الجهاز التنفسي

يشمل مفهوم التنفس عدة عمليات اهمها

- التهوية Ventilation: الحركات التنفسية التي تدخل الهواء الى الرئتين بعملية الشهيق Inspiration واخراجه بعملية الزفير Expiration .
- التبادل الغازيGas exchange: يحدث بين الهواء في الرئتين والدم يتضمن اخذ الاوكسجين وطرح CO_2 .
- نقل الغازات Gas transport: يعني نقل الغازات بين الدم والانسجة.
- التنفس الخلوي Cellular respiration : استخدام الاوكسجين في تفاعلات الخلية الايضية وانتاج الطاقة.

تنشأ اجزاء الجهاز التنفسي من الاديم الباطن باستثناء الانف والفم والبلعوم اصلها من الاديم الظاهر يبدأ بالتكوين في الاسبوع الرابع من الحمل تقريبا على هيئة نمو ينبعج نحو الخارج من المعي الامامي.

اجزاء الجهاز التنفسي في الانسان

1- الانفNose:يتالف من فتحتين تمثل الاولى فتحة الانف الخارجية واخرى داخلية كبيرة تفتح مع الحلق ويدعى الفتحتين بالتجويف الانفي ويفتح في هذا التجويف جيوب جار انفية اربعة Paranasal sinuses و قناة انفية دمعية تصرف الدمع من العين الى الانف . يبطن التجويف بغشاء مخاطي تعمل على ترطيب الهواء و الامساك بالشوائب التي تمر الى التجويف وشعيرات دموية كثيرة تعمل على تدفئة الهواء وشعيرات انفية تعمل على ترشيح الهواء من الاتربة والجراثيم . كما ان للأنف وظيفة شمية لاحتوائه على مستقبلات الشم.

2- البلعومPharynx: يتكون من ثلاثة اجزاء.

- بلعوم انفيNasopharynx ويكون في الجزء العلوي حيث تفتح فيه من الاعلى فتحتا الانف الداخليتين ومن الجانب فتحتا استاكيوس المتصلة بالاذن الوسطى ويمتد حتى مستوى الحلق

الذي يغلق البلعوم عند البلع ليمنع رجوع الطعام الى الانف. لذا فان وظيفة البلعوم الانفي تنفسية.

- بلعوم فمي Oropharynx: ويقع خلف التجويف الفمي ويمتد من سقف الحلق الى العظم اللامي ويفتح فيه فتحة الفم فقط لذا وظيفته هضمية تنفسية.
- بلعوم حنجريLaryngopharynx: يمتد من مستوى العظم اللامي الى بداية المريء والحنجرة ووظيفته هضمية تنفسية.

3- الحنجرة Larynx: ممر قصير بين البلعوم والقصبة الهوائية،يتكون جدارها من غضاريف ابرزها الغضروف الدرقي الامامي الذي يكون ما يدعى بتفاحة ادم.كما يبرز منها غضروف خلفي يسمى لسان المزمار. عند بلع الطعام ترتفع الحنجرة الى اعلى فيغلق لسان المزمار الحنجرة ليمنع دخول الطعام الى الممر التنفسي. وظيفتها اصدار الصوت من نتيجة اهتزاز الحبال الصوتية الموجودة فيها.

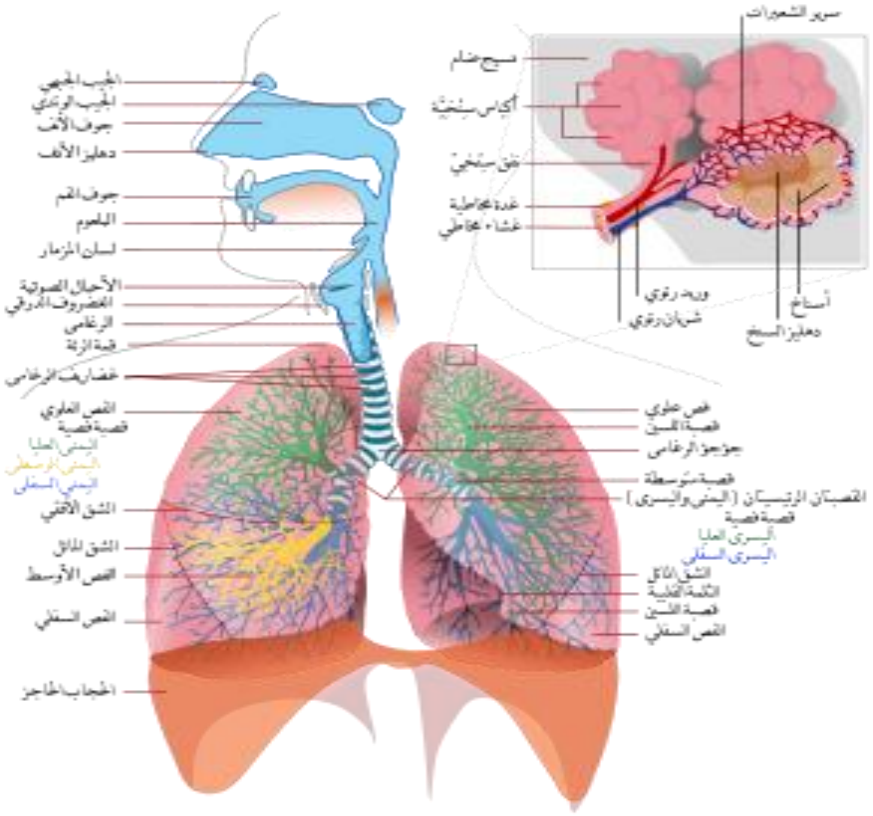
4- القصبة الهوائية Trachea:

تقع اسفل الحنجرة وامام المريء يبلغ طولها 12سم تقريبا ، يبطن القصبة الهوائية بطبقة مخاطية مكونة من نسيج طلائي عمودي مهدب كاذب وتؤدي حركة الاهداب باتجاه الاعلى الى اخراج الاشياء الغريبة الداخلة مع الهواء الى البلعوم حيث تبتلع او تخرج مع البصاق. تحتوي القصبة على طبقة غضروفية مكونة من حلقات نصف دائرية تتجه نحو الخلف وهذه تسمح بتمدد القصبة اثناء ابتلاع الطعام وتبقي الممر التنفسي مفتوحا ، وتكتمل الحلقات الغضروفية بعضلات ملساء يؤدي تقلصها الى صغر قطر الممر التنفسي مما يساعد على اخراج المخاط او الاشياء الغريبة بعملية السعال او العطاس. وتتفرع القصبة الهوائية الى قصبتين فرعيتين تكون اليمنى اقصر من اليسرى ، وتتفرع الى قصيبات ثانوية تتوزع على اقسام الرئة

5- الرئتين Lungs: الرئة اليسرى تتالف من قسمين وثلاثة لليمنى ، تستمر القصيبات بالتفرع في الرئتين لتكون قصيبات دقيقة قد يصل قطرها الى 1 ملم لذا تدعى شجرة قصيبية ، ولا توجد في تفرعات القصبة الهوائية حلقات غضروفية وانما تستبدل بصفائح غضروفية وتزداد كمية العضلات الملساء وتحتوي على طبقة مخاطية مكعبة وتختفي الاهداب لذا فان مسؤولية

التخلص من الاجسام الغريبة تعود الى الخلايا الاتهامية الموجودة فيها. تنتهي القصيبات الدقيقة بحويصلات يحدث التبادل الغازي .

تكون الرئة مخروطية الشكل تقريبا تصل قمتها الى عظم الترقوة وقاعدة واسعة مقعرة تستقر فوق الحجاب الحاجز الذي يعطي بتقلصه وتقلص العضلات بين الاضلاع مجالا واسعا للرئتين للتمدد اثناء الشهيق وعند انبساطه يدفع الرئتين لإخراج الهواء منها لذا فان عملية الشهيق تتطلب طاقة على العكس من عملية الزفير.

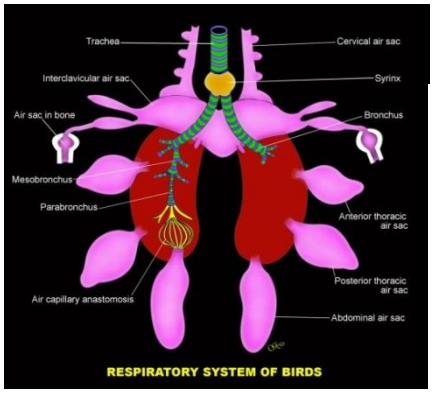


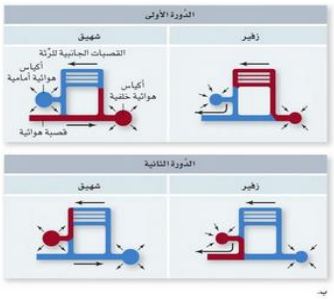
الجهاز التنفسي في الطيور ذو تركيب فريد اذ يزود الطيور بتنفس اكثر فاعلية مقارنة مع الفقريات الاخرى على اليابسة وبصورة تختلف عما عليه الحال في رئة الثدييات التي تنتهي بحويصلات هوائية مغلقة النهايات . يدخل الهواء من فتحة الانف حيث يتم تدفئته وترطيبه وترشيحه الى الحنجرة فالقصبة الهوائية التي تتفرع الى فرعين 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 .





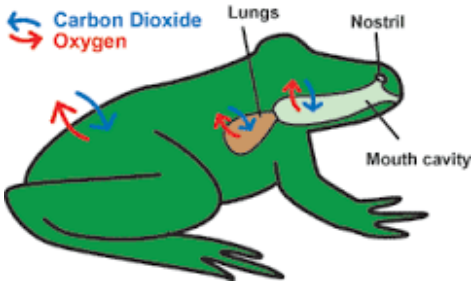
ان تدفق الهواء باتجاه واحد يسمح بكفاءة تنفسية كبيرة يتدفق الدم من خلال رئة الطيور بزاوية 90° بالنسبة الى تدفق الهواء وهذا يكون تدفق عرضي التيار،. وهذا النظام يكون اكثر فاعلية في استخلاص الاوكسجين مقارنة بالثدييات. لذلك فان الطيور تكيفت للعيش في المرتفعات مقارنة بالفقاريات الاخرى حتى التي تماثلها في الحجم والوزن ومعدل الايض.

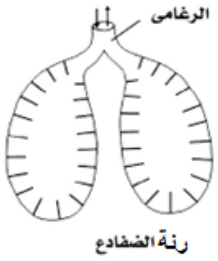
البرمائيات

تتنفس معظم البرمائيات التي تعيش على اليابسة عن طريق الرئتين، بينما تتنفس الأطوار المكتملة النموّ . التي تعيش في المياه، واليرقات عن طريق الخياشيم . مثلما تفعل الأسماك تماما. وبالإضافة إلى ذلك تتحصل جميع البرمائيات على الأكسجين عن طريق الجلد الذي يتميز بكثرة الاوعية الدموية ورطوبته الدائمة من خلال الافرازات المخاطية الجلدية ويكون رقيقاً لان الضفدع يتنفس عن طريقه أثناء وجوده في الماء وبذلك تسهل عملية تبادل الغازات (التنفس) أثناء وجوده في الماء و تتكون طبقات الجلد من أماكن بارزه سميكة تسميwarts وتتكون من ماده قرنية وأماكن أخري منخفضة رقيقه وتعمل هذه المناطق السميكة علي حماية جسم الضفدع من تبخر الماء بينما تعمل الأماكن الرقيقة من الجلد كمناطق لتبادل الغازات لوجود شعيرات دموية أسفلها ، اما على اليابسة تستخدم الضفادع البالغة رئتاها للتنفس مع الاختلاف بأن عضلات الصدر غير مرتبطة بالتنفس و لا توجد أضلاع وأغشية لدعم التنفس بمعنى أنها تتنفس بإدخال الهواء إلى عبر الممرات التنفسية فيؤدي ذلك إلى انتفاخ الحنجرة مما يسبب ضغط على أرضية الفم فيجبر الهواء على الدخول إلى الرئة. تصدر بعض الضفادع أصوات نقيق تسمع من مسافة بعيدة إذ أن الصوت خاصية تميز أنواعها وهو يصدر حين مرور الهواء إلى الحنجرة في الحلق وفي معظم أنواع الضفادع يوجد كيس يتكون من غشاء جلدي تحت الحلق أو في طرف الفم ينتفخ كالبالون أثناء زيادة الصوت.

اثناء الشهيق يدخل الهواء عن طريق الفم الى الشدق البلعومي buccophyrngeal في قاع الفم والذي يجمع فيه الهواء يوجد في هذا الشدق عضلات قوية تدفع بتقلصها الهواء الى المزمار glottis الذي يتصل بالفم من جهة وبالرئتين من جهة اخرى ، يندفع الهواء بقوة من قاع الفم الى الرئتين عبر فتحة المزمار ومن ثم تمتليء الرئتين بالهواء تحتوي الرئتين بداخلها على العديد من الطيات التي تزيد من المساحة السطحية لعملية التبادل الغازي مع الاوعية الدموية الشعرية . في حالة الزفير تتقلص الرئتين

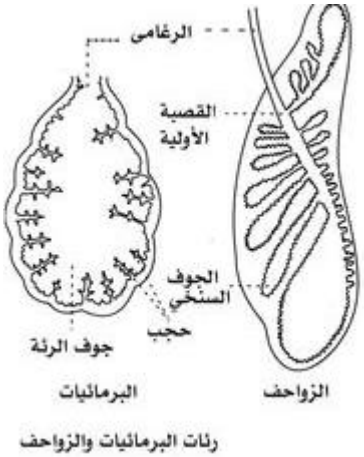
بسبب خاصيتها المطاطية وتحت تاثير تقلص عضلات البطن فيخرج الهواء من الرئتين الى الخارج مرورا بالمزمار والفم .بسبب عدم وجود للحجاب الحاجز كما في الثدييات فان الضفادع تعتمد على الشدق البلعومي في دفع الهواء الى الرئتين وكذلك توسعه لاحداث فسحة لسحب الهواء من الرئتين.

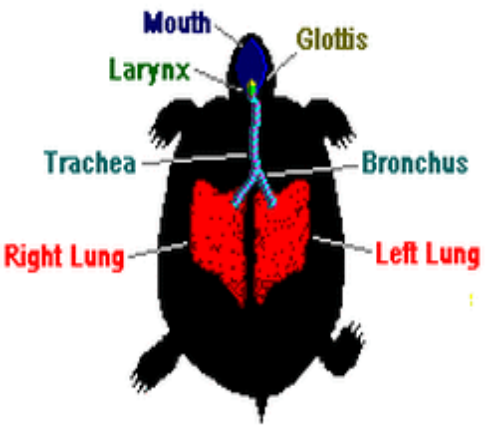




الزواحف

تشابه عملية التنفس في الزواحف عما هو عليه في الثدييات من حيث الاساس الا انه في التماسيح توجد عضلات مماثلة للحجاب الحاجز في الثدييات تختلف في طريقة عملها اذ انها تتقلص لتدفع الاعضاء الموجودة في منطقة الحوض مما يزيح الكبد باتجاه الاسفل وهذا يعطي مساحة للرئتين ويسمح لها بالامتلاء اثناء عملية الشهيق وحدوث التبادل الغازي ومن ثم تنبسط العضلات لترجع الاعضاء الى مكانها وبالتالي تدفع الرئتين لإخراج الهواء الموجود بداخلها بعملية الزفير. تحتوي التماسيح على صمامات في نهاية الفم تمنع دخول الماء الى تجويف الجسم اثناء الغوص في الماء.





التنفس في الاسماك

يدخل الماء المحمل بالأوكسجين من فتحة الفم(والغطاء الخيشومي مغلق) حيث ينخفض التجويف الفمي buccal cavity ليمتلئ بالماء نتيجة فرق ضغط الماء خارج وداخل جسم السمكة ويدخل الى الخياشيم الموجودة على جانبي الراس ، تتكون الخياشيم من تركيب مشطي مقوس يدعى (القوس الخيشومي gill arch) (ثلاثة منه في الاسماك العظمية وخمسة الى سبعة في الاسماك الغضروفية) وخيوط خيشومية(gill filament) مكونة صفائح خيشومية رقيقة lamellae ، (وغطاء خيشومي gill operculum) يغطي الخياشيم من الخارج. يقوم القوس الخيشومي بتصفية الماء من الرمال والمواد العالقة في الماء كي لا تحدث ضررا في الخياشيم، ثم يدخل الماء الى الصفائح الخيشومية حيث تحتوي على طيات متعددة رقيقة لتزيد وتسهل من المساحة السطحية لعملية التبادل الغازي ومزودة باوعية دموية كثيفة ورقيقة ويحدث فيها التبادل الغازي بواسطة عمية تبادل التيار المعاكس Countercurrent exchange عندما يأتي الدم في الاوعية الدموية الشعرية الملاصقة للخياشيم باتجاه معاكس لمرور الماء لخياشيم الاسماك فيحدث التبادل الغازي نتيجة فرق التركيز في ضغط الغازات التنفسية بين الاوعية الدموية والخياشيم. ثم يغلق الفم ويرتفع التجويف الفمي لتقل كمية الماء في الفم ويزداد ضغط الماء الداخل الى الخياشيم ومن ثم يضغط ويفتح الغطاء الخيشومي ليخرج الماء بعد اخذ الاوكسجين المذاب منه الى خارج الجسم وهكذا تتم الدورة التنفسية باتجاه واحد.