كلية العلوم

القسم : علم الحياة

السنة : الرابعة

المادة : علم التشريح المقارن

المحاضرة : الخامسة/نظري/

{{ مكتبة A to Z }}

2024 2025

Facebook Group : مكتبة A to Z

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر (What's app-Telegram) على الرقم 0931497960

الجهاز التنفسي The Respiratory system

يعتبر الجهاز التنفسي المكان الذي تتحقق فيه عملية التبادل الغازي لكل من الأكسجين وثاني أكسيد الكربون. وذلك من خلال غزارة الأوعية الدموية، ورطوبة المنطقة التي تتم فيها عملية التبادل . ويلعب الدم دوراً رئيسياً في نقل تلك العناصر من وإلى الخلايا المختلفة. وإن وجود الهيموغلوبين في الدم يعطيه المقدرة على حمل جزيئات الأكسجين . أما فيما يتعلق بثاني أكسيد الكربون فيتحد مع الماء الموجود في الكرية الحمراء بعد خروجه من الخلايا ودخوله في الدم.

ويمثل جهاز التنفس بنموذجين الأول تمثله الخياشيم التي تشكل جهاز التنفس الرئيسي عند الفقاريات الدنيا المائية،والثاني تمثله الرئتان اللتان تميزان الفقاريات التي تعيش على اليابسة.

أولاً : جهاز التنفس الخيشومي:

يقتصر وجود هذا الجهاز على الفقاريات الدنيا المائية (مستديرات الفم و الأسماك ويرقات البرمائيات). ويتألف من مجموعة من الخياشيم الخارجية أو الداخلية في القسم الأمامي من أنبوب الهضم. وتمثل الخياشيم الخارجية مرحلة انتقالية كمرحلة اليرقات عند البرمائيات. أما الخياشيم الداخلية فهي تشكلات نهائية دائمة تأخذ شكل صفائح معلقة على جدران الجيوب الخيشومية للمعي الأمامي. وتؤمن هذه الخياشيم رغم صغر حجمها سطحاً كبيراً يتحقق من خلاله التبادل الغازي، والإطراحي، والتوازني.

١- الغلاصم (الخياشيم) الخارجية :

يقتصر وجودها عند الفقاريات على المرحلة اليرقية للبرمائيات وبعض اسماك المياه العذبة (ذوات التنفسين Dipnoi) وتنشأ هذه الخياشيم في مرحلة مبكرة جداً من الحياة الجنينية اعتباراً من الوريقة الخارجية على شكل مجموعة من البراعم الشفعية في الجدران الجانبية الظهرية للرأس في مستوى الأقواس الحشوية الهيكلية. ويتطاول كل برعم ليعطي محوراً تنشأ عنه مجموعتان من التفرعات الجانبية ذات المظهر الريشي المميز. وتروى هذه التشكلات بشبكة دموية تنشأ من تفرعات الأقواس الأبهرية الموافقة.

الخياشيم الخارجية ليرقات البرمائيات:

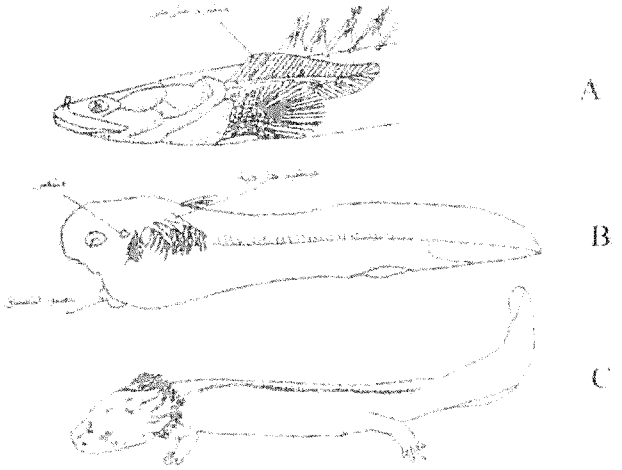
تتميز يرقات البرمائيات بوجود ثلاثة أشفاع من الخياشيم الخارجية، محمولة على الأقواس الخيشومية الثلاثة الأولى. وقد يلاحظ وجود شفع رابع ضامر عند الأشكال المذنبة (Triton).

تنشأ الخياشيم الخارجية عند البرمائيات من ثخانة البشرة المقابل للأقواس الحشوية ضمن كيسين خيشوميين يتصلان ببعضهما بواسطة قناة بطنيه ضيقة ومع الوسط الخارجي عن طريق ثقب بطني يدعى المتنفس.

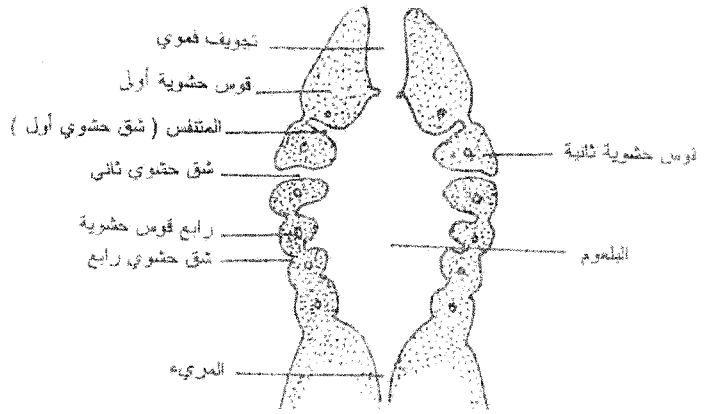
وبصورة عامة فإن الخياشيم الخارجية موقتة وتزول إثر التحول الشكلي، ويستعاض عنها بخياشيم داخلية (أسماك) أو بالرئات (برمائيات). وقد يستمر وجود الخياشيم الخارجية طيلة الحياة عند بعض الضفادع المذنبة كما في الجنس Necturus .

2- الخياشيم الداخلية :

تتوضع الخياشيم الداخلية في منطقة المعي الأمامي داخل الشقوق الخيشومية التي تظهر عند أجنة الفقاريات على شكل ردوب جانبية من الوريقة الداخلية، تفصل بينها الأقواس الهيكلية وتدعى الجيوب البلعومية. تنفتح هذه الجيوب على الوسط الخارجي بشكل الشقوق الخيشومية Gill clefs التي تؤمن عند الفقاريات الدنيا المائية (مستديرات الفم والأسماك) تياراً مائياً بين الفم والبلعوم والوسط الخارجي. وتسمح هذه الشقوق بفضل مجموعة الطيات الظهارية الغنية بالأوعية الدموية والتي تتشكل على الجدران المشتركة الفاصلة بين الشقوق الخيشومية المتجاورة بعملية التبادل الغازي الضرورية لعملية التنفس.



الغلاصم الخارجية عند الفقاريات المائية



مقطع جبهي في يرقة الفقاريات المائية

ويختلف عدد الشقوق الغلصمية حسب الفقاري فهي 13 شفعاً عند عديمات الفك الحالية. حيث تحمل جميع هذه الشقوق خياشيماً وتنفتح إلى الوسط الخارجي.

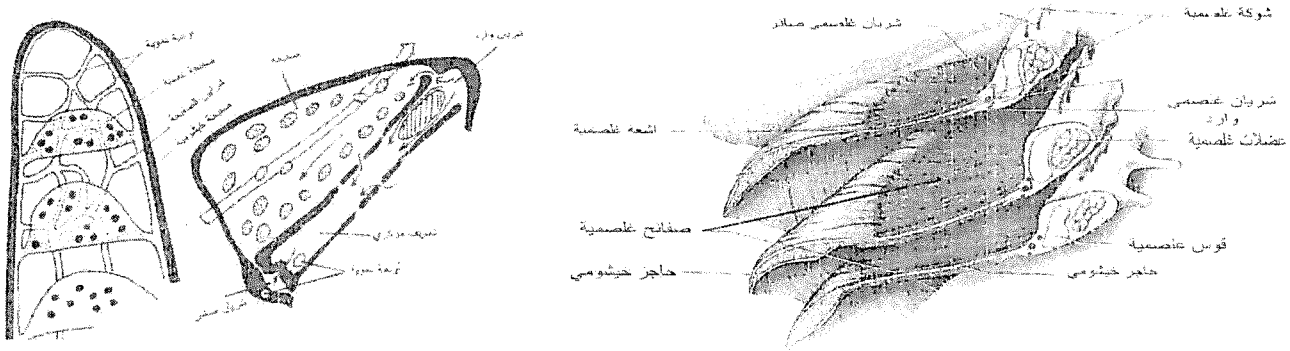
أما عند الفكيات فنادراً ما يلاحظ وجود أكثر من 6 أشفاع من الشقوق، يضمر الشفع الأول منها الذي يتوضع بين القوس الفكية والقوس اللامية وينفتح إلى الوسط الخارجي ويحمل خيشوماً ضامراً دون وظيفة تنفسية يدعى المتنفس Spirale. ورغم وجود هذه الجيوب عند رباعيات الأرجل إلا أنها لا تثقب ولا تتصل مع الوسط الخارجي وهي بدون خياشيم. إذ يلاحظ عند البرمائيات وجود أربعة أشفاع من الجيوب وشفعين عند الطيور والزواحف وشفع واحد عند الثدييات .

تتألف هذه الخياشيم بنيوياً من طبقتين من الصفائح الخيشومية التي تروى بشكل جيد بالأوعية الدموية، وتتوضع فوق بعضها البعض. ويفصل هاتين الطبقتين حاجزبين خيشومي.

البنية النسيجية للصفائح الخيشومية :

تتوضع الصفائح الخيشومية في سلسلتين متتاليتين على طرفي الحاجز بين الخيشومي، وتشكل كل سلسلة نصف خيشوم وبذلك يوجد نصف خيشوم أمامي وآخر خلفي يشكلان معاً خيشوماً كاملا Holobranch وتغطى هذه الصفائح بطبقة ظهارية مطبقة غنية بالخلايا المخاطية تمثل هذه الطيات منطقة تبادل غازي تقابل الفصيصات الرئوية عند رباعيات الأرجل. وتأخذ كل منها شكل مثلث يتألف من جدارين ظهاريين متباعدين بواسطة مجموعة من الخلايا الدعامية تتوضع بصورة شاقولية على جدران الصفيحات. أما الطبقة الظهارية التنفسية فتتألف من طبقتين خلويتين، تغطى الخارجية منها بأعراف صغيرة تضاعف سطح هذه الطبقة الظهارية بمرتين أوأكثر.

ويستمر الماء الذي يخترق الخياشيم بصورة معاكسة لدوران الدم في الصفيحات الخيشومية وتستطيع الخياشيم استخلاص ما يعادل 70- 90 % من الأكسجين المنحل في الماء أي بما يفوق ست مرات قدرة الرئتين عند الطيور والثدييات ، وهذا يعوض نقصان كمية الأكسيجين المنحل في الماء.

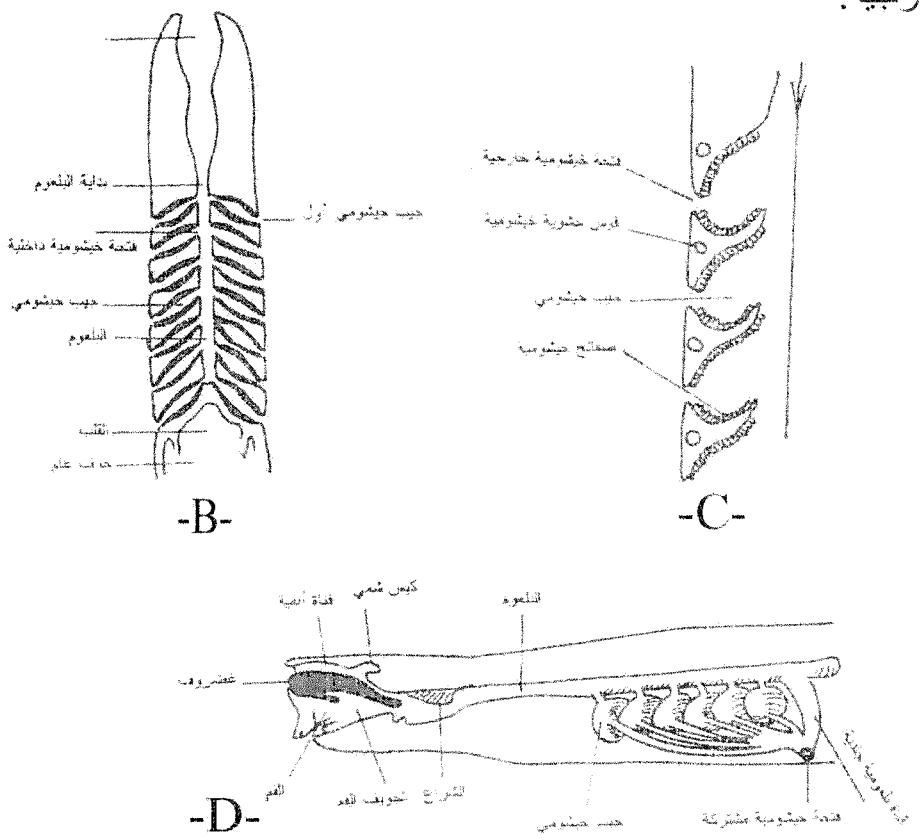


بنية الصفائح والصفيحات الخيشومية

الدراسة المقارنة للجهاز الخيشومي :

- مستديرات الفم :

يلاحظ في جدار البلعوم وجود ثمانية أشفاع من الجيوب الخيشومية. الأول منها يزول لاحقاً ويبقى سبعة أشفاع فقط. يشكل عند اليرقات حلقة وصل بين تجويف الفم والمريء إلا أنه في مرحلة تطورية لاحقة وبعد تشكل الفم المدور الماص، تحدث تعديلات هامة في مستوى ارتباط البلعوم مع المريء. إذ ينفصل البلعوم عن المريء ويشكل استطالة بطنية مستقلة ذات اتصال مستقل مع الفم ويصبح المريء ظهرياً بالنسبة للبلعوم. في منطقة اتصال البلعوم مع التجويف الفموي يوجد ما يسمى بالشراع Velum الذي يلعب دوراً رئيسياً في تصفية الماء الداخل إلى البلعوم من العوالق. ويلاحظ على الوجه الداخلي للبلعوم المستقل وجود سبعة أشفاع من الشقوق الداخلية الخيشومية . ويحد كل شق خيشومي نصف خيشوم أمامي وآخر خلفي ، ويتألف كل منهما من عدد من الصفائح الخيشومية (40-20) وتحمل كل صفيحة أكثر من 5000 صفيحة خيشومية تسبح في تيار مائي مستمر بين الشقوق الخيشومية الداخلية والشقوق الخيشومية الخارجية. ويتوافق ذلك مع طبيعة تغذية هذه الكائنات، فارتباط الفم مع الفريسة أثناء التطفل، يمنع دخول الماء منه إلى جهاز التنفس ولا بدّ من وجود مكان آخر يتم منه تأمين التيار المائي التنفسي. ويتحقق ذلك عبر الشقوق الخيشومية الخارجية.

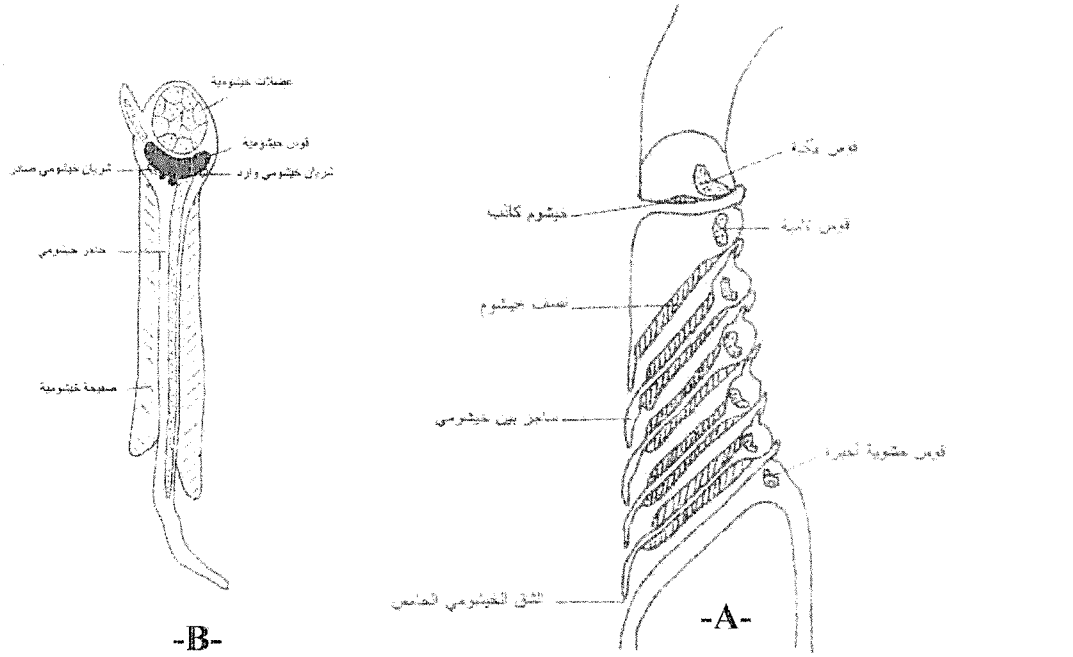


الجهاز التنفسي عند مستديرات الفم

أما بالنسبة لمستديرات الفم المخاطية Myxines، فهي تتميز بوجود ما بين 5 إلى 14 شفعاً من الجيوب الخيشومية. أما فيما يتعلق بالمخاطيات الحالية فتشكل الجيوب الخيشومية مجموعة من الحويصلات تتصل مع البلعوم بقنوات مستقلة عن بعضها وتتصل مع الوسط الخارجي بقنوات أخرى طويلة تلتقي مع بعضها بقناة واحدة تنفتح إلى الخلف من الجيب الأخير على شكل متنفس مشترك. ويلاحظ في الناحية اليسرى من البلعوم وجود جيب خلفي مجرد من الخياشيم ويتصل مع الوسط الخارجي بقناة بلعومية تلعب دور ممر يطرد الجزيئات الكبيرة. ويدخل ماء التنفس عند المخاطيات عن طريق الفتحات الأنفية الخارجية إلى القناة الأنفية البلعومية، لذلك تبقى هذه الفتحات خارج الوسط الذي تغوص فيه هذه الكائنات خلال تغذيتها، ولا سيما أنها تتغذى على المواد العضوية داخل الطين.

- الأسماك الغضروفية :

إن أهم ما يميز هذه الأسماك هو أن الحاجز بين الخيشومي والذي ترتكز عليه الصفائح الخيشومية مسطح ومدعوم بهيكل غضروفي و يتمفصل مع القوس الحشوية الموافقة مما يعطي للجيب الخيشومي شكلاً متطاولاً. ويمتد هذا الحاجز نحو الوسط الخارجي باستطالة غضروفية تنحني نحو الخلف لتشكل دساماً خيشومياً يغلق الشق الخيشومي الذي يليه. ويحمل الحاجز بين الخيشومي، من الناحية البلعومية صفين من البروزات تدعى الأمشاط الخيشومية مدعومة بقطع غضروفية صغيرة، تلعب دوراً في تصفية مياه التنفس وتحويل الجزيئات الغذائية إلى الأمعاء.



الجهاز الخيشومي عند الأسماك الغضروفية

- الأسماك العظمية :

يضمر الحاجز الخيشومي إلى درجة كبيرة عند الأسماك العظمية ولا يتجاوز ثلث طول الصفائح الخيشومية التي تصبح حرة في القسم الأكبر من طولها. كما يلاحظ عند هذه الأسماك وجود تركيبين جديدين هما الغطاء الخيشومي Operculum ومجموعة من الأشواك الخيشومية التي تلعب دوراً داعماً للخياشيم . والغطاء الخيشومي عبارة عن طية جلدية واقية، مدعومة بقطع هيكلية مرتبطة مع القوس اللامية، تدعى العظام الغطائية .

الأعضاء التنفسية المساعدة

تلعب بعض الأعضاء عند الأسماك دوراً في العملية التنفسية إلى جانب الخياشيم، فأحياناً يلعب الجلد دوراً تنفسياً كما هو الحال عند السمك الأفعواني Anguilla وأحياناً يلاحظ عند بعض الأسماك العظمية أعضاء تنفسية مساعدة تكون على اتصال بالجهاز الخيشومي ويشكل وجودها تكيف مع شروط حياة خاصة تصبح معها عملية الاستفادة من الأكسيجين الجوي ضرورة للتعويض عن نقص الأكسيجين المنحل في الماء. كما يلعب الكيس السباحي عند بعض الأسماك دوراً تنفسيا مساعداً.

الكيس السباحي (المثانة الغازية)

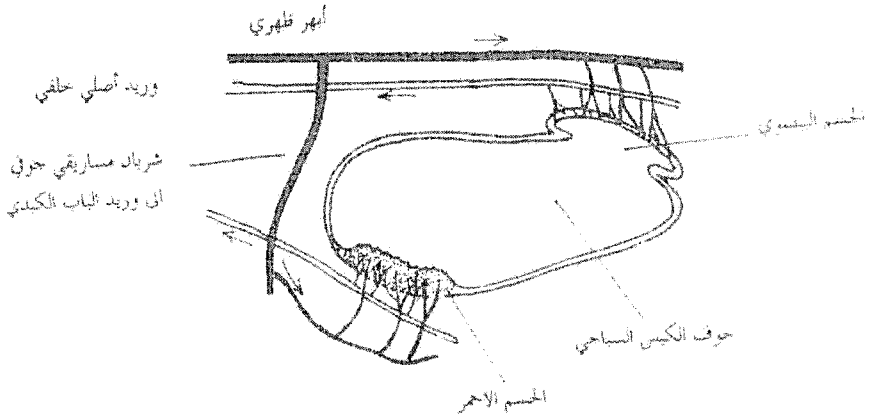
يأخذ هذا الكيس شكلاً بيضوياً ضخماً يبقى عند بعض الأسماك على اتصال مع المريء وخاصة عند الأسماك البدائية كالأسماك الغضروفية العظمية Chondrostei، والشبوطيات Cyprinihformes ويتحقق هذا الاتصال بواسطة قناة هوائية Pneumaticويدعى بالكيس السباحي المفتوح Physostomous وتدعى الأسماك في هذه الحالة بذوات الكيس المفتوح، وقد تختفي هذه القناة عند بعض الأسماك ، ويصبح الكيس منعزلاً تماماً عن المريء ويدعى الكيس السباحي المغلق Physoclistous وتدعى الأسماك بذوات الكيس السباحي المغلق.

يوجد الكيس السباحي في الناحية الظهرية من تجويف الجسم فوق مركز ثقل كتلة الجسم . ويشكل الكيس السباحي حوالي 4- 11 % من حجم الجسم وقد يكون طويلاً أو قصيراً، مستقيماً أو منحنياً، بسيطاً أو مقسماً إلى قسمين أو أكثر وتتم تعبئته بمجموعة من الغازات تفرزها الأوعية الدموية الغزيرة التي تروي منطقة ظهارية عمودية في الناحية البطنية الأمامية من الكيس تدعى الجسم الأحمر، في حين يجمع الدم الوريدي عن طريق وريد الباب الكبدي . ويعاد امتصاص الغازات من الكيس عن طريق منطقة ظهارية في الناحية الظهرية الخلفية تدعى الجسم البيضوي والتي تروى بفروع من الشريان الظهري، ثم يجمع الدم عن طريق الوريد الأصلي الخلفي .

وظائف الكيس السباحي متعددة أهمها : 1- أنه يلعب دوراً توازنياً سكونياً Hydrostatics، فقد اعتبره البعض على أنه تكيف للحياة المائية يؤثر على كثافة

الأسماك وحركتها. ومع ذلك يبقى هذا الدور ثانوياً لأن العديد من الأسماك التي تعيش وتنتقل في نفس الظروف لا تمتلك كيساً سباحياً.

2- قد يلعب وظيفة سمعية حيث يبدي الكيس السباحي علاقة مع الأذن الداخلية بواسطة سلسة عظيمات تدعى عظيمات فيبر Weberian ossicles حيث يزيد هذا الارتباط من حساسية الأذن للأصوات ذات الشدة الضعيفة.



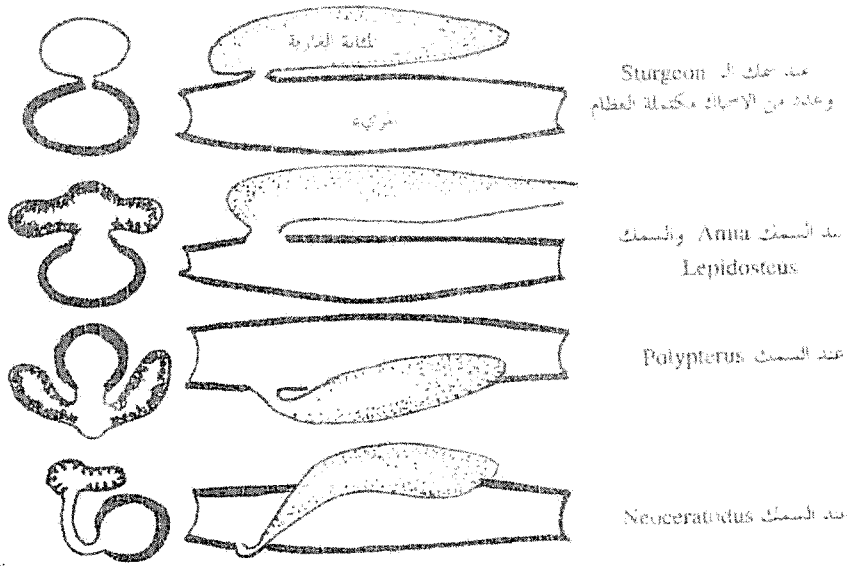
البنية العامة والإرواء الدموي في الكيس السباحي المغلق

3- قد يلعب وظيفة تنفسية عند الأسماك المتواجدة في المياه العذبة المدارية حيث تقل كمية الأوكسجين المنحل فيها أو التي تقضي معظم وقتها في الوحل، فالطبقة الظهارية للكيس السباحي ذات شبكة غنية بالأوعية الدموية وتلعب هذه الطبقة دور الرئة في التنفس.

عند الأسماك الغضروفية :

لا يلاحظ وجود هذا الكيس السباحي ويعتقد أنه فقد منذ فترة طويلة خلال تطور هذه الكائنات.

- الأسماك العظمية :



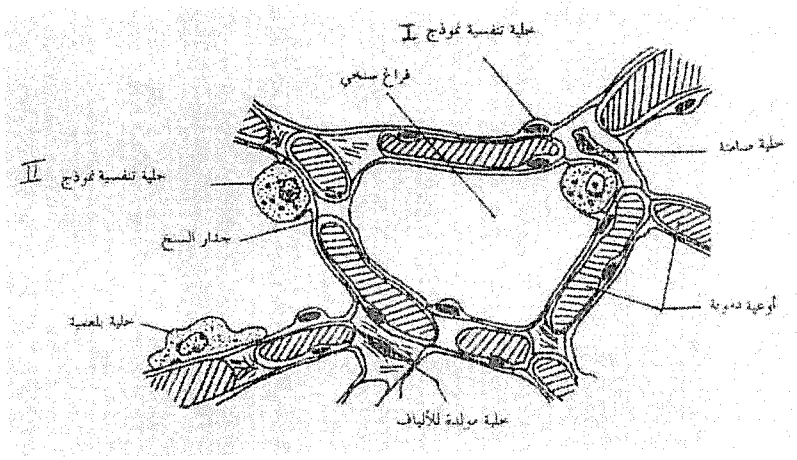
ثانياً : جهاز التنفس الرئوي:

يعتبر جهاز التنفس الرئوي الوسيلة الرئيسية في عملية التنفس عند الفقاريات الراقية، رباعيات الأرجل بالإضافة إلى المجموعات التي عادت في مرحلة لاحقة إلى الوسط المائي (زواحف بحرية وحوتيات .....).وينشأ هذا الجهاز من برعم بطني مفرد من البلعوم لا يلبث أن يتفرع إلى فرعين يشكلان شفعاً من الأكياس الرئوية خلف الشفع الأخير من الجيوب الخيشومية الحشوية. ويشكل الميزانشيم الذي يحيط بهما، مضاعفاً الطبقة الظهارية الرئوية، براعماً ثانوية وثالثية والجيل الأخير منها يشكل انتفاخات صغيرة متمايزة إلى أسناخ رئوية Alveoli ذات طبقة ظهارية داخلية مسطحة تتم عبرها عملية التبادل الغازي. كما يحتوي هذا الميزانشيم على شبكة غنية بالأوعية الدموية تلامس الطبقة الظهارية السنخية. ويرد الدم إلى هذه الشبكة عبر شفع من الشرايين الرئوية. في حين يعود الدم بعد عملية التبادل الغازي عن طريق شفع من الأوردة الرئوية التي تصب في الأذينة اليسرى.

ولقد بينت الدراسة النسيجية للطبقة الظهارية السنخية وجود طبقة ذات نموذجين خلويين ظهاريين يصعب تمييزهما عند بعض الفقاريات (الأسماك والبرمائيات) هما:

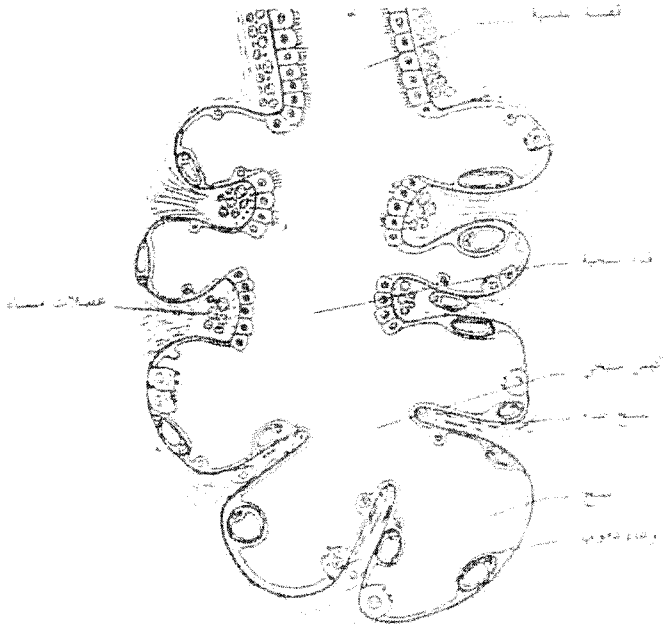
- **خلايا سنخية صغيرة** تدعى الخلايا الرئوية من النموذج الأول Pneumocytes type I ذات شكل حرشفي مسطح وتشكل حجاباً سيتوبلازمياً رقيقاً فوق الظهارية الداخلية للشعريات الدموية.

- **خلايا سنخية كبيرة** تدعى الخلايا الرئوية من النموذج الثاني Pneumocytes type II، أو الخلايا الحاجزية Septal cells، وهي مكعبة الشكل أو مدورة، تتوضع بين الخلايا السنخية الصغيرة. من ميزات هذه الخلايا وجود أجسام متعددة الصفيحات Lamellar bodies تفرغ محتوياتها على السطح الداخلي للأسناخ. ولهذه الخلايا التي تشكل 4 % فقط من مجموع خلايا السنخ أهمية كبيرة ولاسيما فيما يتعلق بدورها كخلايا ملتهمة Phagocytes .



البنية النسيجية للسنخ الرئوي

تنفتح الرئتان عند عدد من الفقاريات مباشرة على القسم الخلفي من البلعوم بواسطة فتحة مشتركة تدعى المزمار Glottis. تتمايز جملة من القنوات الهوائية تؤمن مرور الهواء من المزمار إلى الرئتين، تتألف من الرغامى Trachea التي تتفرع إلى شفع من القصبات الأولية Primary bronchi التي تخترق الرئتين وتتفرع بدورها إلى قصبات ثانوية، وثالثية تنتهي بقصيبات نهائية Terminal bronchioles و قصيبات تنفسية Respiratory bronchioles تنفتح على الأسناخ الرئوية بواسطة قنوات سنخية Alveolar ducts.



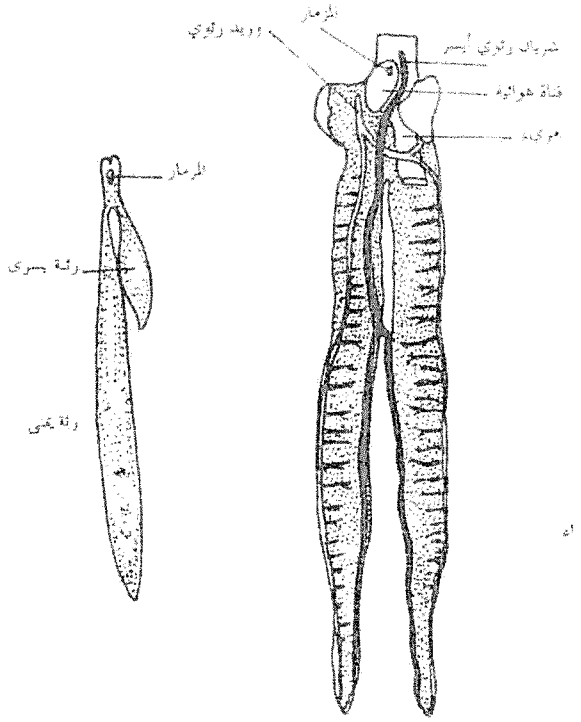
رئة الثدييات

I- التنفس الرئوي عند بعض الأسماك العظمية :

هناك ثلاث مجموعات من الأسماك العظمية ذات التنفس الرئوي الخيشومي تعود إلى عضديات الزعانف Brachiopterygii، وذوات التنفسين Dipnoi، وقوسيات الزعانف Crossopterygii . وتتميز المجموعة الأولى والثانية بكونهما من الأسماك التي تعيش في المياه العذبة في المناطق المدارية، وفي المستنقعات التي تتعرض للجفاف بصورة فصلية، أو في أنهار تفقد مياهها كمية من الأكسجين بسبب تفكك المواد العضوية النباتية فيها في فصول الجفاف. أما المجموعة الثالثة فهي أسماك بحرية ذات رئة ضامرة تمثل شكلاً بدائياً للتنفس الرئوي. وتستقبل رئة هذه الأسماك شرايينها الرئوية من الشفع السادس من الأقواس الخيشومية الصادرة، حيث تتم عملية التبادل الغازي في مستوى طبقة ظهارية تنفسية تتألف من نموذج خلوي وحيد يجمع في خصائصه ما بين الخلايا التنفسية من النموذج I الموجودة عند الثدييات والخلايا التنفسية من النموذج II .

2- التنفس الهوائي عند بعض الأسماك عديمات الرئة :

يتميز عدد من الأسماك العظمية البحرية أو العذبة بضمور جهازها التنفسي الخيشومي ووجودها في نفس الوسط الذي توجد فيه الأسماك رئوية التنفس، فتعتمد في تنفسها على الجلد وبعض أجزاء جهاز الهضم من أجل الحصول على حاجتها من الأوكسجين من الهواء مباشرة. فبعض هذه الأسماك ذات فجوة بلعومية فموية غنية بالأوعية الدموية كالأسماك الأفعوانية الكهربائية التي تسبح باتجاه السطح للحصول على الهواء الجوي كل دقيقة أو دقيقتين. وكذلك الأمر أسماك الـ Gobioidei التي تقضي أكثر من 90% من وقتها خارج الماء. وقد تميزت بعض الأسماك كالجنس Monopterus بوجود غرفة هوائية غنية بالأوعية الدموية ، تمتد إلى الخلف مشكلة كيسين يملآن بالهواء الجوي.



رئة الأسماك العظمية

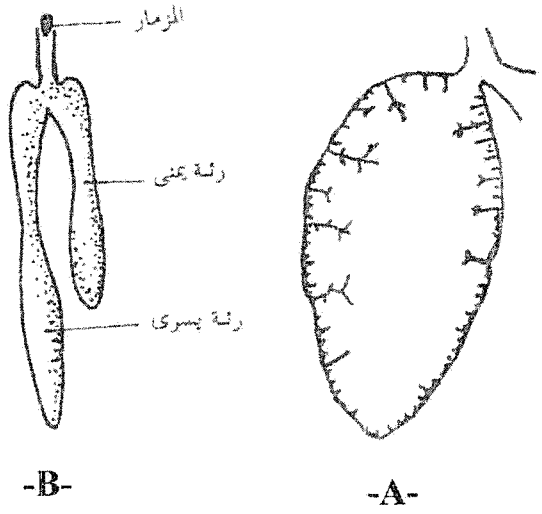
3- التنفس الرئوي عند رباعيات الأرجل:

تبدي رئات رباعيات الأرجل خلال تطورها اعتباراً من البرمائيات وحتى الثدييات عدة ميزات أهمها : ازدياد في درجة التشنخ للطبقة الظهاري الرئوية التي تزيد من مساحة سطح التنفس دون أن يقابل ذلك زيادة في حجم الرئة. ويترافق ذلك بزيادة في الأنسجة الضامة الرئوية، وتشكل حواجز ضامة غنية بالأوعية الدموية. كما يحدث تمايز جملة من القنوات التنفسية خارج وداخل الرئة (الرغامى والقصبات الأولية) .

- **البرمائيات :**

تتميز رئة البرمائيات بكونها كيسية الشكل ذات جدار رقيق يحيط بفجوة مركزية. أما وظيفياً فلا يزال دور هذه الرئة ضعيفاً في عملية التنفس، فقد بينت الدراسة السنخية للطبقة الظهارية الرئوية وجود خلايا سنخية من المرتبة الأولى فقط، تحتوي على الأجسام متعددة الصفائح بصورة مشابهة للطبقة الظهارية لرئة الأسماك. وغالباً ما ترتفع هذه الطبقة مشكلة حدوداً بسيطة لأسناخ رئوية تحيط بالفجوة المركزية للرئة، غنية بالأوعية الدموية والنسيج الضام.

وتختلف بنية الطبقة الظهارية عند البرمائيات المذنبة عما ذكر سابقاً ولا سيما غياب الأسناخ، فالرئة ذات جدار داخلي أملس نظراً لضعف التنفس الرئوي أو غيابه كلياً عند بعض الضفادع حيث يصبح التنفس الجلدي والتنفس البلعومي هما الوسيلة الرئيسية في عملية التنفس عندها. وغالباً ما تكون الرئة اليسرى أطول من الرئة اليمنى عند هذه البرمائيات. أما عند الضفادع عديمة الذنب فيلاحظ وجود حواجز حقيقية على السطح الداخلي للرئة تحدد فجوات كبيرة ومقسمة بصورة ثانوية إلى أسناخ صغيرة. ويتحقق ارتباط الرئتين مع البلعوم بصورة مباشرة بواسطة فتحة المزمار باستثناء بعض البرمائيات عديمة الأرجل التي تتمايز لديها الرغامى.



-B- -A-

A. رئة الضفدع المذنب
B. رئة الضفدع عديم الذنب

- **الزواحف :**

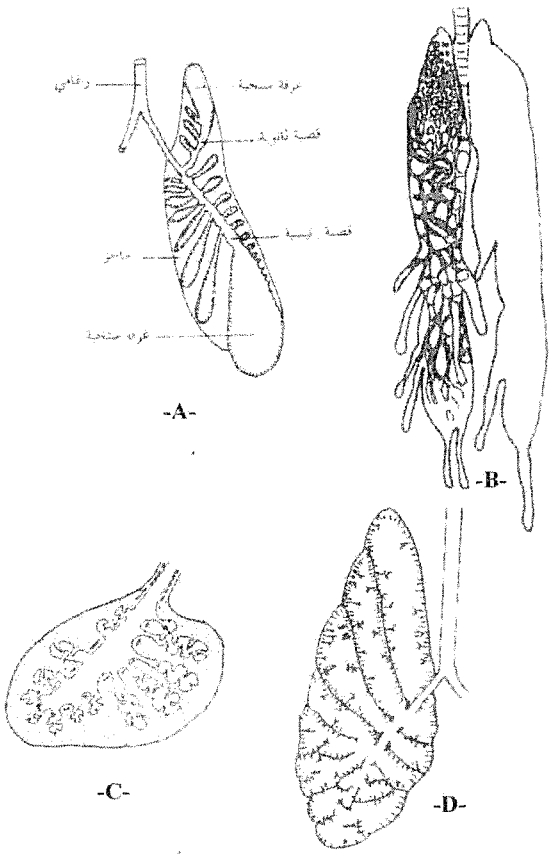
تتعقد البنية النسيجية لرئة الزواحف عما سبق ذكره عند البرمائيات رغم كونها من النموذج الكيسي عند عدد منها. وتعتبر رئة الزواحف منقاريات الرأس ممثلة بالجنس Sphenodon، مشابهة إلى حد بعيد لرئة البرمائيات باستثناء وجود رغامى بصورة دائمة مدعومة بحلقات غضروفية كاملة أو غير كاملة، كما تتميز بوجود طبقة ظهارية تنفسية مكونة من نموذجي الخلايا التنفسية (I و II).

أما رئة الأفاعي فتتميز بوجود قسم خلفي ذي جدار سنخي وبوجود طيات ثانوية وثالثية و بوجود رغامى تنقسم إلى قصبتين خارج الرئتين. كما يبدي عدد من الأفاعي ضموراً في الرئة اليسرى فقد لا تمثل سوى ثلث الرئة اليمنى عند بعضها أو قد تغيب كلياً كما في الأفاعي Viper.

تتعقد بنية الرئة عند بقية الزواحف وخاصة بعد احتلال فروع القصبات الهوائية معظم أقسامها، وزوال الغرفة المركزية وتشكل أسناخ واضحة تصل إليها القصبات عن طريق تفرعات ثانوية وثالثية ندعوها القصيبات. كما تتحول رئة هذه الكائنات من شكل كيسي إلى عضو اسفنجي تقسمه حواجز ضامة غنية بالأوعية الدموية إلى أكياس سنخية.

بالنسبة للعظايا، رئاتها ذات بنية أبسط من بنية رئة السلا حف والتماسيح، إذ تتشعب القصبة الهوائية بعد دخولها إلى الرئة لمسافة قصيرة، إلى قصبة رئيسية طويلة تتجه نحو الخلف وقصبة ثانوية قصيرة تتجه نحو الأمام، وتعطي كل منهما عدداً من الثقوب الجانبية التي تشكل مداخل إلى غرف سنخية متطورة مفصولة عن بعضها بحواجز ضامة غنية بالأوعية الدموية.

أما عند السلاحف والتماسيح، فتصبح بنية الرئة أكثر تعقيداً بعد تشكل مزيد من القصبات الثانوية والثالثية التي تتوزع بصورة شعاعية داخل الغرف السنخية.



رئة الزواحف

A رئة عظاء-B رئة حرباء -C رئة سلحفاة - D رئة التمساح الأمريكي

- **الطيور :**

تنفرد رئة الطيور بعدة خصائص تميزها عن رئة بقية الفقاريات فهي صغيرة بدون أسناخ، تغذيها جملة غزيرة من الأوعية الدموية وتتصل بقوة مع الأضلاع والفقرات الصدرية. ويتحقق التبادل الغازي في هذه الرئات عبر مجموعة أنابيب مبطنة بطبقة ظهارية، تؤمن دوران الهواء بصورة مستمرة ولذلك تدعى رئة الطيور بالرئة الأنبوبية. يتحقق دوران الهواء في هذه الرئة من خلال شبكة معقدة من القصبات حيث يدخل كل رئة قصبة متوسطة Mesobronchus تدعى القصبة الأولية تتشعب إلى عدد من القصيبات الثانوية Secondary bronchi التي تتوزع في أربع مجموعات رئيسية:

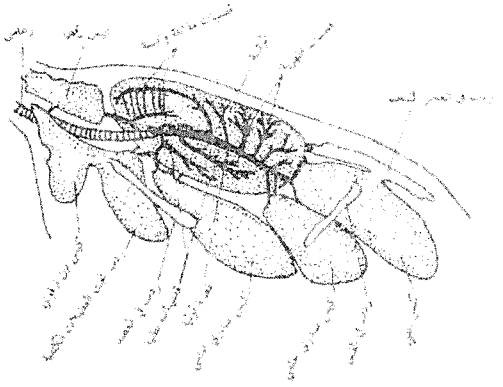
1- مجموعة رأسية تتألف من 4-6 قصيبات داخلية بطنية.
2- مجموعة ذيلية ظهرية تتألف من 6- 10 قصيبات خارجية ظهرية.
3- مجموعة ذيلية بطنية تتألف من 6-10 قصيبات جانبية .
4- مجموعة ذيلية جانبية تتألف من 20-30 قصيبة ظهرية.

يصدر عن هذه القصيبات جملة جديدة من الانيبيبات الدقيقة ذات جدران دقيقة تدعى الشعريات الهوائية Air capillaries التي لا يزيد قطر الواحد منها عن 3-10 ميكرومتر . تترافق هذه الشعريات بجملة من الشعيريات الدموية الغزيرة حيث تشكل مناطق التلاقي بين نوعي الشعيرات سطوح التبادل الغازي. تغطى السطوح التنفسية بطبقة ظهارية مسطحة تتألف من خلايا تنفسية من النموذج (I). أما النموذج الثاني من الخلايا التنفسية (II) فيلاحظ وجوده على سطح القصيبات المتوازية.

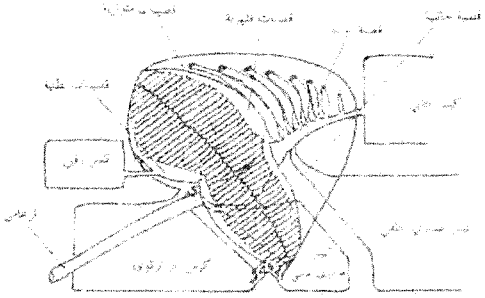
من ميزات رئة الطيور أيضاً وجود ردوب رئوية تنشأ من تبرعم نهائي للقصبة الأولية أو تبرعم جانبي لبعض القصيبات الثانوية تقع خارج الجوف العام تدعى الأكياس الهوائية. تغزو هذه الأكياس الفجوة البيرتوانية بين الحزم العضلية كما تخترق بعض العظام التي ندعوها العظام الهوائية Air bones. إذ يلاحظ بصورة عامة ثمانية أو تسعة أكياس نظراً لاندماج بعضها مع بعض وهي موزعة على النحو التالي:

- **شفع من الأكياس الرقبية** وقد يندمج الكيسان الرقبيان عند بعض الطيور ليشكلا كيساً واحداً (العصفور والديك).
- **كيس بين ترقوي** كبير الحجم ينشأ من اندماج الزوج الثاني والزوج الثالث .
- **شفعان من الأكياس الصدرية** تنشأ من الشفع الرابع والشفع الخامس .
- **شفع من الأكياس البطنية** تنشأ من الشفع السادس فقط ويحتلان القسم الظهري والذيلي من الفجوة البيرتوانية ويغطيان الكبد والمعدة والأمعاء ويصلان حتى المجمع.

ترتبط الأكياس الهوائية مع القصيبات الثانوية مباشرة وبصورة غير مباشرة مع القصيبات الثانوية والثالثية. وتتألف جدرانها من طبقة ظهارية ملساء وأحياناً مهدبة، يضاعفها نسيج ضام غني بالألياف المرنة وفقير بالأوعية الدموية. أما وظيفياً فتلعب الأكياس الهوائية دوراً ميكانيكياً بتأمين دوران مستمر للهواء الداخل للقصيبات المتوازية دون أن يكون له أي دور تنفسي .



-A-



-B-

- الثدييات :

تبدي رئة الثدييات تطوراً واضحاً في بنيتها مقارنة برئة الزواحف. فهي تتميز بزيادة الحواجز الداخلية نتيجة تفرعات القصبات الهوائية التي تنتهي في أسناخ مغلقة، وتتميز أيضاً بكونها مفصصة فهي تتألف من ثلاثة فصوص رئوية في الرئة اليمنى واثنان في الرئة اليسرى عند الإنسان. ويلاحظ عند الأرانب وجود ثلاثة فصوص في كل رئة، وعند القط أربعة فصوص في الرئة اليمنى وثلاثة في الرئة اليسرى. اما الحيتان والفيلة والخيلانيات ومزدوجات الأصابع فرئاتها بدون تفصص.

الحنجرة :

تتميز بعض الفقاريات بوجود حنجرة في القسم الأمامي من الرغامى ، وتدعم هذه الحنجرة بقطع هيكلية غضروفية وأبسط أشكال الحنجرة تلاحظ عند رباعيات الأرجل غير الثديية، وتتألف من شفع من الغضاريف المزدوجة هما الغضروف الطرجحالي الذي يحيط بالغضروف الحلقي.

أما عند الثدييات فيضاف لهذه الغضاريف الغضروف الدرقي . تشكل منطقة اتصال الحنجرة مع المريء فتحة تدعى المزمار تغلفه طية ظهارية تدعى لسان المزمار مدعومة بغضروف . ويلعب لسان المزمار دوراً رئيسياً في منع دخول المواد الغذائية إلى الجهاز التنفسي. وتعتبر الحنجرة عند بعض رباعيات الأرجل عضو اصدار للصوت بسبب مكان وجودها على مسير الطرق التنفسية وبفضل الحبال الصوتية Vocal cords وهي تهتز خلال مرور الهواء الزفيري. وتعود قوة الصوت إلى شدة الحبال الصوتية التي تتحكم بها مجموعة عضلات حنجرية. ويختلف الوضع عند الطيور فحبالها الصوتية لا توجد في الحنجرة وإنما في عضو التصويت Syrinx الموجود في منطقة تشعب الرغامى إلى قصبتين. ويعدل الصوت الذي يصدر عن الحنجرة إلى درجة كبيرة من خلال وجود الأكياس الصوتية عند الضفادع.

مكتبة A to Z