الجهاز التنفسي

Comparative anatomy of Respiratory system in chordata

الجهاز التنفسي الجهاز التنفسي هو جهاز يزود خلايا جسم الإنسان الاوكسجين اللازم للقيام بأنشطتها، ويخلصها من ثاني أكسيد الكربون، والذي يعد نتاجاً لعملية الأكسدة فيها، فعملية التنفس تتم بمرور هواء الشهيق عبر الرغامي والقصبتين إلى الرئتين، وتحتوي كل رئة على الكثير من القصيبات التي تتفرع إلى شعيبات تنتهي بعدد لا نهائي من الحويصلات الهوائية المبطنة بأغشية رقيقة جداً، والتي يتم من خلالها تبادل الغازات بينها وبين الشعيرات الدموية المحيطة بالأسنان، وتشغل العضلات الوربية والحجاب الحاجز الرئتين؛ بحيث يسحبان الهواء إليهما ثم يدفعانه خارجهما ضمن فترات منتظمة.

مكوّنات الجهاز التنفسي

الحنجرة:

هي المكوّن الأول للجهاز التنفسي، والتي يوجد داخلها الأحبال الصوتية، وهي تستقبل الهواء الذي يدخل إلى الرئتين، وتحد من احتمالية دخول الأطعمة إلى القصبات الهوائية؛ نظراً لاحتوائها على زائدة لحمية.

البلعوم:

وهو أحد أهم أجزاء الجهاز التنفسي؛ فهو ينقل الطعام إلى الجهاز الهضمي، ويُدخل الهواء إلى الجهاز التنفسي.

القصبة الهوائية:

وتتكون من قسمين؛ الأول يتشكل من غضاريف رقيقة أما الثاني فيتشكل من عضلات، وتؤدي القصبة الهوائية وظيفتين؛ هما: إخراج الأصوات من الأحبال الصوتية إلى الرئة، والتخلص من البلغم والجراثيم التي يحتويها الجسم عن طريق السعال.

الشعب الهوائية:

وهي تُدخل الهواء إلى الرئتين عن طريق عملية الشهيق والزفير. الحويصلات الهوائية: تحتوي الرئتان على 300 مليون حويصلة، وهي تحمي الشعيرات الدموية الدقيقة، وتعزز عملية الشهيق والزفير.

أهمية الجهاز التنفسي

يزود الجسم بالأكسجين، ويخلصه من ثاني أكسيد الكربون. يحافظ على التوزان الحمضي في الجسم. يحد من احتمالية إصابة الجسم بارتفاع درجة الحرارة.

الأمراض التي تصيب الجهاز التنفسي الربو: وهو من أكثر الأمراض شيوعاً، وهو انقباض مفاجئ للرئتين يخل بوظيفتها، وتزداد حدته عند التعرض لبعض المثيرات، مثل: الغبار والهواء. التليف الكيسي: وهو من الأمراض الوراثية، وتزداد حدته عند اندماج اللعاب والعرق مع الدموع.

توسع القصبات الهوائية:

وفيه تقل فعالية عملية الشهيق والزفير. مرض الانسدادي: وهو يتسبب في تآكل أنسجة الشعب الهوائية؛ مسبباً بهذا صعوبة في التنفس.

التليف الرئوي:

ويظهر هذا المرض على هيئة جروح أو ندوب على الشعب الهوائية.

كيفية الحفاظ على الجهاز التنفسي:

التنفس عن طريق الأنف، والابتعاد قدر الإمكان عن التنفس بواسطة الفم. ممارسة التمرينات الرياضية بشكلٍ منتظم، وخصوصاً رياضة المشي. الإقلاع عن التدخين، والابتعاد عن المشروبات الكحولية الضارة. عدم التعرض للهواء البارد، وخصوصاً في موسم الشتاء. تزويد الجسم بلقاحات ضد الأمراض التنفسية المختلفة

الرئتان: .

توجد في منطقة الصدر رئة يسرى وأخرى يمنى، تحاط الرئتان بغشاء بلوري حشوي جدارها من الأمام الضلوع ومن الخلف العمود الفقري ويدعمها الحجاب الحاجز، داخل كل رئة تتفرع الشعب الهوائية إلى قصيبات تنتهي بالحويصلات الهوائية التي تساهم بشكل كبير في تبادل الغازات. الغشاء الجنبيّ: يحيط بكل رئة غشاء يسمى الغشاء الجنبي، يصاحب هذا الغشاء ورقتين حيث تلتصق الوريقة الأولى بالرئة والأخرى

تلتصق بالقفص الصدري. الأوعية الدموية الرئوية: تخرج من البطين الأيمن الشريان الرئوي الذي ينقسم إلى قسمين أحدهما يتصل بالرئة اليمنى والآخر بالرئة اليسرى، ويتشكل حوله شبكة من الشعيرات الدموية الغزيرة التي ينتج عنها فروع وريدية، ويوجد أربعة من الأورد الرئوية التي تصب في الأذين الأيسر في القلب. الشعب الهوائيّة: هي مسلك هوائيّ رئيسيّ من شبكة مجاري هوائية، تتفرع كل قصبة لقُصَيبَة ناقلة الهواء إلى الرئتين، ولا يوجد تبادل غازي في هذا الجزء من الرئتين.

العوامل المؤثرة في عمليّة التنفس يوجد العديد من العوامل المؤثّرة في عملية التنفس، أهم هذه العوامل ما يلي: عوامل عصبية مركزيّة: منطقة تحت المهاد لها دور كبير في اضطراب عملية التنفس خاصّة عند الانفعال حيث تزيد سرعة التنفس بشكل واضح وملحوظ، كما أنّ قشرة الدماغ تؤثّر على عمليّة التنفس أثناء المواقف المضحكة والضحك المستمر، أو الكلام، أو الأعمال التي تتطلب انتباه. عوامل كيميائيّة: إنّ حدوث أي تغييرات كيميائية في جسم الإنسان يؤثر على عملية التنفس، فمثلا يحدث اضطراب للمراكز الحسيّة العصبيّة عندما يحدث تغيير كيميائي للدم.

تكون رئتا الطيور صغيرة نسبيًّاً، ولكنها تتصل بثمانية أو تسعة أكياس هوائية تمتد عبر معظم الجسم، وهذه الأكياس بدورها متصلة بأجواف هوائية داخل العظام. عند الشهيق، ينتقل الهواء عبر رغامى الطائر إلى الأكياس الهوائية، ومن ثُمّ وبشكل مستمرّ من الأكياس الهوائية في الظهر، ومن ثُمّ عبر الرئتين (و هما ثابتتا الحجم نسبيًّاً) إلى أكياس الهواء في الأمام. من هنا، يُزفَر الهواء. تُدعى هاتان الرئتان ثابتتا الحجم "

لا تساهم الأكياس الهوائية التي تحمل الهواء كثيراً في التبادل الغازي، على الرغم من كونها رقيقة الجدران، إلا أنها فقيرة بالأوعية الدموية. تمتد الأكياس الهوائية وتتعقّد بسبب تغيرات الحجم في الصدر والبطن. يتغير هذا الحجم بسبب حركة القص والأضلاع وتتزامن هذه الحركة غالباً مع حركة عضلات الطيران.[]
وهي أما أشباه القصبات التي يتدفَّق عبرها الهواء تكون أحاديّة الاتِّجاه تدعى أشباه القُصيبات الرئوية القديمة موجودة في جميع. تمتلك بعض الطيور بالإضافة إلى ما سبق بنية رئوية كبيرة حيث يتدفَّق الهواء في أشباه القصبات وهي ثنائية الاتجاه، وتُدعى أشباه القصبات هذه أشباه القصبات الرئوية الجديدة.[62]

الجهاز التنفسي Respiratory System

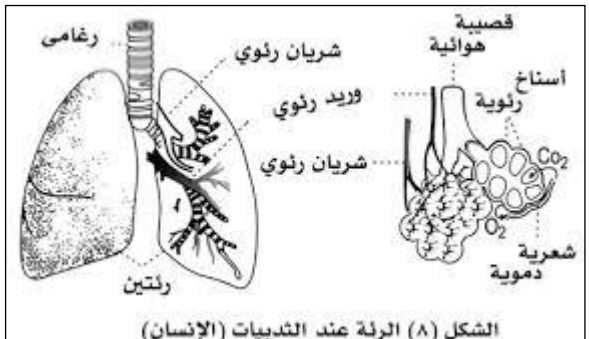
خلايا الجسم تستخدم الأوكسجين بصفة مستمرة وذلك من أجل التفاعلات الايضية التى تؤدى لإطلاق الطاقة من جزيئات المواد الغذائية وإنتاج الـ (ATP) . وفى نفس الوقت فإن هذه التفاعلات تؤدى لإطلاق (CO_2) . ومن المعروف أن استهلاك (O_2) وإنتاج (CO_2) يحدث فى الميتوكوندريا نظراً لأن التنفس الخلوى يحدث بها . ونظراً لأن الكميات الكبيرة من CO_2 تؤدى لإحداث حموضة تعتبر سامة للخلية لذلك فإنه من الضرورى التخلص من الكميات الزائدة من CO_2 .

وهناك جهازين فى الجسم يقوما بإمداد الجسم بـ O_2 والتخلص من CO_2 وهما جهاز الدوران والجهاز التنفسى . **الجهاز التنفسى** يقوم بعملية تبادل الغازات حيث يأخذ الـ O_2 ويتخلص من CO_2 . **جهاز الدوران** يقوم بنقل الغازات فى الدم فيما بين الرئتين والخلايا . وأى تدهور فى أحد هذين الجهازين يؤدى إلى موت الخلايا نتيجة نقص O_2 وتراكم النواتج الضارة .

تركيب الجهاز التنفسي في اللبائن :

يتكون الجهاز التنفسى من الأنف والبلعوم والحنجرة والقصبة الهوائية والشعب الهوائية والرئتين ووظيفياً يتكون الجهاز التنفسى من جزئين :

- الأجزاء الموصلة Conduct parts : وتشمل التجاويف والأنابيب التى توصل الهواء إلى الرئتين وتشمل الأنف والبلعوم والحنجرة والقصبة الهوائية .
- الأجزاء التنفسية Respiratory parts : وتشمل الأجزاء التى يتم فيها تبادل الغازات وتشمل الشعيبات(القصيبات) التنفسية وقنوات الحوصلات الهوائية والحوصلات الهوائية .



الشكل (٨) الرئة عند الثدييات (الإنسان)

*** الأنف Nose** التركيب الداخلى للأنف يكون متخصص لأداء ثلاث وظائف : 1- تدفئة وترطيب وترشيح الهواء الداخل أثناء الشهيق ، 2- استقبال منبهات الشم ، 3- التجاويف المتسعة الرنانة تتحكم فى الصوت.

*البلعوم **Pharynx** البلعوم عبارة عن أنبوبة قمعية الشكل تبدأ من نهاية التجويف الأنفى وتمتد حتى توازى الغضروف الحلقى الموجود فى قمة القصبة الهوائية . ويتكون جدار البلعوم من عضلات هيكلية ويبطن بنسيج طلائى مخاطى . ويعمل البلعوم كممر للهواء والغذاء ويمثل فراغ رنان لإظهار الصوت .

*الحنجرة **Larynx** أو ما يسمى صندوق الصوت عبارة عن ممر قصير يربط بين البلعوم والقصبة الهوائية . وتبطن الحنجرة بخلايا طلائية عمودية مهدبة (طبقى كاذب) وخلايا غدية Goblet cells ونجد أن الأهداب تعمل على دفع المخاط وما يحمله من جزيئات غريبة إلى أعلى (بعيداً عن القصبة الهوائية) . ويوجد جزء غضروفى مطاط على شكل لسان صغير يسمى لسان المزمار epiglottis له طرف قاعدى مثبت بالحنجرة والطرف الآخر حر يتحرك لأعلى ولأسفل ويعمل على غلق الحنجرة أثناء البلع.

*الرئتين **Lungs** وهما عبارة عن زوج من الأعضاء المخروطية الشكل تقع فى تجويف الصدر ويقع القلب بينهما . ويوجد طبقتين من نسيج ليفى يسمى بغشاء الجنب Pleura membrane يحيط ويحمى كل رئة ، الطبقة الخارجية منه تتصل بجدار التجويف الصدرى والطبقة الداخلية تغطى الرئة نفسها وبين هاتين الطبقتين يوجد فراغ يسمى بالفراغ البلورى Pleural cavity يحتوى على سائل يفرز بواسطة الغشاء البلورى ويقلل الاحتكاك بين طبقتين الغشاء البلورى ويسمح بحركتهما بسهولة فوق بعضهما البعض أثناء التنفس . الرئة اليمنى تنقسم إلى ثلاثة فصوص بينما الرئة اليسرى تنقسم إلى فصين. والشعيبات(القصيبات) التنفسية تنقسم إلى عديد من القنوات الحوصلية alveolar ducts التى يوجد حولها عديد من الحوصلات alveoli .

الحوصلة Alveolus

عبارة عن تجويف كروى يبطن بخلايا طلائية حرشفية ويدعم بغشاء قاعدى مطاط رقيق وتشترك عدة حوصلات فى فتحة واحدة لتكون ما يسمى بالجيب(الاكياس) الحوصلى alveolar sac . جدار الحوصلة يتكون من نوعين من الخلايا :

- خلايا حوصلية من النوع الأول Type 1 : خلايا طلائية حرشفية تكون بطانة مستمرة لجدار الحوصلة .
- خلايا حوصلية من النوع الثانى type 2 : وهى تفرز السائل الحوصلى الذى يحافظ على رطوبة الخلايا الحوصلية. السائل الحوصلى يحتوى على خليط من الفوسفوليبيدات والليبوبروتين يسمى surfactant يعمل على خفض التوتر السطحى للسائل الحوصلى . وينشأ التوتر السطحى عند تعرض الماء للهواء

بسبب أن قطبية جزيئات الماء تجعلها أكثر انجذاباً لبعضها البعض عن انجذابها لجزيئات الغاز فى الهواء . لذلك فإن قوة انجذاب جزيئات الماء لبعضها داخل الرئة يؤدى لانهيار حوصلات الرئة ولذلك فإن الـ surfactant يقلل قوة انجذاب جزيئات الماء لبعضها وبالتالى يمنع انهيار حوصلات الرئة فضلاً عن أن الألياف المطاطة فى جدار الحوصلات تحافظ على بقاء الحوصلات مفتوحة .

ويوجد فى جدار الحوصلة خلايا تسمى Alveolar macrophage وهى تعمل على إزالة جزيئات الأتربة من فراغ الحوصلة . ويوجد أيضاً خلايا monocyte وهى كرات دم بيضاء وهى التى تتحول إلى macrophage ويوجد أيضاً خلايا fibroblast تنتج الألياف المطاطة والشبكية . ويحيط بالحوصلة شبكة من الشعيرات الدموية تشمل الشرايين والأوردة التى يتكون جدارها من طبقة واحدة من الخلايا.

أنواع أجهزة التنفس:

1. فى الحيوانات الأوليه وحيدة الخلية مثل الابتدائيات Protozoa ،تحصل على الأوكسجين مباشرةً من الهواء أو البيئة المحيطة بها وتطرد ثانى أكسيد الكربون مباشرةً للبيئة المحيطة أيضاً من خلال غشائها فقط.
2.فى الحشرات يمر الهواء مباشرةً للأنسجة من خلال قصبة هوائية.
3. فى الحيوانات الكبيرة معقدة التركيب لا تتصل الخلايا مباشرةً مع البيئة المحيطة ولذلك تحتاج لأجهزة تنفسية ودموية للسماح بتبادل كافى من الغازات وتوزيع الأكسجين لجميع أجزاء الجسم.

الجهاز التنفسي في الطيور

إن الطلب المُتزايد للطيور للطاقة أثناء عملية الطيران، أدى بشكل مُباشر إلى تطور الجهاز التنفسي، لكي يسمح بإجراء عملية التبادل الغازي بكفاءة عالية وبشكل أسرع مقارنة ببقية الأنواع الحيوانية الأخرى. ونظراً لدخول كميات كبيرة من الأوكسجين وبشكل مُتسارع أثناء عملية الطيران، فإن التركيب التشريحي والفسيولوجي لهذا الجهاز يختلف في الطيور عن الثدييات، ومن أهم هذه الاختلافات:

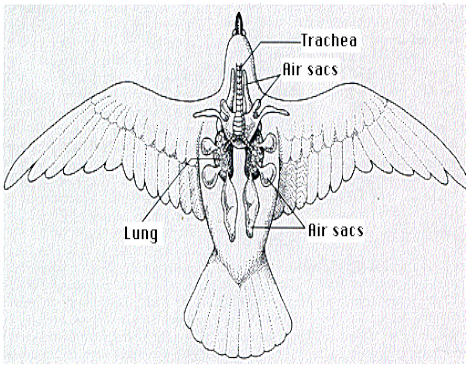
دور الرئتين، حيث أنها صلبة صغيرة الحجم توجد في التجويف الصدري ملتصقة بالأضلاع والعمود الفقري وذات لون أحمر وردي، وفي الثدييات تتحكم عضلة الحجاب الحاجز في تمدد وانقباض الرئتين، بينما لا توجد تلك العضلة في الطيور، كما أن رئتي الطيور لا تتمدد مع الشهيق والزفير كما في الثدييات، كما تمتلك الطيور تركيب مُميز آخر يغيب عن الثدييات وهو نظام الأكياس الهوائية Air sacs ذات الجدر الرقيقة والتي تحتل معظم الفراغ الداخلي للجسم ويُخزن فيها الهواء، حيث معظم الطيور تمتلك ثمانية أكياس هوائية، كيس عنقي Cervical، كيس ترقوي Clavicular، زوج صدري أمامي Cranial (Anterior)

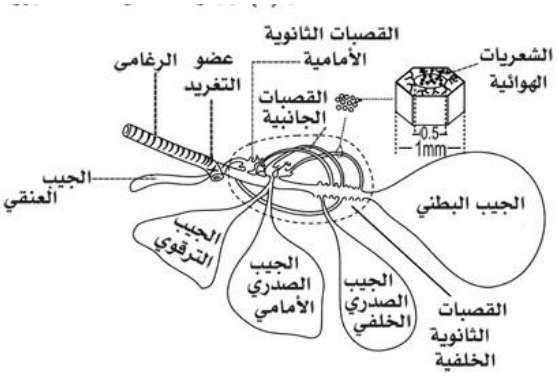
thoracic، زوج صدري خلفي Caudal (Posterior) thoracic، زوج بطني Abdominal. وتوجد **في بعض أنواع من الطيور زوج من الأكياس في منطقة العنق ليزيد بذلك عدد الأكياس إلى تسعة أكياس هوائية.**

وظائف الجهاز التنفسي في الدواجن

1- التبادل الغازي. 2- التخلص من الحرارة الزائدة بالجسم عن طريق اللهث Panting.

3- التخلص من نواتج التمثيل الغذائي السامة. 4- إصدار الصوت من الحنجرة السُفلى.





(شـــكل يوضح الجهاز التنفسي في الطيور والاكياس الهوائية)

البرمائيات هي حلقة الوصل بين الكائنات البرية والبحرية؛ فهي تعتمد على الرئتين والجلد وأحيانًا على الخياشيم لإتمام عملية التنفس. تبدأ البرمائيات التنفس من خلال الجلد عن طريق إفراز بعض المواد المخاطية التي تحافظ على رطوبة الجلد، وتعمل على امتصاص الأكسجين الذي ينتقل بدوره إلى الشعيرات الدموية القريبة من سطح الجلد ثم إلى جميع خلايا الجسم. وجدير بالذكر أن البرمائيات تمتص أكثر من ربع كمية الأكسجين الذي تستهلكه في عملية التنفس من خلال الجلد، وإذا أصابها الجفاف، فإنها لا تستطيع التنفس وتموت. وبعض البرمائيات لا تعتمد على الرئتين أو الجلد فحسب؛ حيث تمتلك الشراغيف (صغار الضفادع) خياشيم مثل خياشيم الأسماك للقيام بعملية التنفس؛ وذلك بسبب مكوثها في المياه فقط في فترة من فترات نموها.

تتكون الرئتان لدى البرمائيات من هياكل بسيطة تفتقر إلى المظهر الإسفنجيّ المعقد من الداخل الذي يكوّن رئتي الطيور والثدييات على سبيل المثال، حيث إنّ الرئتين لدى معظم البرمائيات تستقبل نسبةً كبيرةً من الدم المتدفّق الكليّ من القلب، وعلى الرّغم من أنّ بطين القلب لدى البرمائيات غير مقسم إلى حجرات، فإنّ هنالك قليل من خليط الدم يأتي بشكل مفاجئ من حجرة الأذين الأيسر والأذين الأيمن إلى داخل ذلك البطين، ونتيجةً

لذلك فإنّه يتمّ ملء الرئتين أولاً بالدّم غير المؤكسد من الأنسجية الأساسيّة. عند تطوّر بعض أنواع البرمائيات إلى مرحلة البلوغ، فإنّ الرئتين تتولّى الوظيفة الأساسيّة للتنفّس عن طريق الخياشيم، فبعض أنواع السمندر مثل قنفذ البحر لا تصل إلى مرحلة البلوغ، ومع ذلك تتطوّر رئتاها، وتحتفظ بالخياشيم طوال حياتها، وبذلك تصبح قادرةً على تنفس الهواء. التنفّس عن طريق الجلد تتنفّس معظم البرمائيات عن طريق الرئتين والجلد من خلال إبقاء الجلد رطباً حتى تتمكّن من امتصاص الأكسجين، حيث إنّ جسمها يفرز مواد مخاطيّة تحافظ على رطوبته، لأنّه إذا أصبح جافّاً فإنّها لن تستطيع التنفّس، وسيؤدّي ذلك إلى موتها، فالأكسجين الممتصّ من خلال الجلد يدخل إلى الأوعية الدمويّة مباشرةً، ثمّ يتم توزيعه إلى باقي الجسم، وأحياناً يتمّ امتصاص أكثر من ربع كميّة الأكسجين المستخدم مباشرةً من خلال الجلد، ومن الجدير بالذكر أنّ الشراغف وهي صغار (صغار الضفادع) وبعض البرمائيّات المائية تتملك خياشيماً كالتي تمتلكها الأسماك للتنفّس، كما أنّ هناك عدد قليل من البرمائيات التي لا تمتلك رئتين، وتعتمد على التنفّس من خلال الجلد فقط. يتطلب التنفّس عن طريق الجلد بشرةً رقيقةً نسبياً للبرمائيات، الأمر الذي يؤدّي إلى جعلها تعاني من ارتفاع معدلات فقدان الماء، لهذا ترتبط معظم البرمائيّات بحياة مائيّة أو شبه مائيّة، وعلى عكس الرئتين أو الخياشيم، فإنّ الجلد يفتقر إلى عضو تهوية مخصّص، ولذلك يُعتقد أنّ جهاز التنفس عن طريق الجلد جهازٌ تنفسيّ ضعيف التنظيم. عمليّة تبادل الغازات عن طريق الجلد يحتوي جلد البرمائيّات على الأوعية الدمويّة الفريدة التي تسهّل عملية امتصاص الأكسجين ، حيث يمكن تبادل الغازات بشكل روتينيّ وامتصاص (CO_2) ، والتخلّص من ثاني أكسيد الكربون(O_2) الأكسجين بنسبة صفر بالمئة إلى مئة بالمئة، وإخراج ثاني أكسيد الكربون من عشرين بالمئة إلى مئة بالمئة. يتمّ تبادل الغازات التنفسيّة لدى البرمائيات من خلال الجلد الرقيق النفّاد والخياشيم، حيث تعتمد بعض أنواع البرمائيات على التنفّس المائي بدرجة تتفاوت مع مراحل التطوّر، ودرجات الحرارة، والمواسم، مثل: الضفادع، والسلمندر، والضفادع الثعبانيّة، كما تبدأ جميع البرمائيّات الحياة كيرقات مائيّة بالكامل، باستثناء عدد قليل من أنواع الضفادع التي تضع البيض على اليابسة، وتستخدم الضفادع زعانف ذيلها الكبيرة للتنفس، التي تحتوي على أوعية دموية وهياكل تنفسية مهمّة بسبب اتساع مساحة الذيل لديها، ومع تطوّر اليرقات البرمائيّة تنمو الخياشيم، وتتطوّر الرئتان، ثمّ تبدأ اليرقات بالخروج إلى سطح الماء لتنفس الهواء.