سرعة التنفس:

تعرف على انها عدد مرات التنفس خلال دقيقة واحدة، وتتأثر بعدة عوامل اهمها درجة تمثيل المواد الحيوية، عمر الحيوان، الحالة الفسيولوجية، طبيعة عمليات الهضم، الاجهاد العضلي والبيئة المحيطة بالحيوان (درجة الحرارة).

السعة الحيوية: - تعبر عن أكبر كمية من الهواء يمكن ان تدخل الرئتين عند اقصى شهيق او أكبر كمية من الهواء المتحررة عند اعلى زفير.

الوظيفة الرئيسة للجهاز التنفسي يعبر عنها بعمليتين رئيستين تنجزان بنفس الوقت وهي:

1) الامداد المستمر بالأوكسجين والطر ح المستمر لثاني اوكسيد الكاربون
2) المساعدة على تنظيم الحموضة للسوائل الموجودة خارج الخلايا الجسمية والمساعدة على تنظيم درجه حرارة الجسم والتخلص من الماء واظهار الصوت.

نقل الغازات بواسطة الدم:

إن من أهم وظائف الدم هو نقل كل من الأوكسجين وثنائي اوكسيد الكاربون بين الأعضاء التنفسية والأنسجة. لقد تكيف الدم لأداء هذه الوظيفة فهو يحتوي على الكريات الحمراء المملوءة بالهيموكلوبين السريع الاتحاد بغاز الأوكسجين. تتألف جزيئة الهيموغلوبين من جزئين بروتيني يدعى الكلوبين Globin وجزء لا بروتيني يدعى هيم Heme وهذا الأخير يتألف من أربعة من حلقات البايرول Pyrole rings يوجد في وسطها الحديد. إن دماء الحيوانات على درجات مختلفة من الكفاءة في نقل هذين الغازين ودم الفقريات أكثرها قدرة على ذلك. لا يحتوي الدم إلا على كمية ضئيلة جدا" من غاز النيتروجين بالرغم من أن هذا الغاز يؤلف نسبة عالية من الهواء **والسبب في ذلك هو عدم حاجة الانسجة** لهذا الغاز والتالي عدم تكيف الدم لنقله هذا من جهة ومن الجهة الاخرى هو أن قابلية ذوبان هذا الغاز في الدم واطئة.

نقل غاز الاوكسجين Transport of Oxygen :

ينفذ الاوكسجين من الاسناخ الى الدم الوريدي الموجود في الشعيرات الدموية التي تحيط الاسناخ وذلك لسبب فرغ الضغط بين الموقعين. ينتقل الاوكسجين في الدم بطريقتين هما:

أ- **على شكل غاز مذاب:** ان كمية ما ينتقل من الاوكسجين على شكل غاز مذاب يشكل جزءا قليلا جدا من الكمية الكلية للغاز. حيث انه يقدر بحدود 0.3 سم ^{3} في كل 100 سم ^{3} من الدم الشرياني.

ب- **متحد بالهيموغلوبين:** ينتقل معظم الاوكسجين متحدا مع الهيموغلوبين ويسمى الهيموغلوبين بعد اتحاده بالأوكسجين بالاوكسي هيموكلوبين.

وهناك ثلاثُ عمليَّات ضرورية لنقل الأكسجين من الهواء الخارجي إلى الدَّم الذي يجري من خلال الرئتين:

- التهويةُ هي العمليَّة التي يتحرك فيها الهواءُ داخل وخارج الرئتين.
- أمَّا الانتشارُ فهو الحركةُ العفويَّة للغازات، من دون استخدام أيّ طاقة أو جهد من قِبَل الجسم، بين الأسناخ والشعيرات الدموية في الرئتين.
- وأمَّا الترويَةُ فهي العمليَّة التي يضخُّ من خلالها جهازُ القلب والأوعية الدموية الدَّمَ في جميع أنحاء الرئتين.

وظيفةُ الجهاز التنفُّسي هي تحريك اثنين من الغازات: الأكسجين وثاني أكسيد الكربون. ويحدث تبادلُ الغازات في ملايين الحويصلات أو الأسناخ الهوائية في الرئتين والشعيرات الدموية التي تحيط بها، يتحرَّك الأكسجين المستنشَق من الحويصلات الهوائية إلى الدَّم في الشعيرات الدموية، وينتقل ثاني أكسيد الكربون من الدَّم في الشعيرات الدموية إلى الهواء في الحويصلات الهوائية (الأسناخ).

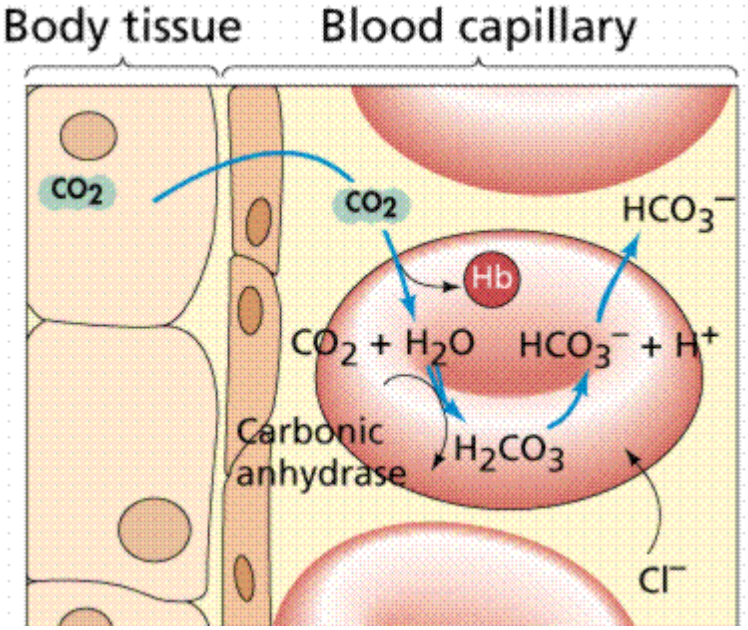
العوامل التي تؤثر على تشبع الهيموجلوبين بالأكسجين:

1) **ضغط الأكسجين:** تزيد كمية الأكسجين التي تتحد بالهيموجلوبين بزيادة ضغط الأكسجين في رئة الإنسان مثلا يتعرض الدم لأكسجين ضغطة حوالي 100 مم زئبق وعندما يترك الدم الرئتين فانه يحمل 19 % من الأكسجين عند ضغط 80 زئبق ويكون 96% من الهيموجلوبين مشبعا بالأكسجين. وفى الشعيرات الدموية فان الدم يمر من الأنسجة حيث يكون ضغط الأكسجين حوالي 5-30 مم زئبق فلا يستطيع الهيموجلوبين أن يحتفظ بدرجة تشبعه بالأكسجين تحت هذا الضغط المنخفض فينطلق 25- 30% من الأكسجين الذى يحمله الهيموجلوبين في الأنسجة.
2) **درجة تركيز أيون الهيدروجين في الدم pH :**كلما زادت حموضة الدم (نتيجة لوجود ثاني أكسيد الكربون) نقصت قدرة الهيموجلوبين على الاتحاد بالأكسجين فيقل Co_2 في الدم فيتم تشبع كل هيموجلوبين الدم

بالأكسجين وعند انتقاله إلى الأنسجة يكون Co_2 مرتفع التركيز فتقل قدرة الهيموجلوبين على حمل O_2 الأكسجين فينطلق جزء منه إلى الأنسجة.

3) **الأملاح في الدم :** تكون درجة تشبع الهيموجلوبين بالأكسجين أعلى ما يكون في وجود كلور والبوتاسيوم عن كلور والصوديوم عند الضغط المتوسط.

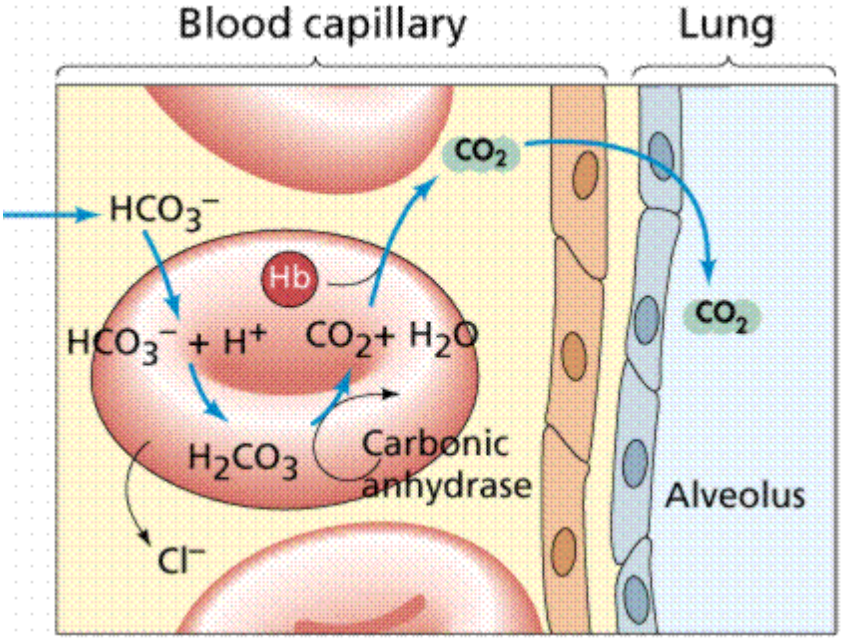
4) **درجة الحرارة :**كلما ارتفعت درجة الحرارة فان قدرة الهيموجلوبين على الإتحاد بالأكسجين تقل أي أنه يسهل تحويل جزء من أكسي هيموجلوبين الدم الى هيموجلوبين.



انتقال ثاني اوكسيد الكاربون:

عند وصول الدم الوريدي الى الشعيرات الدموية المحيطة بالأسناخ فان ثاني اوكسيد الكاربون ينفذ من الدم الى الاسناخ بسبب فرق الضغط بينهما وعندما يدخل ثاني اوكسيد الكاربون الى الدم فانه ينقل بصيغ التالية:

1) ينقل جزء منه على شكل غاز مذاب حوالي 5%
2) ينقل جزء منه متحدا مع البروتينات الموجودة في البلازما ومع الهيموجلوبين في الكريات الحمراء حولي 5%
3) ينقل معظم ثاني اوكسيد الكاربون على شكل بيكربونات حوالي 90 %. ان معظم البيكربونات تتكون في كريات الدم الحمراء وذلك بسبب احتوائها على خمير معينه تسمى carbonic anhydrase

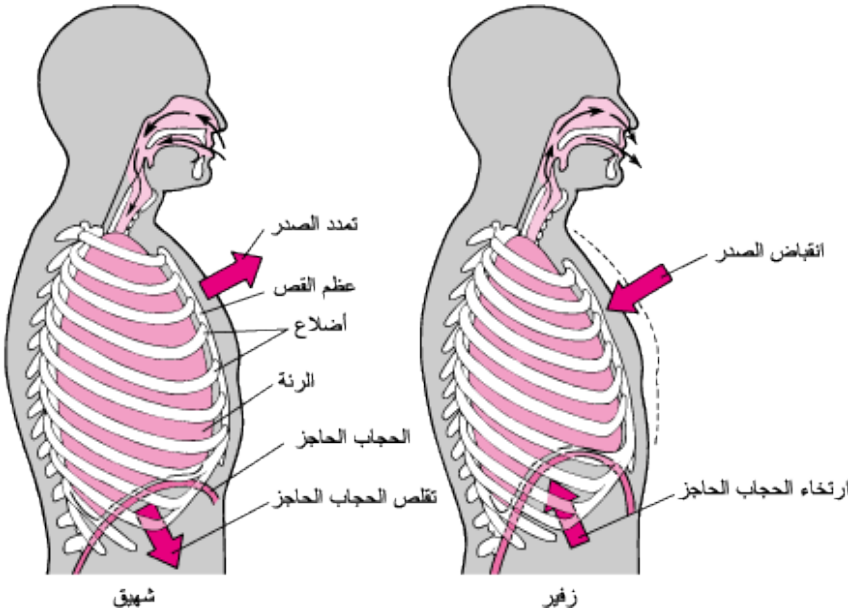


السيطرة على عملية التنفس:

ان عملية التنفس عمليه غير ارادیه يسيطر عليها الجهاز العصبي المركزي وخاصتا المراكز العصبية الموجودة في النخاع المستطيل medulla oblongata وفي الجسرpons من الممكن الاسراع في التنفس او وقفه لفتره زمنيه قصيره بصوره ارادیه. ويتم هذا تحت سيطرة المراكز العصبية العليا.

دورُ الحجاب الحاجز في التنفُّس:

عندما يتقلَّص الحجابُ الحاجز ويتحرَّك إلى الأسفل، تزداد سعةُ تجويف الصدر، ممَّا يقلِّل من الضغط داخل الرئتين. ولتحقيق توازن الضغط، يدخل الهواءَ إلى الرئتين. ولكن عندما يسترخي الحجاب ويتحرَّك إلى الأعلى، تدفع مرونةُ الرئتين وجدار الصدر الهواءَ خارجَ الرئتين.



الجهاز التنفسي في الطيور:

يتكون الجهاز التنفسي في الطيور من: **الرئتين - الممرات الهوائية - العظام التنفسية – الأكياس الهوائية**. يدخل الهواء من فتحة الانف حيث يتم تدفئته وترطيبه وترشيحه الى الحنجرة فالقصبة الهوائية التي تتفرع الى فرعين ثم الى كيس الهواء الصدري الخلفي ثم الى الرئتين التي ترسله بدورها الى اوعية هوائية متعددة صغيرة تسمى القصبات الجانبية Parabronchi التي يحدث فيها تبادل للغازات مع الشعيرات الدموية. يمر الهواء من خلال هذه القصبات الجانبية في اتجاه واحد فقط. يدخل الهواء النقي الى القصبات الجانبية ثم يحدث شهيق اخر ليندفع الهواء القديم في القصبات الجانبية الى الاكياس الهوائية الامامية ويدخل الهواء الجديد الى الاكياس الخلفية ومن ثم يخرج الهواء القديم (الموجود في الاكياس الامامية) باتجاه الحنجرة فالقصبة الهوائية ثم الى الخارج بعملية الزفير ويندفع الهواء الجديد (الموجود في الاكياس الخلفية) الى الرئتين. وتتم هذه العملية تحت تأثير تقلص عضلات الصدر التي تضغط على الرئتين مما يحدث ضغطا لحركة الهواء

تمتلك الطيور جهازا من الاكياس الهوائية مقسما الى مجموعتين امامية وخلفية وهي تمتد بين الاعضاء الداخلية والعظام. يحدث التنفس عبر **دورتين الاولى:** يُسحب هواء الشهيق من القصبة الهوائية الى الاكياس الهوائية الخلفية ومن ثم يحدث له اخراج(زفير) الى الرئتين. **وفي الدورة الثانية** يُسحب الهواء من الرئتين الى الاكياس الهوائية الامامية

ومن ثم يحدث له اخراج(زفير) الى الخارج عبر القصبة الهوائية. يكون خروج الهواء عبر الرئتين دائما في الاتجاه نفسه من الخلف الى الامام.

يحدث التنفس في الطيور على دورتين تتضمن كل دورة شهيقا وزفيرا لكن الهواء الذي يؤخذ في الشهيق في الدورة الاولى لا يتم اخراجه حتى الدورة الثانية. في حالة الشهيق تتمدد الاكياس الهوائية الامامية والخلفية الا ان الهواء يدخل في حالة الشهيق هذه الى الاكياس الخلفية فقط. وتمتلئ الاكياس الامامية بالهواء المسحوب من الرئتين. اما في حالة الزفير يخرج الهواء من الاكياس الهوائية الامامية الى خارج الجسم، ويخرج الهواء من الاكياس الهوائية الخلفية الى الرئتين. وتعاد هذه العملية في الدورة الثانية.