

## الجهاز التنفسي Respiratory System

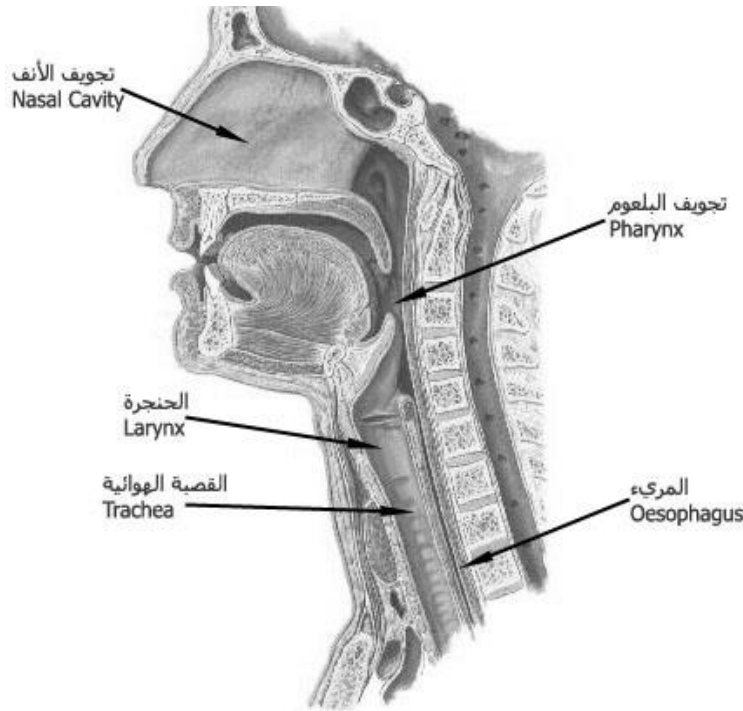
التنفس Respiration هو عملية إمداد خلايا وأنسجة الجسم المختلفة بالأكسجين والتخلص من ثاني أكسيد الكربون، ولا يستطيع الإنسان الاستغناء عن الأكسجين أكثر من ثوان معدودة، فهو ضروري لجميع عمليات التغذية وإنتاج الطاقة اللازمة لحياة الخلايا. وبدون توفر الأكسجين فإن معظم خلايا المخ تموت خلال فترة لا تتعدى ٥ دقائق . هذا هو المفهوم البسيط للتنفس. ويطلق على عملية تبادل غازي الأكسجين وثنائي أكسيد الكربون بين الهواء والجسم مصطلح التنفس الخارجي External Respiration. أما عملية تبادل الأكسجين وثنائي أكسيد الكربون بين الدم وأنسجة الجسم فيطلق عليها التنفس الداخلي Internal Respiration. أما من الناحية الكيميائية فعملية التنفس هي سلسلة من التفاعلات الكيميائية تتم داخل الخلايا وفيها تتأكسد المواد الغذائية وينتج عنها إطلاق الطاقة اللازمة للأنشطة الحيوية للجسم. ويطلق على هذا المفهوم التنفس الخلوي Cellular Respiration.

**في البداية يجب معرفة مكونات الجهاز التنفسي التي تمكنه من أداء وظيفته بشكل سليم .**

يبدأ الجهاز التنفسي من فتحة الأنف، تجويف البلعوم، الحنجرة، القصبة الهوائية والشعب الهوائية ثم إلى الحويصلات الهوائية، وكل جزء له خاصية معينة سوف نتطرق لها بإيجاز.

### ١. الأنف (Nose):

الكل يعرف أن الأنف ليس فقط لمرور هواء التنفس، وإنما أيضا المسؤول عن حاسة الشم، والأنف له وظيفة أساسية لترطيب الهواء الداخل إلى الرئتين وأيضا منع الحبيبات الصغيرة جدا العالقة في الهواء من المرور، حيث أنها تلتصق بالغشاء المخاطي المبطن بالتجويف الأنفي.



## ٢. الحنجرة (Larynx) :

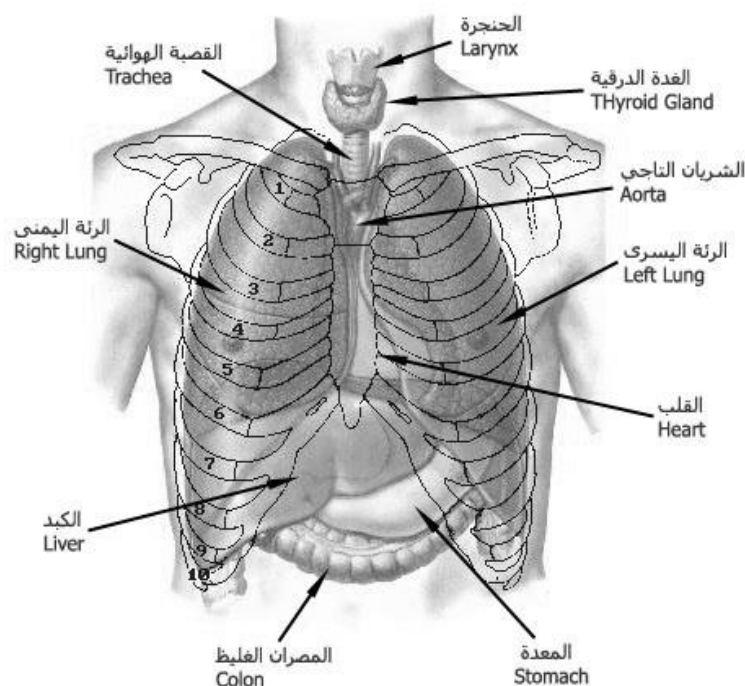
تعتبر بوابة الجهاز التنفسي وفيها الأحبال الصوتية (Vocal Cords)، التي تستقبل مرور الهواء من الرئة لإصدار الأصوات المختلفة، ويوجد فوق الحنجرة نتوء لحمي متحرك أو زائدة لحمية (Epiglottis) وهذه الزائدة لها أهمية خاصة في تغطية فتحة الحنجرة أثناء البلع لمنع دخول الطعام إلى الحنجرة أو القصبة الهوائية.

## ٣. القصبة الهوائية (Trachea) :

يعتقد البعض أن القصبة الهوائية هي فقط عبارة عن أنبوب لمرور الهواء إلى الرئة ولكن في الحقيقة القصبة الهوائية لها تركيب يمكنها من أداء وظيفة معينة، فجدار القصبة الهوائية يتكون من غضاريف عديدة، ولكن هذه الغضاريف تغطي فقط الجزء الأمامي من القصبة الهوائية أما الجزء الخلفي من الجدار فيتكون من عضلات وليس غضاريف، وهذا التكوين يسمح للقصبة الهوائية بأن تكون صلبة ومفتوحة للسماح بمرور الهواء، وفي نفس الوقت يعطيها مرونة بحيث يسمح للجزء العضلي فيها بالانقباض، وهذه الخاصية ضرورية جدا لوظيفتين مهمتين وهما :

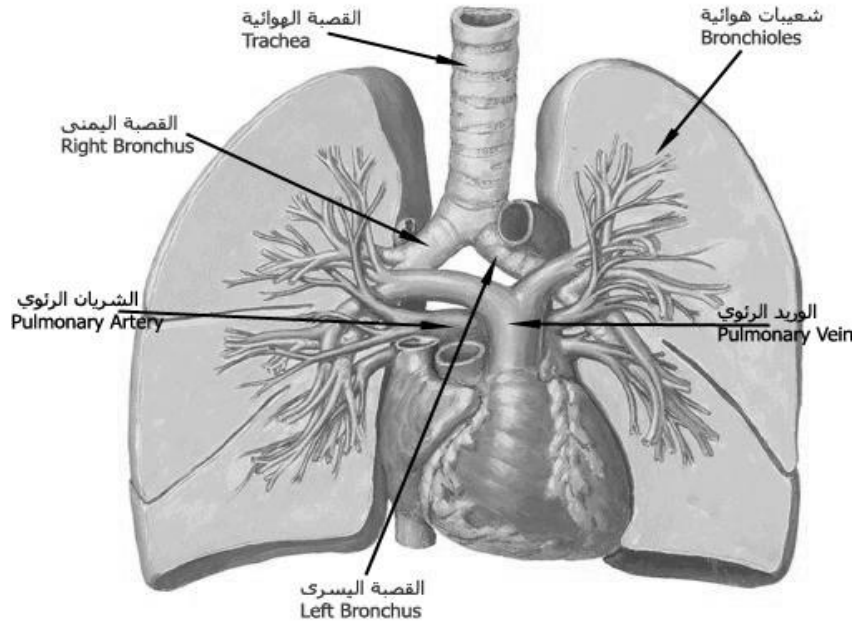
❖ إصدار الأصوات المختلفة حيث انقباض القصبة الهوائية ضروري لخلق تيار من الهواء الخارج من الرئة يمكن الأحبال الصوتية من إصدار الصوت.

❖ الكحة، الكل يعلم أن الكحة مزعجة نوعا ما، ولكن لها فائدة مهمة في مساعدة الشخص على التخلص من البلغم أو الإفرازات الضارة التي قد تتكون في الرئة، ولولا خاصية القصبة الهوائية المرنة لما تمكن الإنسان من أن يكح بشكل فعال.



#### ٤. الشعبات الهوائية (Bronchioles):

يعد تفرع القصبة الهوائية إلى جزء أيمن وأيسر، فإن هذه الأنابيب تنقسم تدريجياً لتكون شبكة من الأنابيب التي وظيفتها هو إيصال الهواء إلى مختلف أجزاء الرئتين، وهذه الشعبات الهوائية مهمة جداً حيث أنها يجب أن تبقى مفتوحة للسماح بمرور الهواء أثناء عملية الشهيق والزفير، ولكن في بعض الحالات كالربو الشعبي فإن مجرى الهواء في هذه الشعبات يضيق، وهذا الضيق هو السبب الرئيسي في ضيق التنفس والصفير الذين يشكو منهم مرضى الربو.



#### ٥. الحويصلات الهوائية (Alveoli):

يوجد في الرئتين ما يقارب من ٣٠٠ مليون حويصلة هوائية ومحاط بهذه الحويصلات شبكة دقيقة جداً من الشعيرات الدموية وهذا التداخل والتناسق ما بين الهواء القادم من الجو الخارجي المحمل بالأكسجين والدم القادم من القلب المحمل بثاني أكسيد الكربون يسمح بعملية انتقال الأكسجين من الحويصلات الهوائية إلى الشعيرات الدموية، وبالتالي نقله إلى كافة أنحاء الجسم وفي نفس الوقت التخلص من ثاني أكسيد الكربون.

والآن بعد أن شرحنا مكونات الجهاز التنفسي الظاهرية، قد يعتقد بعض الناس أن هذه الأشياء فقط التي يحتاجها الإنسان لإجراء عملية التنفس، ولكن في الواقع عملية التنفس التي تتم بشكل تلقائي يتحكم فيها المخ عموماً و مركز التحكم في التنفس الموجود في المخ خصوصاً بحيث يصدر أوامر عصبية للعضلات التي تحيط بالتجويف الصدري وأهم هذه العضلات هي الحجاب الحاجز بحيث أن انقباض هذه العضلات يؤدي إلى زيادة حجم التجويف الصدري وبالتالي إلى تمدد الرئتين وارتخاء العضلات يؤدي

إلى صغر حجم التجويف الصدري وبالتالي انقباض الرئتين وهذا يسمح بعمليتي الشهيق والزفير أن يتمان بصورة دورية.

### ميكانيكية التنفس:

**ميكانيكية التنفس :** عندما تجلس بهدوء فإن سرعة تنفسك تقل تدريجياً حتى تصبح كافية لمجرد تزويد جسمك بكمية الأكسجين التي تحتاجها وقت الراحة . أما إذا كان جسمك يقوم بنشاط ما فإن تنفسك يزداد ليوفر لك كمية أكبر من الأكسجين وهذا ما يحدث أثناء صعود الدرج أو أثناء قيامك بنشاط رياضي وتختلف سرعة التنفس أثناء الراحة اختلافاً واضحاً حسب العمر ، فهي أكبر بكثير في صغار السن منها في البالغين . وتتراوح السرعة في الأطفال المولودين حديثاً ما بين ٣٠ - ٤٠ مرة في الدقيقة . وتقل سرعة التنفس هذه مع تقدم السن حتى تصبح حوالي ١٦ مرة في الدقيقة في الرجل البالغ و ١٨ مرة في الدقيقة في المرأة البالغة .

### ولكن ما الذي يجعل الهواء يدخل الى الرئتين ويخرج منها :

توجد الرئتان داخل التجويف الصدري الذي يفصله عن التجويف البطنى حاجز عضلي يعرف بالحجاب الحاجز . وتكون عضلة الحجاب الحاجز محدبة أثناء انبساطها أما عند انقباضها فإن تحدبها يقل وتصبح مستوية وتهبط الى الأسفل حوالي ١.٥ سنتيمتر . وبذلك يزيد اتساع التجويف الصدري . وتبعاً لذلك يصبح ضغط الهواء داخل التجويف الصدري أقل من ضغط الهواء الخارجي فيندفع الهواء من الخارج عن طريق الانف ( أو الفم ) فالحنجرة فالقصبه الهوائية حتى يصل الى الرئتين لمعادلة ضغط الهواء الداخلي .

وعند وصول الهواء الى الحويصلات الهوائية تنتفخ هذه الحويصلات وتعرف عملية دخول الهواء بعملية الشهيق inspiration . وعند انبساط عضلة الحجاب الحاجز يقل حجم التجويف فيزيد بذلك الضغط الداخلي ، وهذا يؤدي إلى طرد الهواء من الحويصلات الهوائية الى الخارج وتعرف عملية خروج الهواء بعملية الزفير Expiration ، ويعرف هذه الذي يحدث نتيجة لانقباض عضلة الحجاب الحاجز وانبساطها بالتنفس البطني .

ويحدث التنفس أيضاً نتيجة لانقباض وانبساط العضلات التي توجد بين الضلوع Inter costal Muscles وهي عبارة عن إحدى عشرة عضلة خارجية ، فعندما تنقبض عضلات الضلوع يرتفع القفص الصدري ويتسع تجويفه، وبذلك تحدث عملية الشهيق ، وعندما تبسط عضلات الضلوع ينخفض القفص الصدري ويقل تجويفه وبذلك تحدث عملية الزفير ويعرف هذا الذي يحدث نتيجة انقباض عضلات الضلوع بالتنفس الصدري .

### كيف يحدث الشهيق والزفير:

لقد عرفت أن عضلة الحجاب الحاجز وعضلات الاضلاع تنقبض وتنبسط باستمرار مسببة الشهيق والزفير. ولكن ما الذي يجعل هذه العضلات تنقبض وتنبسط ؟

لقد مر معك في وظائف الجهاز التنفسي أنه ينتج عن عملية التنفس غاز ثاني أكسيد الكربون ، وعند ازدياد تجمع ثاني أكسيد الكربون في الدم يؤدي الى اثاره مركز التنفس الذي يوجد في النخاع المستطيل ( وهو الجزء الخلفي السفلي من الدماغ ) الذي يقوم بإرسال سيالات ( إشارات ) عصبية متتابعة إلى عضلة الحجاب الحاجز وعضلات الاضلاع .

وعند وصول هذه الاشارات الى العضلات تنقبض ويتسع بذلك التجويف الصدري ونتيجة لذلك تحدث عملية الشهيق فيدخل الهواء الى الحويصلات الهوائية ويؤدي الى انتفاخها وعند انتفاخ هذه الحويصلات تثار الاعصاب الحسية التي حولها فتقوم بإرسال إشارات عصبية إلى مركز التنفس لتخبره بوقف إشاراته العصبية الى عضلة الحجاب الحاجز وعضلات الاضلاع وبذلك تنبسط العضلات وتحدث عملية الزفير وبعد انكماش الحويصلات الهوائية تتوقف إثارة الاعصاب الحسية التي حولها وبذلك لا ترسل إشارات مانعة من هذه الاعصاب الى مركز التنفس . ولهذا يبدأ المركز من جديد إرسال إشاراته إلى عضلة الحجاب الحاجز وعضلات الاضلاع فتنبض هذه العضلات وتحدث عملية الشهيق مرة أخرى وهكذا تتابع عمليتا الشهيق والزفير .

وإذا حاول الانسان أن يمنع تنفسه عمداً فإن ذلك يؤدي الى تجمع ثاني أكسيد الكربون في الدم وبالتالي يثار مركز التنفس الذي يقوم بإرسال إشاراته العصبية الى العضلات ويجبرها على الانقباض فتحدث بذلك عملية الشهيق رغم إرادة الانسان ولهذا السبب نجد أنه لايمكن لأي إنسان أن يمنع نفسه من التنفس لمدة طويلة .

### تقوم الرئتان من خلال عملية التنفس بعدة وظائف هامة تتلخص فيما يلي:

- ١- تزويد الجسم بالأكسجين و طرد ثاني أكسيد الكربون
- ٢- المحافظة على التوازن الحامضي والقاعدي أو تركيز أيون الهيدروجين ( ph )
- ٣- المحافظة على توازن حرارة الجسم ، وذلك بتقليل حرارة الجسم المرتفعة نتيجة لعمليات الاحتراق والبناء والهدم . لذا نلاحظ أن الهواء الخارج من الجسم يكون حراً مما يقلل من حرارة الجسم الداخلية .
- ٤- تبادل الغازات: يقصد بتبادل الغازات نقل الأكسجين من الرئتين إلى خلايا الجسم ونقل ثاني أكسيد الكربون من خلايا الجسم إلى الرئتين . وتقوم خلايا الدم الحمراء بهذه الوظيفة . وعملية تبادل الأكسجين وثاني أكسيد الكربون بين الرئتين والأوعية الدموية وبين الأوعية الدموية وخلايا الجسم هي عملية معقدة تمر بعدة حواجز هي جدر الحويصلات الهوائية ثم السائل الخلالي ثم

جدر الأوعية الدموية ثم البلازما ثم جدر خلايا الدم الحمراء ، لكي تصل إلى الهيموجلوبين أو بالعكس.

### **العوامل المختلفة التي تؤثر على عمليات التنفس :**

١ - **تأثير المجهود العضلي :** هذا المجهود العضلي يؤدي الى زيادة كمية ثاني اكسيد الكربون في الدم فيسعى الجسم للتخلص من هذه الكمية الزائدة بزيادة معدل وعمق التنفس .

٢ - **اختلاف التركيب الهوائي المستنشق :** لوحظ أن زيادة النسبة المئوية لغاز ثاني أكسيد الكربون في هواء التنفس يسبب زيادة كبيرة في كمية الغاز في هواء الرئة وهذا بالتالى يؤثر على كيميائية الدم ، ففي حالات وجود الانسان في أماكن رديئة التهوية يزداد عمق التنفس وسرعته حتى يمكن التخلص من كمية ثاني اكسيد الكربون الزائدة .

٣ - **اختلاف الضغط الجوي :** يموت الانسان اذا تعرض لضغط جوي عالي ، أما في حالة تعرضه لاقل من الضغط الجوي العادي فإنه يحدث قلة فى نسبة الاكسجين ويصاب الانسان بالدوخة والقيء ، ويمكن للجسم القدرة على تعويض هذا النقص في الاكسجين بزيادة خلايا الدم الحمراء أو بزيادة سرعة التنفس .

٤ - **اختلاف درجة حرارة الجسم :** في حالة إصابة الانسان بالحمى وارتفاع درجة حرارته يتبع ذلك زيادة في حركات التنفس ويتبع هذه الزيادة ازدياد الاكسجين التى يحتاجها الجسم .