# الجهاز التنفسي وعلمية التنفس

- **عملية التنفس عند الفرد الرياضي:** هي العملية الفسيولوجية التي يتم فيها تزويد الجسم بالأكسجين وإزالة ثاني أكسيد الكربون، مع تكيّف الجهاز التنفسي والعضلات التنفسية لمواجهة الطلبات المتزايدة الناتجة عن النشاط البدني.
- **الأجزاء الرئيسة للجهاز التنفسي شكل (١):**

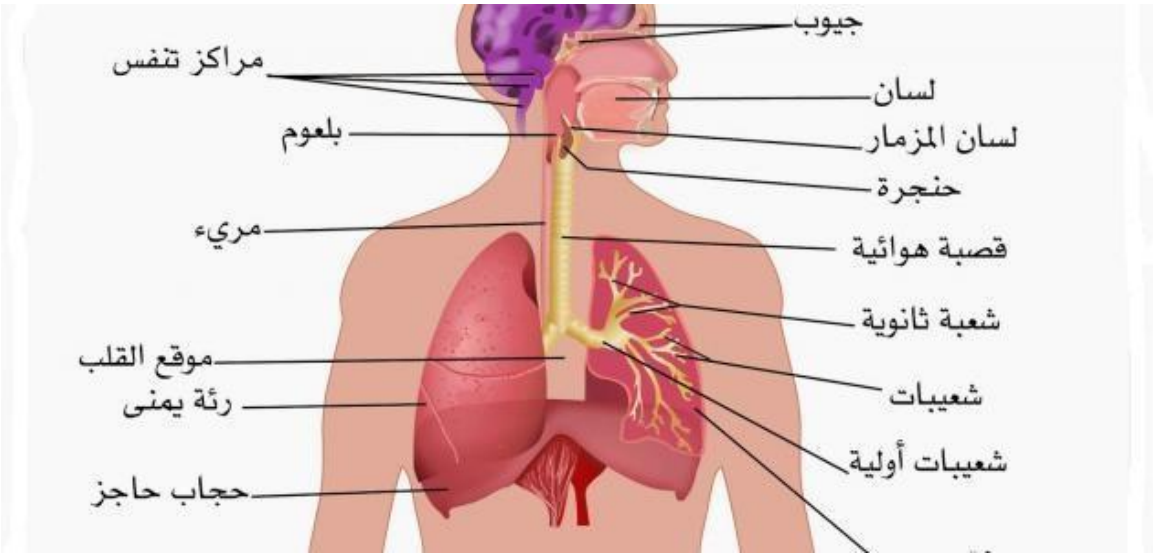
١. **الجهاز التنفسي العلوي:**

* **الأنف:** تجويف عظمي ثنائي الفتحات يوجد في مقدمة الوجه يحتوي على شعيرات وأغشية مخاطية لتنقية الهواء من الجزيئات الضارة، يرطب الهواء الداخل إلى الجسم ويضبط درجة حرارته.
* **الفم:** وأحد المكونات الثانوية للجهاز التنفسي. يتميز بكونه فتحة واسعة تقع في الوجه وتحدها الشفتان من الخارج، يعمل كممر إضافي للهواء عندما تكون الحاجة إلى تنفس أسرع.
* **البلعوم (الحلق):** ممر مشترك للهواء والطعام، ينقسم إلى أجزاء تساعد على توجيه الهواء نحو الجهاز التنفسي والطعام نحو الجهاز الهضمي.
* **الحنجرة (صندوق الصوت):** تحتوي على الأحبال الصوتية، وتمنع دخول الطعام أو السوائل إلى القصبة الهوائية.

٢. **الجهاز التنفسي السفلي:**

* **القصبة الهوائية:** أنبوب يحتوي على حلقات غضروفية يحافظ على مرونته ويفتح دائمًا لنقل الهواء إلى الرئتين.
* **الشعب الهوائية:** تفرعات من القصبة الهوائية تتجه إلى كل رئة وتتشعب إلى قنوات أصغر تُسمى الشعيبات الهوائية.
* **الرئتان:** تركيبان اسفنجيان يحتوي على الحويصلات الهوائية المسؤولة عن تبادل الغازات، الرئة اليمنى تحتوي على ثلاث فصوص، أما اليسرى فتحتوي على فصين.

* **الحويصلات الهوائية:** أكياس هوائية صغيرة تحدث فيها عملية تبادل الغازات (الأكسجين وثاني أكسيد الكربون) مع الدم.
* **الحجاب الحاجز:** عضلة تقع تحت الرئتين، تلعب دورًا رئيسيًا في عملية التنفس من خلال التمدد والانقباض لتحريك الهواء داخل وخارج الرئتين.




**شكل (١) رسم توضيحي لمكونات الجهاز التنفسي**

- **تنقسم عملية التنفس الى:**

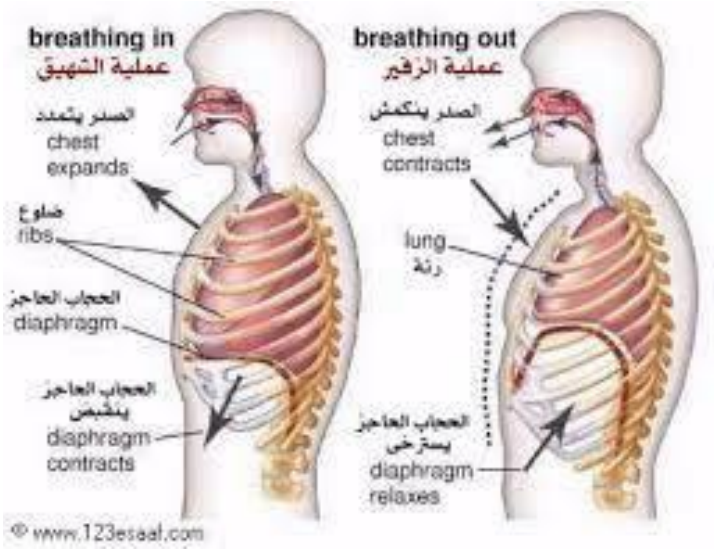
**١. التنفس الخارجي: هي عملية تبادل غازات التنفس ما بين المحيط الخارجي وجسم الانسان وتمر بالمراحل الاتية:**

* **التهوية:**

هي عملية دخول الهواء إلى الرئتين وخروجه منها عبر عمليتي الشهيق والزفير، تحدث هذه العملية عن طريق تقلص واسترخاء عضلات التنفس، كما موضح بالشكل (٢).

**A. عملية الشهيق:** عملية تنفسية يحدث خلالها دخول الهواء إلى الرئتين من خلال الجهاز التنفسي، تبدأ هذه العملية عند انقباض عضلة الحجاب الحاجز، مما يسبب تمدد تجويف الصدر وسحب الهواء إلى الرئتين. تترافق هذه الحركة مع اتساع الأضلاع وارتفاع الضغط داخل الصدر ليصبح أقل من الضغط الجوي.

B. **عملية الزفير:** عملية تنفسية تحدث عندما يخرج الهواء من الرئتين إلى الخارج. خلال هذه العملية، يتم استرخاء عضلة الحجاب الحاجز وعضلات جدار الصدر، مما يؤدي إلى تقليص تجويف الصدر وزيادة الضغط داخل الرئتين. نتيجة لذلك، يخرج الهواء من الرئتين عبر القصبة الهوائية، ويتضمن هذا الهواء ثاني أكسيد الكربون الذي تم التخلص منه من الجسم خلال **عملية التبادل الغازي** في الرئتين.




**شكل (٢) يوضح عمليتي الشهيق والزفير**

* **عملية تبادل الغازي:**

يحدث تبادل الغازات في الحويصلات الهوائية يدخل الأكسجين (O2) من الهواء إلى الحويصلات الهوائية **عبر عملية الشهيق،** ومن ثم ينتقل عبر جدرانها الرقيقة إلى الشعيرات الدموية في الأوعية الدموية الصغيرة في المقابل، يتم نقل ثاني أكسيد الكربون (CO2) من الدم إلى الحويصلات الهوائية ليتم طرده **عبر عملية الزفير**.

* **عملية نقل الغازات:**

بعد دخول الأكسجين إلى الدم، يرتبط مع الهيموغلوبين في كريات الدم الحمراء، ويتم نقله إلى خلايا الجسم. في المقابل، ينقل ثاني أكسيد الكربون الناتج عن عمليات الأيض في الخلايا إلى الرئتين ليتم التخلص منه.

* **تنظيم التنفس:**

يقوم الدماغ بعملية تنظيم التنفس بواسطة مركز التنفس في الدماغ، الذي يستجيب لمستويات الأكسجين وثاني أكسيد الكربون في الدم لضمان توازن الغازات.

٢. **التنفس الداخلي (الخلوي):** هو العملية التي تحدث داخل خلايا الجسم، حيث يتم استخدام الأكسجين لإنتاج الطاقة من الغذاء، وتنتج أيضًا ثاني أكسيد الكربون كناتج ثانوي، سوف يتم توضيحها لاحقاً في محاضرة انتاج الطاقة.

- **العضلات المشاركة في عملية التنفس:**

١. **عضلة الحجاب الحاجز:** هي العضلة الأساسية في التنفس، وتقع تحت الرئتين عند انقباض الحجاب الحاجز (خلال الشهيق)، يتم سحب الهواء إلى الرئتين وعند استرخائه (خلال الزفير)، يتم دفع الهواء إلى الخارج.

٢. **العضلات البينية:** هذه العضلات تقع بين الأضلاع وتساعد على توسيع وتضييق القفص الصدري اثناء عملية الشهيق والزفير.

٣. **عضلات البطن:** تلعب دورًا في الزفير القسري، مثل أثناء التمرين أو السعال عندما تنقبض عضلات البطن، فإنها تضغط على الأعضاء الداخلية، مما يساعد على دفع الهواء إلى الخارج بشكل أسرع.

٤. **عضلات العنق والرقبة:** في حالات التنفس العميق أو في حالات معينة مثل الضيق التنفسي، قد تساهم عضلات العنق (مثل العضلات المائلة) في تسهيل عملية التنفس.

- **الوظائف الرئيسة للجهاز التنفسي:**

١. تبادل الغازات بين المحيط الخارجي والدم.

٢. المحافظة على التوزان الحامضي القاعدي (PH) للدم.

٣. تنقية الهواء الداخل من الغبار والميكروبات والاجسام الضارة ومنعها من الدخول الى الجسم.

٤. المساعدة في عملية الحديث الى الاخرين.

٥. تنظيم حرارة الجسم جراء التخلص من الحرارة والماء الزائد عن حاجة الجسم.

- **أهمية التنفس عن طريق الأنف:**

١. تمنع الاهداب دخول الاجسام الغريبة عن طريق الأنف.
٢. يقوم التجويف الأنفي بتسخين او تبريد الهواء الداخل إلى الرئتين (في وضع الراحة فقط).
٣. تنقية هواء الشهيق الذي يحتوي أكاسيد الكاربون بنسبة ٩٩٪ أثناء مروره عبر التجويف الأنفي.
٤. يمتلك التجويف الأنفي خاصية ترشيحية أكثر كفاءة من التجويف ألفمي وخاصة أثناء الأداء العضلي حيث أن انتشار الغازات الضارة في الرئتين عند الانتقال من التنفس الأنفي إلى التنفس ألفمي يزداد ٦٦٠مرة.

- **طريقة التنفس وفق شدة أداء الجهد البدني:**

١. يمكن استخدام التنفس عن طريق الأنف في حالة الجهد من (٢-٤٥ثا) مثلاً في رمي القرص والجمناستك.
٢. خلال فترة العمل العضلي (٢-٣/د) عند نبض (١٤٠-١٦٥ ن/د) يصل حجم تنفس الى (٣٥-٩٥ ل/د) تسبب المقاومة الكبيرة للتجويف الأنفي صعوبة التنفس عن طريق الأنف وينصح أن يكون التنفس عن طريق الفم.
٣. خلال فترة العمل العضلي أكثر من (٢-٣/د) حجم تنفس (٧٥-٢٢٠ ل/د) يمكن استخدام الأنف والفم.
٤. لا يستطيع الأنف المحافظة على المسالك التنفسية من التثليج في التدريب بحمولات شديدة في درجات حرارة منخفضة.

- **ممارسة النشاط الرياضي بصورة منتظمة تؤدي إلى حدوث تغيرات وظيفية ايجابية في الجهاز التنفسي:**

١. نمو في عضلات الصدر.
٢. زيادة في أسطح الرئتين.
٣. تطوير حجم الرئتين مما يؤدي إلى عمق في التنفس.
٤. كفاءة في عضلات الصدر مما يؤدي إلى اتساع القفص الصدري فيحسن ويزيد من عملية تبادل الغازات بين الدم والحويصلات الهوائية.

٥. الاقتصاد في حركات التنفس بسبب زيادة السعة الحيوية مما يؤدي إلى زيادة قدرة الجسم على التهوية الرئوية القصوى الناتجة عن كبر حجم هواء التنفس في المرة الواحدة وزيادة معدل التنفس.

- **العوامل المؤثرة في عملية التنفس:**

**١. عوامل عصبية مركزية:**

A. **منطقة تحت المهاد في الدماغ:** تلعب دوراً أكيداً في اضطراب عملية التنفس، ويمكن ملاحظة ذلك أثناء الانفعال حيث تزداد سرعة التنفس.

B. **قشرة الدماغ:** تلعب دوراً في تغيير عملية التنفس أثناء الضحك أو الكلام أو الانتباه.

**٢. عوامل كيميائية:**

إن حدوث أي تغيير كيميائي للدم يعمل على اضطراب المراكز التنفسية العصبية المركزية، ويؤثر بالتالي على عملية التنفس، **ويتم هذا التأثير بطريقتين:** إحداهما مباشرة على المراكز العصبية التنفسية والثانية غير مباشرة أي منعكس عن طريق المستقبلات الموجودة على جدران الشريان الأبهر وأهم العوامل المؤثرة على التنفس هي درجة الحموضة (PH) للدم ومعدل كل من الأكسجين وثاني أكسيد الكربون.

**٣. عوامل آلية:**

A. الجهد والأعمال الشاقة التي تزيد من سرعة التنفس مما يؤدي إلى زيادة الحاجة إلى الأكسجين.

B. انخفاض ضغط الدم الذي يعمل على سرعة التنفس بتأثير منعكس غير مباشر.

**٤.** ارتفاع درجة الحرارة يعمل على زيادة سرعة التنفس بطريقين: مباشر على مراكز التنفس العُليا وغير مباشر منعكس عن طريق المستقبلات.

**٥.** الألم يزيد من سرعة التنفس بتأثير منعكس بواسطة المستقبلات التنفسية.

**٦.** الانفعال يزيد من سرعة التنفس بتأثير منعكس بواسطة المستقبلات التنفسية.

**٧.** عوامل ظرفية مثل تعريض الممرات الهوائية بالغبار والغازات يزيد من سرعة التنفس بتأثير منعكس.

- **آلية تنظيم التنفس:**

يبلغ معدل التنفس في الدقيقة الواحدة أثناء الراحة١٢ مرة/د وهذا المعدل ناتج من تكرار عمليتي الشهيق والزفير الذي يكفي لتجهيز الاوكسجين الضروري للقيام بالأفعال الحيوية أثناء الأداء الرياضي وذلك لزيادة غاز ثنائي اوكسيد الكاربون كنتيجة لاستهلاك الاوكسجين، وان العامل المسيطر ليس الحاجة إلى الاوكسجين ولكن زيادة ثنائي اوكسيد الكاربون في الدم الذي يؤدي إلى تنفس أعمق وأسرع حيث يرتفع ضغط غاز ثنائي اوكسيد الكاربون إلى أكثر من ١,٧ ملم زئبقي فيؤدي إلى تنفس أسرع مما يؤدي إلى جلب كمية اكبر من الاوكسجين ليغطي الحاجة.

- **تبادل الغازات بين الحويصلات الرئوية والدم:**

١. **موقع التبادل:** يحدث التبادل في الحويصلات الهوائية في الرئتين، وهي أكياس دقيقة مغطاة بشبكة من الأوعية الدموية الصغيرة (الأوعية الشعرية).

٢. **الغازات المتبادلة:**

- الأوكسجين: ينتقل من الهواء داخل الحويصلات إلى الدم.
- ثاني أكسيد الكربون: ينتقل من الدم إلى الهواء في الحويصلات.

٣. **آلية الانتشار:** حيث ينتقل الأوكسجين من تركيزه العالي في الحويصلات إلى تركيزه المنخفض في الدم، والعكس يحدث مع ثاني أكسيد الكربون.

٤. **تركيز الغازات:**

- الأوكسجين في الحويصلات أعلى من تركيزه في الدم، لذا يدخل الأوكسجين إلى الدم.
- ثاني أكسيد الكربون في الدم أعلى من تركيزه في الحويصلات، لذا ينتقل ثاني أكسيد الكربون من الدم إلى الحويصلات.

٥. **عملية التبادل:**

- الأوكسجين يرتبط بكريات الدم الحمراء ويتم نقله إلى الأنسجة.
- ثاني أكسيد الكربون يُزال من الدم ويتم إخراجه عند الزفير.

- **طريقة حمل الاوكسجين وثاني أوكسيد الكاربون عبر الدم:**

- **طرقة حمل الاوكسجين:**

١. بوساطة ذوبان الاوكسجين في الجزء السائل للدم، وهي الطريقة الأقل توفيراً للأوكسجين بسبب احتياج الانسجة الى ما يقارب (٨٠) لتر من الدم حتى تستطيع الاستفادة من كمية الاوكسجين الذائب فيها وهذا غير ممكن من الناحية الوظيفية.

٢. بوساطة الاتحاد مع الهيموجلوبين في كريات الدم الحمراء والمتكون من الحديد (الهيم) وبروتين (الكلوبين)، وهي الطريقة الأكثر اعتماداً لتوفير الاوكسجين الى الانسجة داخل الجسم بسبب كمية الاوكسجين الأكبر مع مركب الهيموجلوبين (HB) والذي يبلغ عند الرجال ١٥-١٦ غم/مملتر اما النساء فيكون الهيموجلوبين (HB) اقل اذ يقدر ١٢-١٤ غم/مملتر، وهذا ما يوضح انخفاض القدرة الهوائية للنساء والسبب هو المؤثر الشهري (الدورة الشهرية) للنساء التي تسبب فقدان كميات من الدم مما يؤدي الى انخفاض مقدار الهيموجلوبين (HB) في الدم والذي يؤثر على كمية الاوكسجين للإنسان.

- نقل ثاني أوكسيد الكاربون:

١. ينقل ثاني أوكسيد الكاربون مع بلازما الدم.

٢. ينقل ثاني أوكسيد الكاربون مع الهيموجلوبين.

٣. ينقل ثاني أوكسيد الكاربون عبر الاتحاد مع الماء بصورة بيكربونات وهي الطريقة الأكبر للتصريف.

- **الميوجلوبين:** هو بروتين موجود في العضلات، يشبه الهيموغلوبين الموجود في الدم، ولكنه خاص بالأنسجة العضلية. وظيفته الرئيسية هي تخزين الأوكسجين في العضلات واستخدامه عند الحاجة أثناء النشاط البدني. يساعد الميوجلوبين في توفير الأوكسجين للأنسجة العضلية خلال التمرينات أو النشاطات التي تحتاج إلى طاقة.