

الباب الثاني

فيزيولوجيا جهاز التنفس

الفصل الأول فيزيولوجيا التنفس عند الثدييات

التنفس هو مجموعة العمليات التي يحدث بنتيجتها تبادل غازي بين الكائن الحي والوسط المحيط به .

والتنفس من العمليات الضرورية لاستمرار حياة الكائن الحي ، وذلك لأن خلايا ونسج الإنسان والحيوان تحتاج إلى مدد مستمر من الأوكسجين لاستعماله في عمليات الاستقلاب وإنتاج الطاقة اللازمة لاستمرار الوظائف الحيوية في الجسم .

كما تحتاج هذه الخلايا أيضاً إلى وسيلة يتم بواسطتها التخلص من نواتج عملية الأكسدة ولا سيما ثاني أكسيد الكربون .

المبحث الأول

تركيب الجهاز التنفسي

يتألف الجهاز التنفسي عند الحيوانات الثديية من ^①الممرات الهوائية التي يمر الهواء عبرها إلى ^②الأسناخ الرئوية ، ومن الأنسجة الرئوية المتخصصة في عملية التبادل الغازي الذي يتم بين تجاوزيف الأسناخ الرئوية ودم ^③الشعيرات الدموية الرئوية .

1- الممرات الهوائية : يصل الهواء الخارجي إلى الرئتين عن طريق مجموعة من الممرات الهوائية والتي تشمل : الأنفي ، البلعوم ، الحنجرة ، الرغامى ، والقصبيات الهوائية والتجويف الأنفي عبارة عن عضو يمتد من فتحتي المنخرين في الأمام وحتى الفتحة الأنفية البلعومية في الخلف .

وهو يقسم إلى قسمين متماثلين بواسطة حاجز عظمي غضروفي يدعى الحاجز الأنفي . ويؤدي التجويف الأنفي دوراً مهماً في تقليل سرعة تيار الهواء المستنشق وذلك حتى يتسنى للغشاء المخاطي المبطن لجوف الأنف تدفئة الهواء وترطيبه وتنقيته من ذرات الغبار قبل

دخول الرئتين . ويؤدي التجويف الأنفي وظائفه السابقة الذكر بفضل بنيته الخاصة إذ تبطنه ^{خلايا مهدبة} ظاهرة خاصة ذات خلايا مهدبة وتحتوي على خلايا غدية تفرز المخاط وهي غنية أيضاً بشبكة كثيفة من الشعيرات الدموية التي تساعد في تدفئة الهواء المستنشق بالإضافة إلى ذلك تنمو الأشعار على سطح هذه الظهارة الأمر الذي يساعد في تنقية الهواء

والبلعوم عبارة عن ممر مشترك لكل من الجهاز التنفسي والهضمي كما أنه يتصل مع الأذن الوسطى عن طريق نفير أوستاش . ويؤدي البلعوم دوراً كمر للهواء حيث أن الهواء يعبر التجويف الأنفي لابد أن يمر عبر البلعوم .

والحنجرة هي عضو عضلي غضروفي يصل البلعوم بالرغامى . وهي بالإضافة إلى وظيفتها التنفسية في تمرير الهواء إلى الرغامى ، تحتوي على الأوتار الصوتية التي ينتج عن اهتزازاتها الأصوات المختلفة التي تصدرها الحيوانات .

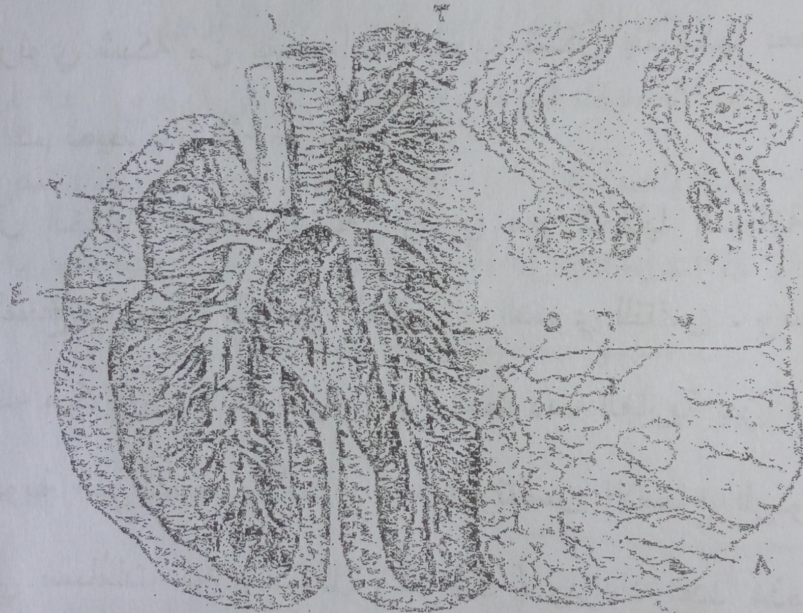
و الرغامى Traches (انظر الشكل 8) هي أنبوب عضلي غضروفي يمتد من الحنجرة ويهبط في التجويف الصدري لمسافة تختلف باختلاف النوع الحيواني حيث تنقسم إلى شعبتين تنتهي كل منهما في رئة . ويطن الرغامى غشاء ظهاري مهدب غني بالغدد المخاطية التي تؤدي مفرزاتها دوراً في حجز الجزيئات الغريبة التي يحملها الهواء معه إلى الرغامى . أما وظيفة الأهداب فهي دفع جزيئات المخاط مع ما تحمله من أجسام غريبة إلى الأعلى باتجاه البلعوم حيث يصار إلى بلعها أو بصقها إلى الخارج .

والقصبات الهوائية تنتج من تفرع الرغامى إلى شعبتين قصبيتين تنتهي كل واحدة في رئة . وتتفرع كل قصبة داخل الرئة إلى عدد كبير من الفروع معطيه القصيبات التي تتشعب بدورها إلى فروع أصغر فأصغر . وأق هذه الفروع تنتهي بالأسناخ الرئوية التي تؤلف بمجموعها تجمعات كبيرة من الأكياس الصغيرة في حجمها والتي تأخذ شكل عناقيد العنب .

وعبر جدران الأسناخ الرئوية تتم جميع المبادلات الغازية بين الوسط الخارجي ودم الرئتين . تركيب الرئتين : الرئتان هما عضو مزدوج (رئة اليمنى وأخرى يسرى) تتوضعان في القفص الصدري وتحاط الرئتان بالطبقة الحشوية لغشاء الجنب ، أما الطبقة الجدارية لغشاء الجنب فتلتصق بالجدار الداخلي للقفص الصدري .

ويفصل الوريقة الحشوية لغشاء الجنب عن الوريقة الجداري فراغ خاص يدعى فضاء الجنب الذي يكون عادة ممتلئاً بسائل مصيلى يدعى السائل الجنبوي ، هذا السائل يسبب التصاق وريقتي غشاء الجنب بطريقة قوة التوتر السطحي وبهذا فهو يحول دون إنطواء الرئتين على بعضهما .

ويتألف الهيكل العام لنسيج الرئتين من فصوص تنقسم إلى فصيصات وهذه بدورها تنقسم إلى وحدات وظيفية أصغر تحتوي على القصيبات الهوائية و الأسناخ الرئوية .
و الأسناخ الرئوي أجسام كروية الشكل تقريباً قطر الواحد منها نحو 100 ميكرون .
شكل رقم (10).



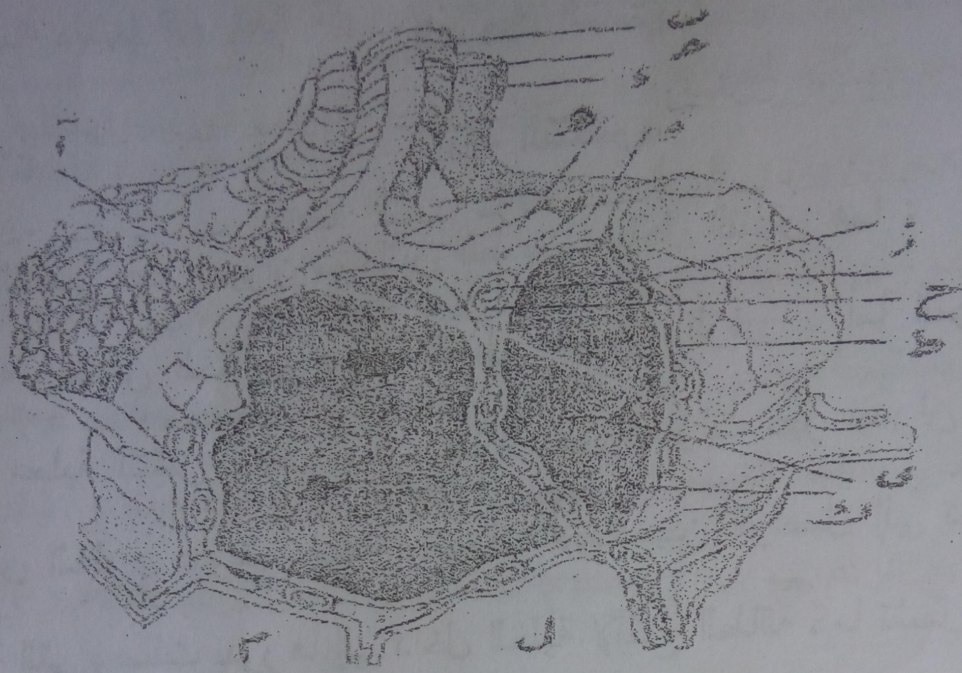
شكل رقم (10) يوضح تركيب الرئتين تحت المجهر الإلكتروني

1-الرغامى .	2-الشعبة (القصبة) اليمنى واليسرى
3-شعبة إضافية للفص القمي .	4-أفرع الشريان الرئوي .
5-قصيبة (شعبية) انتهائية .	6-سنخ رئوي .
7-قناة سنخية .	8-جريب سنخي
9-ظهارة تنفسية	

وتحتوي رتثا الحيوان البالغ على مئات الملايين من هذه الأسناخ التي تشكل سطحاً شديد الاتساع مجهزاً بشكل جيد لعمليات التبادل الغازي . ويتكون السنخ الرئوي من جدار ظهاري شديد النرقة يحتوي على بضع ألياف مرنة تسمح باتساع الأسناخ وتضييقها أثناء عمليتي الشهيق والزفير . ويبطن جدار السنخ الرئوي من الداخل نسيج ظهاري رقيق مكون من نوعان من الخلايا (خلايا I وخلايا II) .

النوع الأول من الخلايا | يضم الخلايا الظهارية الصدفية . أما النوع الثاني || فهي خلايا حبيبية . وهي خلايا أكبر حجماً من خلايا النوع الأول وتقوم بإفراز مادة خاصة تدعى (السر فاكنتت) هذه المادة تسبب توسع السطح الذي يتم عبره التبادل الغازي في الرئتين . ويحيط بكل سنخ رئوي شبكة من الشعيرات الدموية تشكل بتشابكها بعضاً ببعض ما يشبه بحيرة صغيرة من الدم تحيط بالأسناخ الرئوية .

هذا وتشكل الخلايا المبطنة للسنخ الرئوي مع الخلايا المبطنة لجدران الشعيرات الدموية المحيطة بالسنخ ما يعرف بالحاجز الغازي - الدموي للتنفس . وهذا الحاجز رقيق جداً سمكة أقل من نصف ميكرون ، ويتم عبره جميع المبادلات الغازية بين هواء الأسناخ الرئوية ودم الشعيرات الدموية التي تحيط بالأسناخ . هذا وتتصل الأسناخ الرئوية ببعضها بواسطة ثقوب صغيرة تسمى مسامات كون (الشكل رقم 11) ويزداد عدد هذه الثقوب بتقدم العمر والإصابات الرئوية المزمنة .



الشكل رقم (11) يبين تركيب السنخ الرئوي

- أ-الأسناخ الرئوية ، ب-القصبات النهائية، ج- فرع الشريان الرئوي د- فرع وريدي ،
هـ- شعيرات دموية ، و- خلية بلعمية كبيرة ز- خلية بطانية، ح- لمعة وعاء شعري يظهر فيه كرية
حمراء ط- خلية ظهارية ، ي- ثقب كون ، ف- خلية ظهارية
ل و م - يمثلان جوف الأسناخ .

المبحث الثاني

آلية التنفس

يؤدي الجهاز التنفسي عند الحيوان مرحلتين فقط من مراحل التنفس هما :

التهوية الرئوية والتنفس الخارجي وذلك بفضل الشهيق والزفير . أما المراحل الأخرى من التنفس فتشمل عملية التنفس الداخلي وهي عملية تبادل الغازات عبر جدران الأغشية الخلوية ، وعملية التنفس الخلوي : وهي عملية استهلاك الأوكسجين الواصل إلى داخل الخلية لأكسدة المواد الغذائية التي وصلت بدورها إلى داخل الخلية لإنتاج الطاقة كما تشمل هذه العملية عملية طرح الغازات الناتجة في الحيز داخل الخلايا حيث يتم عبورها إلى خارج الخلية .
التهوية الرئوية :

يتم خلال التهوية الرئوية عند الحيوان دخول الهواء النقي إلى الرئتين (الشهيق) ومن ثم خروج الهواء المحمل بفضلات الاستقلاب الغازية إلى الوسط الخارجي (الزفير) .
آلية الشهيق :

تعد الغازات مثل السوائل حيث تنتقل من المناطق ذات الضغط المرتفع إلى المناطق ذات الضغط المنخفض .

ولكي تتم عملية دخول الهواء إلى داخل الأسناخ الرئوية لا بد من هبوط الضغط الغازي داخل الرئتين بحيث يصبح أقل من الضغط الجوي الخارجي ويتحقق ذلك إذا توسع حجم الرئتين . ويتم توسيع حجم القفص الصدري والرئتين في أثناء عملية الشهيق بتضافر عمل العناصر التالية :

أ- انقباض العضلات الشهيقية (العضلات الوربية الخارجية) المتوضعة على الأضلاع من الخارج . ونتيجة لذلك تندفع الأضلاع إلى الأمام وإلى الجانبين كما يندفع عظم القص إلى الأمام والأسفل وهذا كله يؤدي إلى زيادة واضحة في حجم القفص الصدري وبالتالي إلى انخفاض الضغط الغازي فيه .

ب- انقباض عضلات الحجاب الحاجز ورجوع قبته إلى الخلف وينتج عنه توسيع في القفص الصدري أيضاً .

ج- إن توسيع القفص الصدري يؤدي إلى جر الوريقة الخارجية لغشاء الجنب والتي تبطن القفص الصدري إلى الخارج وهذا بدوره يسبب انسحاب الوريقة الداخلية لغشاء الجنب في الاتجاه نفسه وهذا يؤدي إلى تمدد الرئتين وزيادة حجمها .

كل العوامل السابقة الذكر تؤدي إلى توسع وكبر حجم القفص الصدري المحكم الإغلاق وهذا بالنتيجة يؤدي إلى انخفاض الضغط فيه الأمر الذي يسمح بتمدد الرئتان واتساعهما وبالتالي شفت الهواء إلى داخل الأسناخ الرئوية . ويستمر شفت الهواء إلى أن يتوقف تمدد توسع الرئتين وإلى أن يصبح الضغط فيهما معادلاً للضغط الجوي .

آلية الزفير :

تبدأ عملية الزفير باسترخاء العضلات الشهيقية وعضلات الحجاب الحاجز (تحذب وتكور الحجاب الحاجز وعودته إلى وضعه الأصلي باتجاه القفص الصدري) إضافة إلى ذلك فإن الأضلاع نتيجة للنقل ومرونة الغضاريف تعود إلى الوضع الطبيعي ، يساعد في ذلك انقباض العضلات الوربية الباطنية ، كل هذا يؤدي إلى انخفاض وتراجع القفص الصدري والإقلال من حجمه وارتفاع الضغط في الجوف الصدري والضغط على الرئتين ونقصان حجمهما وخروج الهواء منها إلى الوسط الخارجي - إتمام عملية الزفير .

تواتر التنفس :

تواتر التنفس يعني عدد مرات التنفس أو عدد مرات الدورة التنفسية (شهيق وزفير) في الدقيقة. ويختلف معدل تواتر التنفس (سرعة التنفس) باختلاف فصيلة الحيوان (جدول رقم 9) .

جدول رقم (9) يبين معدل تواتر التنفس أثناء الراحة عند الحيوانات المختلفة

الحيوان	معدل تواتر التنفس في الدقيقة	الحيوان	معدل تواتر التنفس في الدقيقة
الأبقار	16 - 12	الكلاب	20 - 14
الخيول	14 - 10	القطط	30 - 20
الأغنام والماعز	20 - 10	الأرانب	60 - 50
الجمال	12 - 5	الدجاج	30 - 15
الخنازير	20 - 15		
الإنسان	الشخص الكهل : 20 - 16	الأطفال	25 - 20

العوامل التي تؤثر في معدل تواتر التنفس :

يعد معدل تواتر التنفس مؤشراً مفيداً في معرفة الحالة الصحية للحيوان ولكن يجب معرفة الظروف التي يقاس معها معدل التنفس .

وهناك عوامل كثيرة تؤثر في معدل التنفس عند الحيوانات ومن هذه العوامل نذكر :

- (1) عمر الحيوان : يتناقص معدل تواتر التنفس مع تقدم عمر الحيوان
- (2) حجم الجسم : يلاحظ قلة معدل تواتر التنفس عند الحيوانات ذات الأحجام الكبيرة بينما يكون تواتر التنفس أكبر عند الحيوانات صغيرة الحجم .
- (3) يزداد معدل تواتر التنفس أثناء الحمل عند الإناث .
- (4) يزداد معدل تواتر التنفس عند ارتفاع درجة حرارة الجو . وهذا يساعد في التخلص من الحرارة الزائدة في الجسم .
- (5) الإثارة والتهيج : للإثارة والتهيج تأثير إيجابي على معدل تواتر التنفس إذ إن تواتر التنفس يزداد في حالات الخوف والقلق .
- (6) تزيد الرياضة والأعمال المجهدة في معدل تواتر التنفس .