الجهاز التنفسى

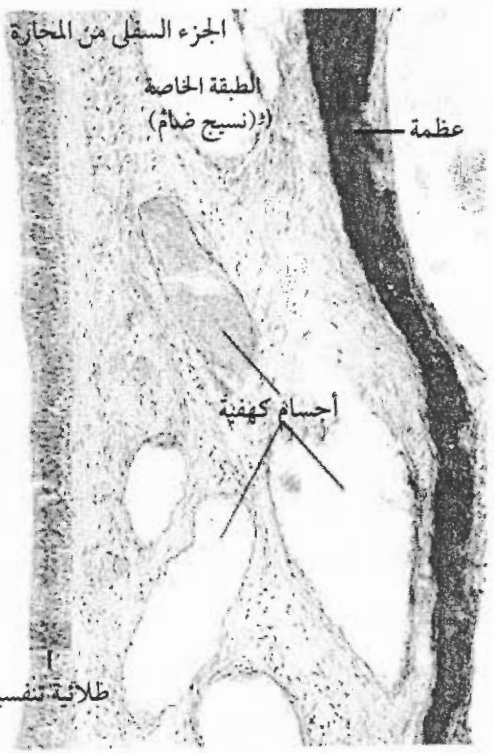
respiratory system

يقوم الجهاز التنفسى بتزويد خلايا الجسم بأكسوجين الهواء وتخليص خلايا الجسم من ثانى أكسيد الكربون الناتج من عمليات التنفس الخلوى .

يمكن تقسيم الجهاز التنفسى من الناحية الوظيفية إلى جزئين :

- **الجزء التوصيلى conducting part** : يتكون من الأنف nose البلعوم الأنفى nasopharynx الحنجرة larynx القصبة الهوائية trachea الشعب الهوائية bronchi .
- **الجزء التنفسى respiratory part** : يبدأ الجزء التنفسى عند نهاية الشعيبات الصغيرة لممرات التوصيل بالرئات المكونة من العديد بالحوصلات والحويصلات المملوءة بالهواء .

تجويف الأنف nasal cavity :



يتكون التجويف الأنفى من غرفتين متوازيتين كل واحدة منهما لها فتحة أمامية : المنخر naris وخلفية : المحارة choana التى تفتح في البلعوم الأنفى ، ينقسم التجويف الأنفى بنائيا ووظيفيا إلى ما يلى :

(1) **الدهليز vestibule** :

أول 1.5 سم من الجزء التوصيلى الذى يلى فتحة الأنف الخارجية مباشرة وتتصل بطانته بالجلد الخارجى ، مبطن بنسيج طلائى حرشفى مصفف متقرن ، يعمل الشعر على حجز جزء كبير من الأجسام العالقة في الهواء الداخل ، تتواجد غدد دهنية .

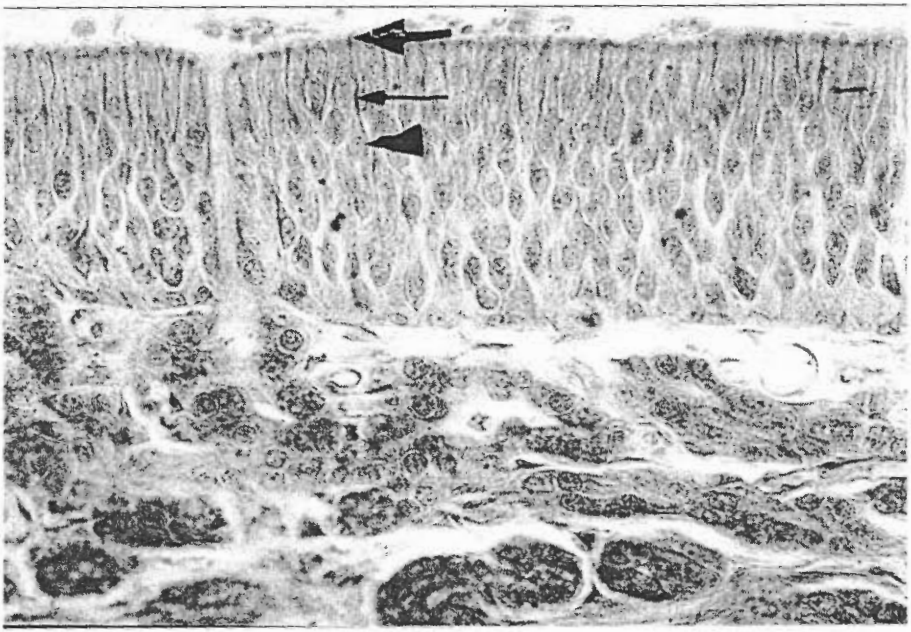
(2) في منطقة الانتقال من الدهليز إلى الجزء التنفسى للتجويف الأنفى يصبح نسيج البطانة أولا طلائية حرشفية مصففة ثم عمودية مصففة كاذبة ومهدبة . هذا النوع من الطلائية المخصص للجزء التوصيلى يشار إلية بالطلائية التنفسية . توجد خلايا كأسية منتجة للمخاط .

سطح الأجزاء الجانبية من التجويف الأنفى به ثنيات بواسطة نتوء عظمى يسمى المحارة conchae ، هذه الثنيات تزيد من مساحة سطح التجويف الأنفى وتتسبب في حدوث دوامة في الهواء المار ، مثل هذا النظام يساعد على تكييف الهواء (تبريده أو تدفئته) .

(3) الأنسجة في الطبقة العليا من التجويف الأنفى والغشاء الأنفى يكونان المنطقة الشمية olfactory region تنمو الأهداب في النسيج الطلائى للمنطقة الشمية من الخلايا الشمسية ، وبالرغم من ان التركيب الداخلى لأهداب الأنف يماثل إلى حد كبير الأهداب العادية إلا أنها غير متحركة (وذلك لغياب أذرعة الحركين dynein : بروتين تكوين أصابع الهدب الضرورى للحركة) . يغطى غشاء الخلية سطح الهدب المتضمنة مستقبلات شمية olfactory receptor الذى يستجيب للروائح الصادرة من الأجسام ، تتجمع محاور الخلايا الشمية في حزم

بالطبقة الخاصة . تستقبل الخلايا الشمية وفروعها دعما ميكانيكيا وأيضيا (متعلق بالأيض) من الخلايا الدعامية supporting cells . الخلايا القاعدية تنقسم وتتمايز إلى خلايا شمية أو خلايا دعامية .

الخلايا الشمية olfactory cells :



الخلايا الشمية مشار إليها بالأسهم

هى خلايا عصبية ثنائية القطب توجد أجسامها بين الأجزاء الأجزاء الداخلية من الخلايا والدعامية ، لها فرع خارجى صغير (شجيرة) ينتهى بانتفاخ يخرج منه 10 - 12 هدب ، اما الفرع الداخلى (المحور) فينفذ من الغشاء القاعدى ليكون مع الفروع الأخرى العصب الشمى .

الخلايا الدعامية supporting cells :

هى خلايا طلائية عمودية لكل منها جزء داخلى رفيع وجزء خارجى عريض توجد فيه النواة ، توجد بها حبيبات صبغية تضفى على المنطقة الشمية لونا خاصا .

البلعوم pharynx :

البلعوم يصل التجويف الأنفى بالحنجرة . وفقا لقوى الاحتكاك التى يتعرض لها النسيج الطلائى فإن البلعوم يكون إما مبطنا بطلائية تنفسية أو بطلائية حرشفية مصففة التى تغطى أيضا أسطح التجويف الأنفى والمرىء ، خلايا لمفاوية كثيرا ما تتراكم تحت طلائية البلعوم .

التجويف الأنفى والبلعوم يشكلان معا الممرات التنفسية العليا .

الجيوب الأنفية nasal sinuses :

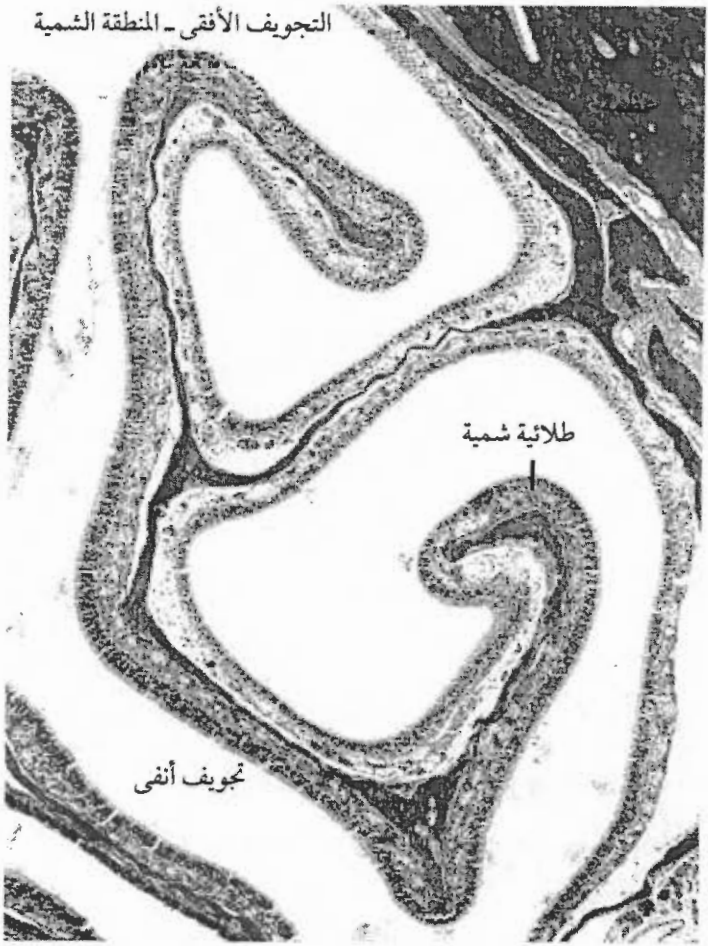
هى أزواج من الفجوات الهوائية الموجودة في عظام الجمجمة الجبهية frontal والفكية maxillary والوتدية sphenoid والغربالية ethmoid وتبطن الجيوب الأنفية بطبقة من النسيج الطلائى التنفسى وتحته طبقة من النسيج الضام المفكك .

البلعوم الأنفى nasopnarynx :

هو جزء البلعوم الذى يصل بين الفتحة الداخلية من تجويف الأنف والحنجرة ، له سطحان ، سطح خلفى له بطانة تنفسية ، وسطح أمامى بطانته طلائية مصففة حرشفية .

الحنجرة larynx :

الحنجرة تصل البلعوم بالقصبة الهوائية . الأحبال الصوتية للحنجرة تتحكم في تدفق الهواء وتسمح بإنتاج الصوت . الأحبال الصوتية مبطنة بنسيج طلائى حرشفى مصفف وتشمل عضلة والأربطة اللازمة للتحكم في شدة الصوت . يوجد في الطبقة الخاصة للحنجرة غدد مختلطة ومجموعة من الغضاريف بعضها زجاجى والبعض الآخر مرن ، يوجد في جدار الحنجرة نوعان من العضلات الداخلية منها تتصل بالغضاريف فتغير اتساع الحنجرة وتتحكم في حدة الصوت ، أما العضلات الخارجية فتحرك الحنجرة نحو لسان المزمار أثناء البلع .



القصبة الهوائية trachea :

القصبة الهوائية أنبوبة قصيرة مفتوحة على الدوام . القطر حوالى 2 سم .

الطلائية – المخاطية – تحت المخاطية :

القصبة الهوائية مبطنة بطلائية تنفسة ، يتنوع عدد الخلايا الكأسية ويتوقف على الحالة الطبيعية ودرجة التهيج للنسيج الطلائى الذى يزيد من إفراز الخلايا الكأسية . بالإضافة إلى الخلايا القاعدية والخلايا المهدبة والخلايا الكأسية يحتوى النسيج الطلائى التنفسى على خلايا فرشاتية وطلائية داخلية الإفراز (أو خلايا حبيبية صغيرة – الوظيفة غير واضحة) .

يشار إلى النسيج الطلائى والطبقة الخاصة التى تقع تحتها بالمخاطية . تتكون الطبقة الخاصة من نسيج ضام مفكك مع العديد من الألياف المرنة التى تتكاثف عند الحافة العميقة للطبقة الخاصة لتكوين غشاء مرن . يشكل الغشاء المرن الحدود بين المخاطية والنسيج الضام الواقع تحتها (التى تسمى تحت المخاطية) .

غضاريف القصبة الهوائية tracheal cartilages القصبة الهوائية مدعمة بحوالى 16 – 20 غضروف هلالى الشكل على شكل حرف C .تتصل النهايات الحرة الظهرية للغضروف بأشرطة من عضلة ملساء trascheali muscle وألياف نسيج ضام . تربط وحدات الغضاريف ألياف نسيج ضام مرن وألياف طولية من الكولاجين وتسمح بإطالة وتقصير القصبة الهوائية . على سبيل المثال ما يحدث عند البلع أو تحريك الرقبة . ربما تتحجر (تتحول إلى عظم) غضاريف القصبة الهوائية بتقدم العمر .

بدءا من القصبة الهوائية تتعرض ممرات الهواء إلى سلسلة من التفرعات نوجزها فيما يلى :

- ☒ تتفرع القصبة الهوائية إلى فرعين : شعبة جهة اليمين وأخرى يسرى تسمى الشعب الرئيسية primary bronchi .
- ☒ تتفرع الشعب الرئيسية إلى فروع (3 للرئة اليمنى ، 2 للرئة اليسرى) يسمى كل فرع labor bronchi .
- ☒ يتفرع كل فرع من labor bronchi إلى قطع قصبية segmental bronchi (8 في الرئة اليسرى ، 10 في الرئة اليمنى) .
- ☒ تتفرع كل قطعة إلى شعيبات bronchioles .
- ☒ تتفرع الشعيبات إلى شعيبات طرفية terminal bronchioles .
- ☒ تتفرع الشعيبات الطرفية إلى شعيبات تنفسية respiratory bronchioles .
- ☒ تتفرع الشعيبات التنفسية إلى قنوات حوصلية alveolar ducts .
- ☒ تتفرع القنوات الحوصلية إلى أكياس حوصلية alveolar sacs .
- ☒ تتفرع الأكياس الحوصلية إلى حويصلات alveoli .

التفريعات فوق مستوى الشعيبات التفسية توجد ضمن الجزء التوصيلى للجهاز التنفسى . التفريعات أسفل الشعيبات التنفسية توجد في جزء التبادل الغازى .

طلائية التنفس respiratory epithelium :

تعاريف :

الغشاء المخاطى mucosa – mucous membrane:

يتكون النسيج المخاطى من طلائية وطبقة خاصة ، يتميز الغشاء المخاطى للقناة الهضمية فقط بوجود عضلة ملساء muscularis mucosa .

المخاط mucus

إفراز رائق لزج للغشاء المخاطى يتكون من موسين (المخاطين mucin) وخلايا طلائية ومختلف أملاح غير عضوية معلقة في الماء .

يوجد في الغشاء المخاطى خلايا كأسية هى المسؤلة عن إفراز المخاط .

الغشاء المخاطى لمعظم الجزء التوصيلى من الجهاز التنفسى مبطن بخلايا طلائية عمودية مصففة كاذبة يشار إليها عادة بطلائية التنفس ، في المساحات التى تتعرض لدوامة من الهواء يكون الغشاء المخاطى مبطنا بنسيج مكون من خلايا طلائية حرشفية مصففة .

تحتوى الطلائية التنفسية على 6 أنواع من الخلايا :

1) خلايا مهدبة ciliated cells : وهى خلايا عمودية يتغطى سطحها القمى بحوالى 300 هدب ، تتحرك الأهداب في انسجام وتوافق لكنس المخاط والأجسام الغريبة العالقة به في الاتجاه نحو البلعوم .
2) الخلايا الكأسية goblet cells : هى غدد مخاطية وحيدة الخلية تنتشر بين الخلايا المهدبة ، لها نواة قاعدية .
3) الخلايا القاعدية basal cells : توجد على طول الصفيحة القاعدية ، قمتها لا تصل إلى التجويف ولذا فإنها تعطى الانطباع بأنها مصففة كاذبة .
4) خلايا فرشاتية brush cells : خلايا عمودية قمتها مغطاة بخميلات كامدة .
5) خلايا حبيبية صغيرة تماثل الخلايا الصم في بطانة القناة الهضمية enteroendocrine cells .
6) خلايا كلارا Clara cells : شائعة التواجد في الجزء التنفسى من الجهاز التنفسى وهى غير مهدبة . خلايا مكعبية تتميز بقمة تشبة القبة ، تقوم هذه الخلايا بإفراز مادة باسطة للسطح surfactant تمنع الحويصلات من الانغلاق وذلك بخفض التوتر السطحى للسائل المغلف لها .

الرئة Lung :

يوجد في القفص الصدرى رئة على كل جانب ، كل رئة مقسمة بنسيج ضام إلى فصوص وفصيصات ، يمكن رؤية الفصوص (ثلاثة في الرئة اليمنى وفصان في

الرئة اليسرى) بسهولة ، في الثدييات مثل الإنسان يطوق كل رئة بطانة من التجويف الرئوى الخاص بها ، بطانة التجويف عبارة عن نسيج طلائية وسطية مصلية تعرف بالبللورا (غشاء الجنب pleura) . يسمى الجزء من غشاء الجنب الملاصق بالرئة البللورى الحشوى visceral pleura بينما يسمى الجزء الملاصق بالقفص الصدرى من الداخل البللورى الجدارى parietal pleura . المسافة بين الغشاء البللورى الحشوى والجدارى تسمى التجويف البللورى pleural cavity . كل رئة لها سرة hilum تدخل منها الأوعية الدموية والشعب الهوائية وينتشر منها اللنسيج الضام الغنى بالألياف المرنة والألياف الشبكية ليكون أرضية الرئة .تتكون لحمية الرئة parenchyma من حويصلات التى عندها تحدث معظم عمليات التبادل الغازى .

طلائية التبادل الغازى :

يتكون النسيج الطلائى للجزء التنفسى من الجهاز التنفسى من النموذج 1 type 1 pneumicytes والنموذج 2 type 2 pneumicytes :

النموذج 1 type 1 pneumicytes :

حرشفى . تتجمع عضيات الخلية حول النواة تاركة مساحة خارج النواة التى تدعم انتشار الهواء وهى تكون مجتمعة 95% من سطح الرئة .

والنموذج 2 type 2 pneumicytes :

مكعبية الشكل أو هرمية الشكل لها نواة نشطة وسيتوبلازم يحتوى على العضيات اللازمة لتصنيع البروتينات والدهون ويوجد على سطحها خميلات قصيرة . تقوم هذه الخلايا بافراز مادة باسطة للسطح surfactant تمنع انغلاق الحويصلات وذلك بخفض التوتر السطى للسائل المغلف لها .

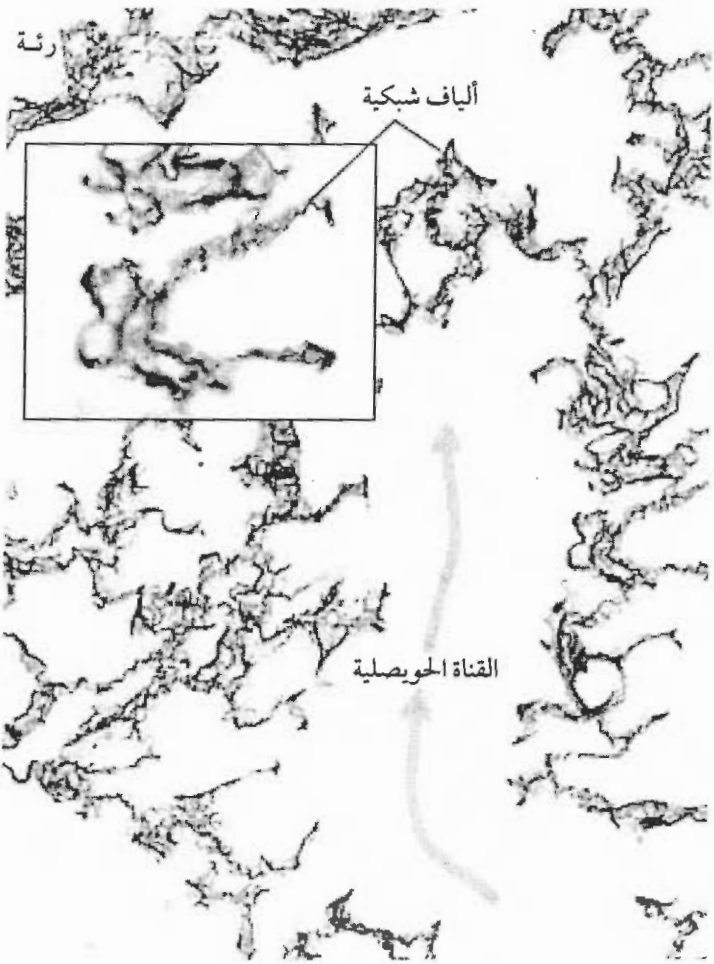
الشعب Bronchi :

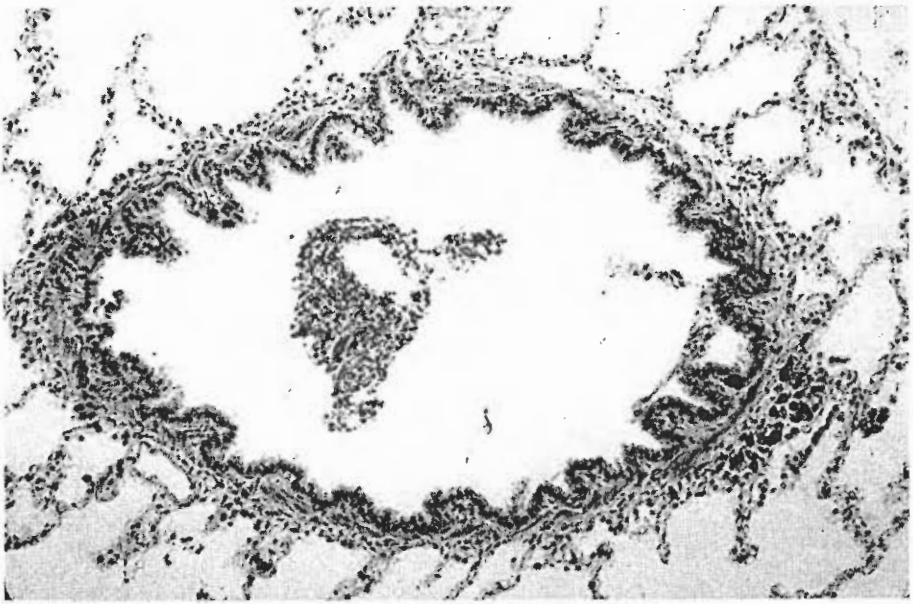
تتفرع الشعبة الرئيسة بمجرد دخولها الرئة بالنظام السابق شرحه ، تركيب جدارالشعب الداخلية يختلف اختلافا جوهريا عن تركيب جدار الشعب الخارجية . حيث يوجد في الطبقة الليفية لجدار الشعب صفائح غضروفيةغير متصلة ، يوجد في جدار الشعب غدد لمفاوية

الشعيبات Bronchioles :

تبدأ الشعيبات من نهاية الشعب ، جدار الشعيبات لا يحتوى على أى غضاريف كما لا يحتوى على عقيدات لمفاوية بعكس جدار الشعب الذى يحتوى على غضاريف وعقيدات لمفاوية ، النسيج الطلائى عمودى مهدب مع الاختفاء التدريجى للخلايا الكأسية كلما تقلص قطر الشعبة ، يوجد بين الخلايا الطلائية في الشعيبات خلايا كلارا (راجع الصفحات السابقة) ، تدخل آخر التفرعات

الشعبية تدخل آخر الشعيبات إلى الفصيصات حيث تخرج منها الشعيبات التفسية التى لها جدر تشبه جدر الشعيبات الا أنها اكثر رقة وخلاياها تصبح مكعبية وغير مهدبة . يخرج من الشعيبات التنفسية القنوات الحوصلية Alveolar ducts تفتح فيها الحويصلات .





شعيبة

الحويصلات alveoli :

يتكون جدار الحويصلة من نوعين الخلايا النوع الأول 1 والنوع الثانى 2 (راجع الصفحات السابقة) . تتصل الحويصلات مع بعضها عن طريق ثقوب ، وقد تتصل الحويصلة بشعيبة عن طريق ثقوب مماثلة وبذلك يستمر مرور الهواء إلى الحويصلات عن طريق مسارات بديلة .