة عضلات التنفس تؤثر بالإيجاب على السعة الحيوية، وتقل السعة الحيوية مع إصابة هذه العضلات أو ضمورها.

٧. تقل السعة الحيوية لغير الرياضيين وكذلك للإناث وصغار السن.



صورة (٣٢)

السعة الرئوية الكلية total lung caplity

حجم الهواء بعد أقصى شهيق، وتساوي حوالي ٥٠٧ لتر مع حجم التنفس والهواء الميت وحجم الزفير الاحتياطي.

السعة التنفسية القصوي في الدقيقة

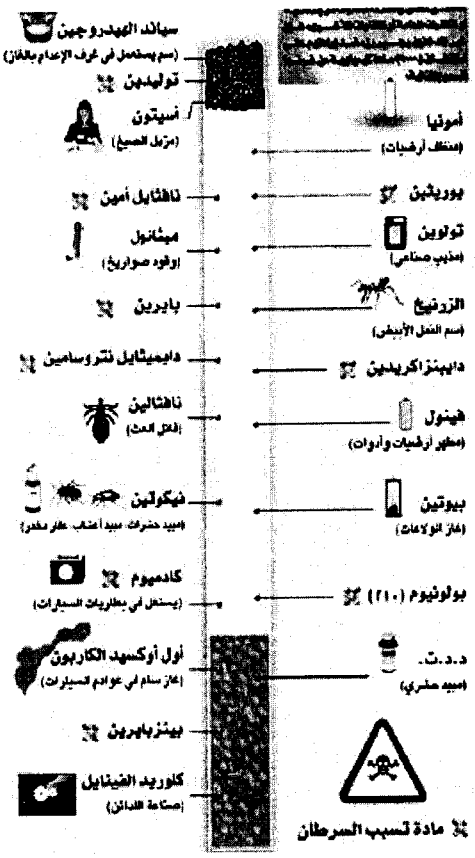
ويمثل أقصى حجم هواء تنفس في الدقيقة، وتصل إلى ١٤٠ لتر / دقيقة.

حجم الفراغ الميت التشريحي Anatomic Dead Space

وهو عبارة عن الجزء من الهواء، الذي لا يستفاد منه أثناء تبادل الغازات بين الرئة والدم، ويساوى وسطيًا ١٥٠ سم^{3}، ويوجد في جزء من الجهاز التنفسي غير المشارك في عملية تبادل الغازات. وحجم الفراغ الميت داخل الحويصلات يسمى حجم الفراغ الميت للحويصلات، وجمع حجم الفراغ الميت التشريحي وحجم الفراغ بالحويصلات

يسمى بالفراغ الميت الوظيفي.

صورة (٣٣)



العوامل التي تؤثر على تنظيم التنفس

هناك مجموعة من العوامل التي تساهم في تنظيم التنفس، منها:

١. درجة حرارة الجسم أو الجو المحيط وتؤثر على سرعة التنفس.

٢. الجهاز العصبي- تأثر الجهاز السمبتاوي لأسباب عصبية أو نفسية أو مرضية، يؤدي إلى سرعة التنفس.

٣. عوامل كيميائية، مثل: تغير تفاعل الدم أثناء المجهود، أو نقص الأكسجين وزيادة ثاني أكسيد الكربون... كلها عوامل تزيد من سرعة التنفس، ويوجد المركز الخاص بكل من الشهيق والزفير في النخاع المستطيل والعلاقة بينهم تبادلية، أي عند عمل أحدهما يتوقف الآخر.

وفعند إثارة مركز الشهيق لتنبيه عضلات التنفس للعمل يتم الانقباض ودخول الهواء إلى الحويصلات، وفي الوقت نفسه يقف عمل مركز الزفير عن العمل. وعند عمل مركز الزفير، يعود القفص الصدري لوضعه الطبيعي وكذلك الحجاب الحاجز، ويتم طرد الهواء من الحويصلات الهوائية.

ضيق التنفس

صورة (٣٤)

ويرجع هذا الضيق التنفسي إلى أسباب مختلفة، منها: الناحية النفسية والعصبية بسبب نشاط العصب الحائر، وكذلك نتيجة زيادة الإشارات العصبية من الأعصاب الحسية الذاتية بالعضلات، وكذلك مفاصل الصدر.

تأثير المجهود البدني على الجهاز التنفسي:

يؤدي المجهود البدني إلى التغيرات التالية

١. زيادة معدل التنفس الطبيعي من ١٣ - ١٥ مرة في الدقيقة، إلى أضعاف هذا العدد.

٢. توسع الممرات التنفسية مثل القصبة الهوائية والشعب الهوائية.

٣. تقل قابلية تمسك الهيموجلوبين بالأكسجين، أي حدوث تغيير في منحني تقارب الأكسجين بالهيموجلوبين، ويؤدي بالتالي إلى سهولة تخلص الهيموجلوبين من الأكسجين، وبالتالي سرعة وصوله للعضلات العاملة أي ينحرف المنحنى لليمين.

٤. زيادة التهوية الرئوية حيث يزيد احتياج الأنسجة من الأكسجين من ٢٥٠ مللي لتر/ دقيقة إلى ٤ لتر في الدقيقة، ويصل حجم التهوية الرئوية من ٦ لترات إلى ١٢٠ لتر/ دقيقة، وزيادة النتاج القلبي من ٤ لترات في الدقيقة إلى ٣٠ لترًا في الدقيقة.

وعن السبب وراء زيادة التهوية والنتاج القلبي.. فإنه يرجع إلى نقص الأكسجين وزيادة ثاني أكسيد الكربون، وكذلك تغير نسبة الهيدروجين بالدم.

كما يرجعه البعض الآخر إلى حركة الأطراف، التي تؤثر على مستقبلات حسية بالمفاصل وبالتالي توصل الاستثارة للمخ لزيادة عدد مرات التنفس «معدلات التنفس»، والتهوية الرئوية.

كما يمكن إحداث زيادة في التهوية الرئوية نتيجة حركة الرجل بطريقة سالبة عن طريق شخص آخر، فيؤدي إلى زيادة التهوية الرئوية.

٥. تقوية العضلات التنفسية وهي العضلات ما بين الضلوع، وكذلك الحجاب الحاجز، ويؤدي ذلك لتحسن عملهم.

٦. تخليص الجسم من بعض الجلطات.

٧. سلامة الممرات التنفسية.

صورة (٣٥)