

الجهاز التنفسي Respiratory System

- الجزء التنفسي Respiratory portion: (مكان التبادل الغازي) يتكون من القصيبات التنفسية و القنوات السنخية و الأسناخ.

□ التجويف الأنفي Nasal cavity

- مقسم بحاجز عظمي غضروفي إلى تجويف أنفي الأيمن و الأيسر
- يتواصل أمامياً مع الوسط الخارجي بفتحتي الأنف و يتواصل خلفياً مع البلعوم الأنفي من خلال المنعرجين choana و يتواصل جانبياً بالجيوب المجاورة الأنفية

□ الدهليز الأنفي Vestibule nasal

- يشكل الجزء الخارجي من الأنف و يتواصل مع جلد الوجه
- مبطن بظهارة حرشفية مطبقة متقرنة
- أسفل الظهارة يوجد غدد زهمية و عرقية
- يحتوي على أشعار قصيرة و سميكة تدعى شعيرات الأنف Vibrissae تعمل على تنقية الهواء المستنشق من الجزيئات.
- تساهم افرازات الغدد الزهمية في التقاط الجزيئات الغبارية و الدقائقية
- تفقد الظهارة في الجزء الخلفي من الدهليز الأنفي طبيعتها الكيراتينية و تتحول إلى ظهارة تنفسية نموذجية قبل الدخول إلى الحفرة الأنفية.

□ الحفر الأنفية Nasal fossae

- ينشأ من الجدار الجانبي لكل حفرة أنفية بروزات عظمية شبيهة بالرفوف تدعى محارات/قُرينات أنفية Conchae. هذا يجعل كل حفرة أنفية مكونة من أحياز/حجر هوائية مفصولة عن بعضها (الشكل 17-2)
- تساهم الممرات الضيقة بين المحارات في زيادة تكييف الهواء المستنشق من خلال زيادة مساحة سطح الظهارة

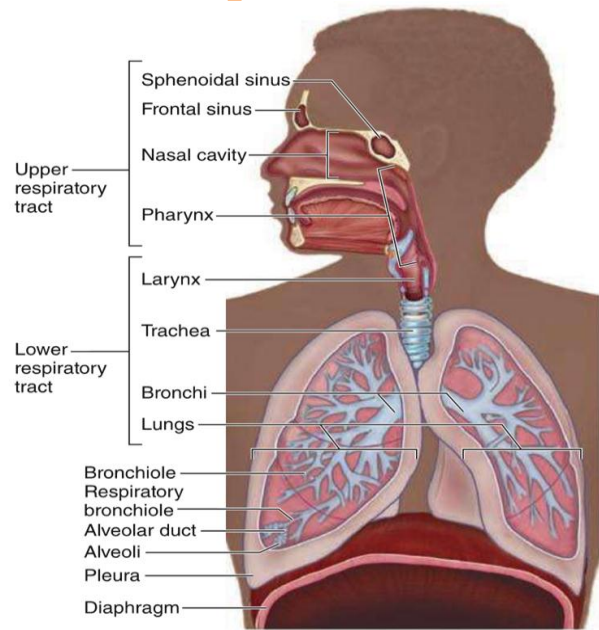
- يقسم الجهاز التنفسي تشريحياً إلى قنوات تنفسية علوية و سفلية (الشكل 17-1)

- يقسم وظيفياً إلى جزئين:

- الجزء الناقل Conducting portion: يتألف من التجويف الأنفي و البلعوم الأنفي و الحنجرة و الرغامى و القصبات و القصيبات و القصيبات الانتهازية. يكتسب الجزء الناقل البنية الداعمة الصلبة و الليونة و قابلية التوسع لتواجه الغضروف و الألياف الكولاجينية و المرنة و العضلات الملساء. يقوم الجزء الناقل بوظيفتين أساسيتين:

1- تأمين ممر عبور الهواء من و إلى الرئتين

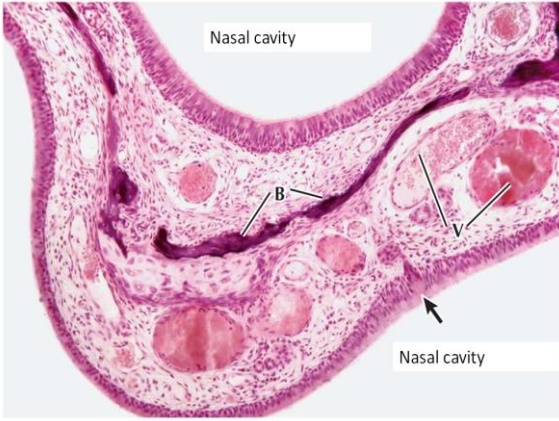
2- تكييف الهواء المستنشق لضمان استمرارية عبوره الى الرئتين.



. الشكل (17 - 1) تشريح الجهاز التنفسي. يقسم الجهاز التنفسي تشريحياً إلى جزء علوي و سفلي بينما يقسم الجهاز التنفسي نسيجياً و وظيفياً إلى جزء ناقل يتكون من الأجزاء التي تعمل على تكييف الهواء و نقله إلى الرئتين و جزء تنفسي يتم فيه تبادل الغازات و يتكون من القصيبات التنفسية و القنوات السنخية و الأسناخ في الرئتين كما يُظهر الشكل أجزاء من مجموعتين من الجيوب المجاورة الأنفية.

3- السيلان الأنفي الغريز أثناء الرشح و الزكام ناتج عن العملية الإلتهابية التي تحفز زيادة أو فرط افراز الغدد المصلية المخاطية في الصفيحة الخاصة

- تعمل الشعيرات الأنفية بالإضافة الى الجملة الوعائية الغزيرة في الصفيحة الخاصة و الظهارة التنفسية المهذبة المفترزة للمخاط و العديد من الغدد المخاطية و المصلية على تكييف الهواء.
- عند دخول الهواء الحفرة الأنفية تقوم طبقة المخاط بالالتقاط الشوائب الغازية و الدقائقية. يشارك المخاط مع الإفرازات المصلية بترطيب الهواء الداخلى لحماية بطانة الأسناخ الرقيقة في الرئتين من التحفاف.



الشكل (3-17) يوضح البنية النسيجية لأحد الممرات/ القرنات في التجويف الأنفي. تُطغى الحارة بظهارة تنفسية على الجانبين المطللة على التجويف الأنفي. لاحظ وجود جيوب وريدية رقيقة الجدران V و نسيج عظمي في منتصف بنية الحارة B و يوجد تحت الظهارة نسيج ضام فيه غدد مصلية مخاطية

□ الظهارة التنفسية Respiratory epithelium

يبطن معظم الجزء الناقل بظهارة إسطوانية مطبقة كاذبة مهذبة تعرف بالظهارة التنفسية (الشكل 4-17). تتألف هذه الظهارة على الأقل من خمس أنواع من الخلايا تستند جميعها على غشاء قاعدي:

■ خلايا إسطوانية مهذبة Ciliated columnar cells:

أكثر الخلايا تواجداً و تحتوي كل خلية على 300 هدب على سطحها العلوي القمي (الشكل 4-17). تشكل

التنفسية، و إبطاء أو زيادة جريان الهواء. ينتج عن ذلك زيادة الإتصال بين الطبقة المخاطية و تيارات الهواء.

- تغطي الحارة الأنفية السفلية و الوسطى بظهارة تنفسية بينما تغطي الحارة العلوية بظهارة شمعية متخصصة.

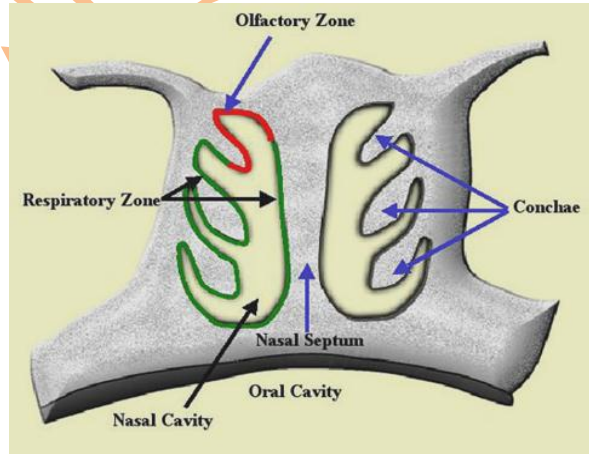
● تتميز الصفيحة الخاصة للممرات

○ بغناها بصفائر وريدية كبيرة تدعى أجسام منتفخة Swell bodies (الشكل 17-3).

■ تمتلأ الأجسام المنتفخة بشكل مؤقت بالدم كل 20 - 30 دقيقة في أحد الحفر الأنفية مما يؤدي إلى إنتفاخ مخاطية الحارة و ينخفض جريان الهواء في هذه الحفرة

■ في الوقت نفسه يتوجه معظم الهواء إلى الحفرة الأنفية الثانية حيث يسمح للظهارة التنفسية بالشفاء من التحفاف (الجفاف) الحاصل من جريان الهواء.

○ غنية بالغدد المخاطية المصلية



الشكل (2-17) يوضح الممرات/ القرنات في التجويف الأنفي و نوع الظهارة المبطن لها (الظهارة التنفسية بلون أخضر و الشمعية بلون أحمر)

التطبيق الطبي



1- تسبب تفاعلات الحساسية و الإلتهاب و الزكام إلى احتقان غير طبيعي في الأجسام المنتفخة في حفرتي الأنف مؤدية إلى تقييد شديد لجريان الهواء مما يؤدي إلى صعوبة في التنفس

2- تعزى كثرة حدوث نزوف أنفية إلى كثرة الؤريدات ذات الجدران الرقيقة و قربها من سطح الظهارة في الحفر الأنفية.

حشنة تشكل 3-5 % من خلايا الظهارة، توجد بشكل متناثر و من الصعوبة تمييزها. (الشكل 17-4). تحتوي الخلايا الفرشائية على عناصر توصيل إشارية تشبه تلك الموجودة في الخلايا الذوقية إضافة لإحتوائها على نهايات عصبية واردة إلى سطوحها القاعدية و تعد مستقبلات حسية كيميائية chemosensory receptors.

خلايا حبيبية صغيرة Small granule cells يصعب تمييزها في التحضيرات النسيجية الروتينية، تحتوي على حبيبات متعددة ذات لب كثيف بقطر 100 - 300 نانومتر. تشبه الخلايا الفرشائية في كونها تشكل 3% من الخلايا في الظهارة التنفسية و تعد جزءاً من الجهاز العصبي الصماوي المنتشر (diffuse neuroendocrine system DNES) أو APUD cells و يعتقد أنها تفرز الكاتيكولامينات و السيروتونين.

خلايا قاعدية Basal cells

خلايا دائرية صغيرة تستند على غشاء قاعدي و لا تمتد إلى لمعة الظهارة و هي خلايا جذعية ذات نشاط انقسامي و تعطي كافة الأنواع الخلوية الأخرى

الظهارة الشمية (olfaction) epithelium Smelling

- منطقة متخصصة في الغشاء المخاطي للمحارات العلوية تتوضع في سقف التجويف الأنفي.
- تخلو من الخلايا الكأسية
- مساحة المنطقة الشمية 10 سم² و سماكتها 100 ميكرون في الإنسان.
- تستند على صفيحة خاصة تلتصق بشدة بسحق العظم غنية بالتروية الدموية والأوعية اللمفاوية و الألياف العصبية غير المغمدة و غدد مصلية تدعى غدد بومان
- تحتوي على مستقبلات كيميائية مسؤولة عن حاسة الشم
- مكونة من ظهارة إسطوانية مطبقة كاذبة فيها ثلاث أنواع من الخلايا (الشكل 17-5):

حوالي 30% من نسبة الخلايا الموجودة في الظهارة، الأهداب متحركة و طويلة و حركتها باتجاه الفم و الأنف في الرغامي و القصبات

خلايا كأسية Goblet cells: تكثر في بعض مناطق الظهارة التنفسية (الشكل 17-4)، تمتلئ أجزؤها القمية على حبيبات من بروتينات سكرية مخاطية. نسبتها حوالي 30 أو أكثر حسب منطقة المتواجدة فيها

التطبيق الطبي



1- تسبب متلازمة إنعدام الحركة الهدبية العقم عند الرجال و التهابات مزمنة في الجهاز التنفسي لكلا الجنسين، نتيجة إنعدام حركة الأهداب. في بعض الحالات تكون ناجمة عن عوز الدينين Dynein، وهو بروتين يتواجد بشكل طبيعي في الأهداب و يشارك في حركتها.

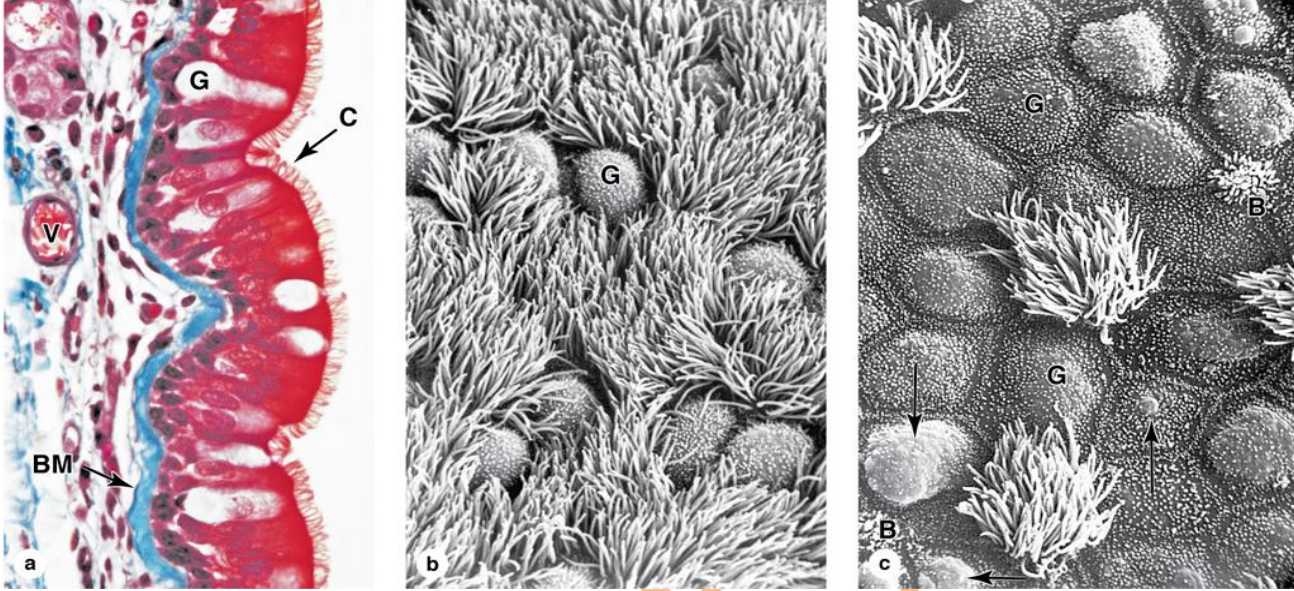
2 - . تتغير نسبة الخلايا المهديبة إلى نسبة الخلايا الكأسية المخاطية عند المدخنين من أجل التخلص من الجزيئات الزائدة و الملوثات الغازية (أول أكسيد الكربون و غاز الكبريت). على الرغم من تزايد أعداد الخلايا الكأسية المخاطية في ظهارة المدخنين للتخلص السريع من الملوثات إلا أن إنخفاض الخلايا المهديبة هو نتيجة إستنشاق أول أكسيد الكربون

3- الحؤول الحرشفي columnar-to-squamous metaplasia (squamous metaplasia)

- يكثر في أنسجة الجسم و منها الجهاز التنفسي
- يظهر بشكل طبيعي في الحنجرة (لسان المزمار و طيات الصوتية) نتيجة تبدال في شدة جريان الهواء
- يظهر في الحالات المرضية نتيجة تبدال عنيف لجريان الهواء في التهاب الحنجرة و السعال الشديد و نتيجة التدخين و استنشاق السموم أو دخان المعامل أو الفحم
- في حال استمرار المسبب يتحول الحؤول الحرشفي إلى سرطانة الخلايا الحرشفية squamous cell carcinoma

الخلايا الفرشائية Brush cells خلايا إسطوانية لها سطح قمي صغير يحتوي على خصل من زغيبات قصيرة

- خلايا قاعدية Basal cells خلايا صغيرة لها شكل كروي أو مخروطي تشكل طبقة على الصفيحة القاعدية و هي خلايا جذعية تنقسم و تعطي خلايا داعمة و عصبونات شمية
- خلايا داعمة Supporting cells خلايا إسطوانية لها قمم إسطوانية عريضة و قواعد ضيقة. يتواجد على سطحها الحر زغيبات منغمسة في طبقة سائلة. تتوضع نواها في الجزء العلوي من الخلية. ترتبط الخلايا الداعمة مع الخلايا الشمية



الشكل (17 - 4) الظهارة التنفسية مثال كلاسيكي على الظهارة الإسطوانية المهذبة المطبقة الكاذبة (a) تختلف بنية الظهارة التنفسية في مناطق مختلفة من الجهاز التنفسي و لكن بشكل عام تستند الظهارة التنفسية على غشاء قاعدي سميك (BM). تتكون من العديد من أنواع الخلايا، بعضها إسطواني و البعض الآخر قاعدي و كلها على اتصال مع الغشاء القاعدي. الخلايا الإسطوانية المهذبة هي الأكثر تواجداً و في جميع نهاياتها القمية مغطاة من الأهداب الطويلة (C) التي تؤمن غطاء سميك من الأهداب على السطح اللمعي. إن معظم الخلايا الدائرية الصغيرة المستندة على الغشاء القاعدي خلايا جذعية و نساقلها التمايزة و تشكل حوالي 30% من خلايا الظهارة. تتواجد أيضاً خلايا لمفاوية داخل ظهارية و خلايا تعضنية ضمن الظهارة التنفسية كما يتواجد أيضاً خلايا كأسية مفرزة للمخاط (G) تكثر في الصفيحة الخاصة الأوعية الدموية (V).. صورة بالمجهر الإلكتروني الماسح تبين السطح اللمعي للخلايا الكأسية بين العديد من الخلايا المهذبة، تكبير 2500. (c) صورة بالمجهر الإلكتروني الماسح لمنطقة أخرى تكثر فيها الخلايا المخاطية (G) و في بعض المناطق الأخرى يتراكم المخاط تحت السطح (أسهم). تقوم طبقة المخاط في الظهارة التنفسية بإلتقاط معظم الجزيئات الغبارية المحمولة بالهواء و الميكروبات بينما تدفع الحركات المستمرة للأهداب المخاط باتجاه الخارج للتخلص منها. تشكل الخلايا الإسطوانية الأخرى حوالي 3% فقط من الظهارة التنفسية و هي خلايا فرشائية (B) تتميز بسطح قمي صغيرة فيها حصل قصيرة من زغيبات خشنة. تمتلك الخلايا الفرشائية صفات المستقبلات الكيميائية الحسية و ما تزال أهميتها الوظيفية غير مؤكدة تماماً.

- a. تدعى الخلايا المستقبلية الشمية Olfactory receptor cells و هي عصبونات ثنائية القطب يمكن تمييزها عن الخلايا الداعمة بتوضع نواها بين الخلايا الداعمة و الخلايا القاعدية
- b. تتحدد كل 30-60 يوم و تعد هذه العصبونات بالإضافة الى العصبونات في العقد الحشوية هي العصبونات الوحيدة التي تتجدد في الجسم
- c. القطب القمي أو اللمعي لكل عصبون شمّي يحتوي على انتفاخ يشبه العقدة knob like تدعى الحويصلة الشمية فيها حوالي اثنا عشر جسم قاعدي

بارتباطات التصاقية قوية ماعدا السادة و الفضوية. تتميز باحتواءها على كميات كبيرة من حبيبات الليبوفوشين مما يجعل لون الظهارة الشمية صفراء اللون. ما يزال الدور الداعم لهذه الخلايا غير مفهوم و لكن تكثر فيها القنوات الشاردية و تتمثل وظيفتها في المحافظة على بيئة مجهرية لأداء الوظيفة الشمية و بقائها، و بذلك تشبه وظيفتها وظيفة الخلايا الدبقية المحيطة بالعصبونات في الجهاز العصبي المركزي

- العصبونات الشمية Olfactory neurons

تشير أن الخلايا الداعمة هي التي تفرز البروتينات الرابطة للروائح

m. آلية الشم : تنحل الروائح في السائل المصلي المفرز من الغدد الشمية و تحمل بروتين رابطة للروائح الى مستقبلاتها على أهداب الخلايا الشمية، عندما ترتبط جزيئات الرائحة بقوة بمستقبلاتها المرتبطة بروتين G، تنتقل الإشارة الى داخل الخلية حيث يتفعل أنزيم adenylyl cyclas و يحول جزيئات ATP الى cAMP و الذي بدوره يفتح القنوات الشاردية و يسبب زوال الإستقطاب الذي ينتقل الى الخلايا الناجية في البصلة الشمية (الشكل 17-5)



العصبونات الشمية تستبدل بشكل منتظم و مستمر نتيجة النشاط التجديدي للخلايا الجذعية الظهارية التي تنشأ منها. لهذا السبب انعدام الشم أو نقص حاسة الشم anosmia or hyposmia نتيجة الأذخنة السامة أو نتيجة ضرر فيزيائي للظهارة هو مؤقت. إن حصول أذى في العظم الغربالي في قاعدة الجمجمة قد يسبب قطع في المحاور الشمية و فقدان دائم للشم إذ لم يحصل تجدد محوري في الصفيحة الغربالية.

□ الجيوب المجاورة الأنفية Paranasal sinuses :

- تجاويف ثنائية الجانب (على الجانبين) في العظم الجبهي و الفك العلوي و الغربالي و الوتدي للجمجمة (الشكل 17-6).
- تبطن بظهارة تنفسية رقيقة تحتوي على القليل من الخلايا الكأسية.
- يوجد في الصفيحة الخاصة نسيج ضام يتواصل مع سمحاق العظم فيه شبكة وعائية و غدد مصلية مخاطية.

البلعوم الأنفي nasal pharynx

- يتواصل خلفياً مع البلعوم الفموي أي الجزء الخلفي من التجويف الفموي (الشكل 17-1).
- يُطن بظهارة تنفسية بينما يبطن البلعوم الفموي بظهارة حرشفية مطبقة غير متقرنة

d. يبرز من الأجسام القاعدية أهداب غير متحركة معدلة modified طويلة 200 ميكرون تخلو الأهداب من اذرع بروتين الدينين فيهاخيوط محورية (الثلاث القاصي من الهدب مكون 2+9 و الثلثين الباقيين مكون من 9 خيوط بدائية مفردة محيطة بزوج مركزي) يطلق عليها أحياناً الأشعار الشمية. تتمثل وظيفتها في زيادة مساحة السطح لغشاء المستقبلات الكيميائية.

e. توجد المستقبلات الشمية على الأهداب، تمتلك كل خلية شمية على عدة نسخ من مستقبل شمي واحد

f. تعبر الخلايا الشمية عن نمط واحد من المستقبلات و كل مستقبل يستطيع تمييز عدة الروائح مختلفة، يوجد حوالي 1000 جين في الخلايا الشمية في الثدييات.

g. المستقبلات الشمية هي بروتينات عابرة للغشاء مرتبطة بروتينات G

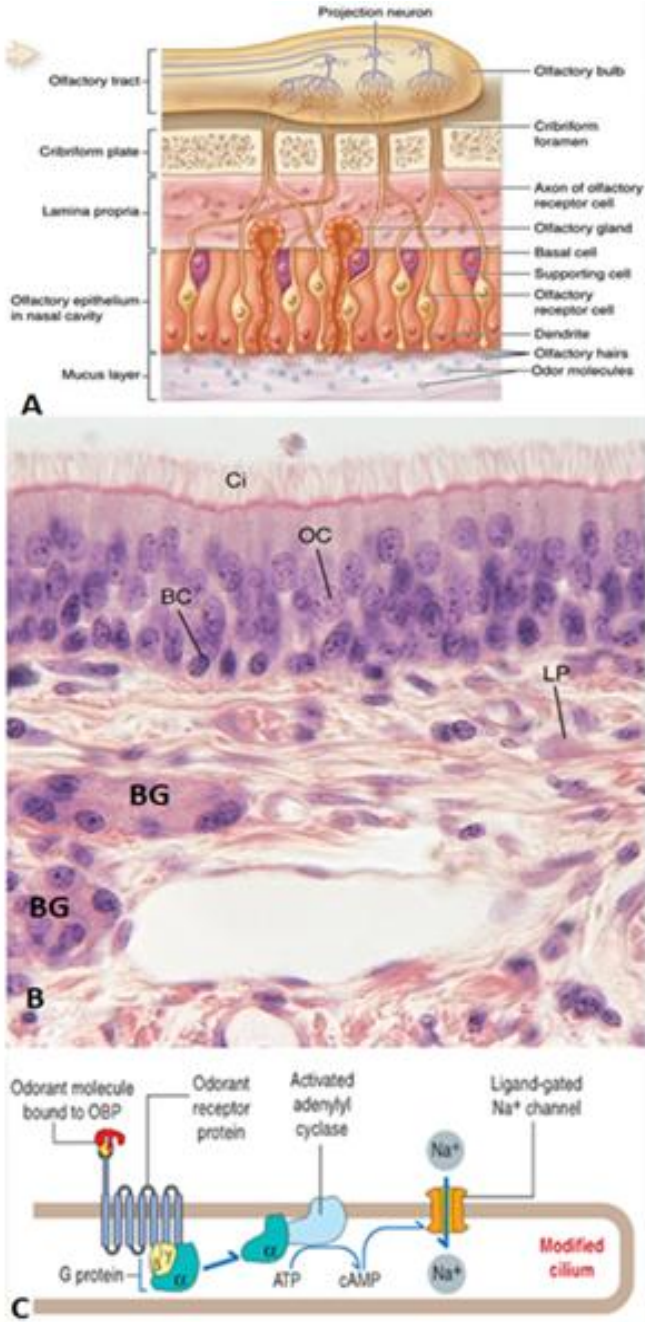
h. تستجيب المستقبلات لروائح المواد من خلال توليد كمون عمل على طول محاور العصبونات (القطب القاعدي) التي تغادر الظهارة و تتحد في الصفيحة الخاصة كأعصاب صغيرة للغاية تعبر من خلال ثقب الصفيحة الغربالية للعظم الغربالي إلى الدماغ (الشكل 17-5)

i. تتحدد الفروع العصبية في الصفيحة الغربالية و تشكل العصب القحفي الأول و العصب الشمي، و أخيراً تشكل مشابك مع العصبونات الأخرى في البصلة الشمية

j. تحتوي الصفيحة الخاصة للظهارة الشمية على غدد نيبية سنخية مصلية كبيرة تدعى غدد بومان أو الغدد الشمية Bowman gland تنتهي في قناة مبطنة بظهارة مكعبة تفضي الى سطح التجويفي الأنفي

k. تنتج الغدد سائل مصلي يحتوي على IgA و أنزيمات حماية كالليزوزوم تفرغ في السطح يتدفق السائل المصلي حول الأهداب و يسهل وصول الروائح الى الأهداب، و يزيل بقايا جزيئات الروائح السابقة

l. إضافة إلى السائل المصلي تفرز غدد بومان بروتين رابطة للروائح odorant binding protein يقوم بحمل جزيئات الرائحة الى مستقبلاتها في الأهداب، هناك مراجع

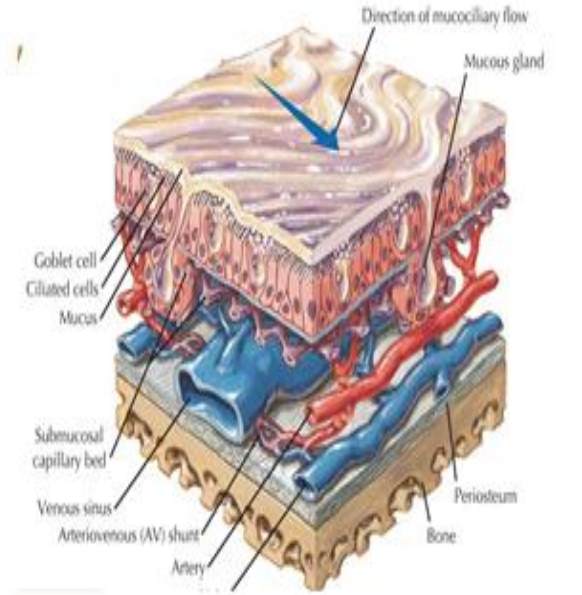


الشكل (17-5) A - رسم تخطيطي للظهارة الشمية و الصفيحة الخاصة و البصلة الشمية B - صورة مجهرية للظهارة الشمية و هي ظهارة مطبقة كاذبة تحتوي على خلايا قاعدية جذعية BC و خلايا إسطوانية داعمة إضافة إلى عصبونات ثنائية القطب شمّية OC في قمّتها أهداب معدلة Ci تحتوي مستقبلات بروتينات G. يوجد أسفل الظهارة نسيج ضام فيه غدد شمّية و أوعية و ألياف عصبية. C - آلية يؤدي إرتباط اللحائن (جزئيات الروائح) بمستقبلاتها إلى زوال الإستقطاب الذي يعبر على طول المحاور القاعدية إلى البصلة الشمية في الدماغ

- يوجد أسفل الظهارة صفيحة خاصة من نسيج ضام تحتوي اللوزة البلعومية
- يتصل البلعوم بالأذن الوسطى بفتحات جانبية تدعى بأنبوب أوستاش المبطن بظهارة تنفسية

□ الحنجرة Larynx :

- يمر هوائي صلب قصير (4 سم 4X سم) يصل البلعوم بالرغامى (الشكل 7-1).
- تُدعم جدران الحنجرة بغضاريف زجاجية (الغضروف الدرقي و الحلقي و الغضاريف الطرّجارية السفلية) و بغضاريف مرنة صغيرة (لسان المزمار و الغضروف القرني و الإسفنجي و الغضاريف الطرّجارية العلوية) جميعها متصلة بأربطة.
- تتمثل وظيفة الغضاريف في إبقاء الممر الهوائي مفتوحاً و تساهم حركاتها الناجمة عن العضلات الهيكلية في إنتاج الصوت أثناء عملية التصويت.



الشكل (17-6) بنية ثلاثية الأبعاد للمكونات النسيجية للجيوب المخاورة الأنفية التي تبطن بظهارة تنفسية مهدبة عليها طبقة من المخاط و يوجد تحت الظهارة صفيحة خاصة مكونة من نسيج ضام فيه غدد مصلية مخاطية و شبكة وعائية معقدة فيها جيوب وريدية واسعة للمعة

حبال صوتية حقيقية True vocal cords أو طيات صوتية Vocal folds (الشكل 17-7).

- زوج من الطيات السفلية تبرز في لمعة الحنجرة
- تُعطي الأجزاء التي تتعرض لجريان و تيارات الهواء بظاهرة حرشفية مطبقة غير متقرنة تستند على نسيج ضام خالي من الغدد و العقيدات للمفاوية
- يوجد أسفل الظهارة حزم كبيرة متوازية من ألياف مرنة تشكل الرباط الصوتي الذي ترتبط به حزم من العضلة الدرقية الطرحهارجية
- تكثر في قاعدة الطيات الصوتية حزم كبيرة من العضلات الهيكلية تدعى العضلات الصوتية Vocal muscles

البطينات ventricles

- أغوار أو انغمادات في مخاطية الحنجرة بين الحبال الصوتية الحقيقية و الكاذبة تغطي بظاهرة تنفسية
- ❖ يؤدي تقلص العضلات الصوتية الى ارتخاء الرباط الصوتي و بالتالي يتغير شكل بطينات الحنجرة و عندما يندفع الهواء بين الطيات ينتج عنه توتر مختلف في الحبال الصوتية و صدور أصوات مختلفة. تساهم بنى و فراغات القناة التنفسية فوق الطيات الصوتية في تعديل ترددات الأصوات.

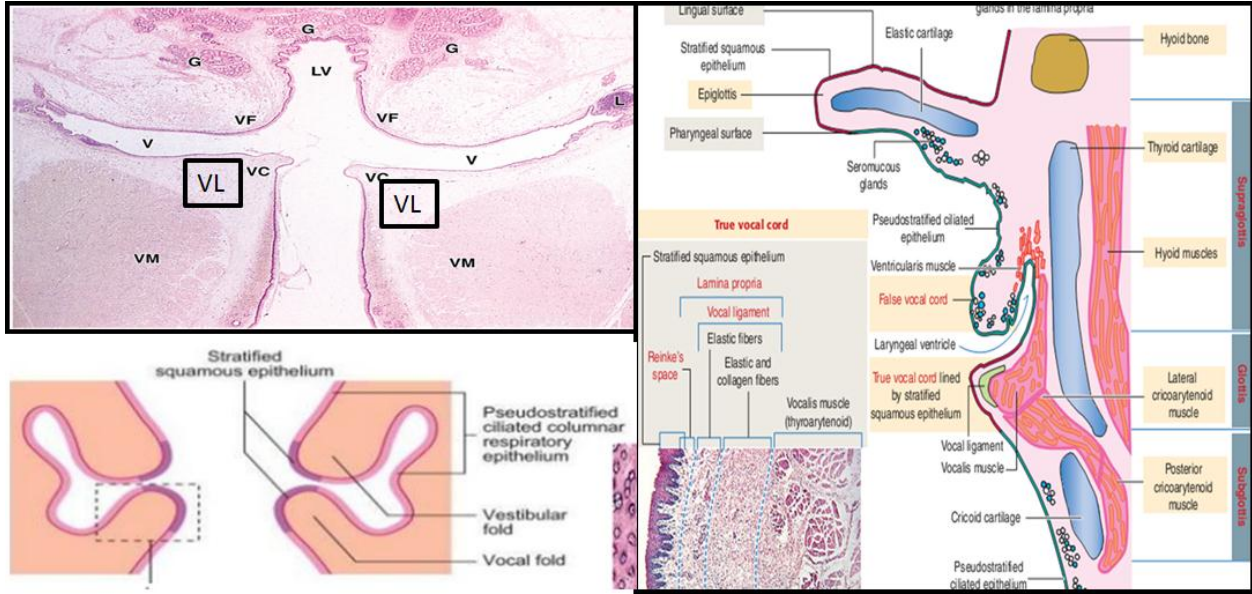
- تمنع الحنجرة عن طريق لسان المزمار دخول الطعام المبتلع أو السائل إلى الرغامى.
- مبطن بظهارة تنفسية ما عدا بعض الأماكن كالسطح اللساني في لسان المزمار و الأجزاء القمية من الحبال الصوتية الحقيقية
- تمتلك الحنجرة 3 بنى نسيجية مختلفة

لسان المزمار Epiglottis

- يبرز من طرف الحنجرة العلوي و يمتد إلى البلعوم و له سطحين حنجري و لساني.
- يُغطي كامل السطح اللساني و الجزء القمي من السطح الحنجري بظهارة حرشفية مطبقة غير متقرنة تتحول الظهارة تدريجياً إلى ظهارة إسطوانية مطبقة كاذبة في مناطق مختلفة على السطح الحنجري.
- يوجد تحت الظهارة في الصفيحة الخاصة غدد مصلية و مخاطية. في منتصف لسان المزمار يوجد غضروف مرن محاط بسماح غضروفي من نسيج ضام كثيف

حبال صوتية كاذبة أو طيات دهليزية False vocal cords أو vestibular folds

- زوج من الطيات العلوية غير متحركة تحت لسان المزمار
- تبرز في لمعة الحنجرة تمتد من الطبقة المخاطية من كلا الجانبين (الشكل 17-7).
- تغطي جزئياً بظهارة تنفسية في بعض المناطق و يغطي الجزء البارز في اللمعة بظهارة حرشفية مطبقة غير متقرنة تحتها نسيج ضام رخو فيه غدد مصلية مخاطية، و أحياناً يوجد عقيدات لمفاوية و كميات كبيرة من خلايا شحمية
- تخلو قاعدتها من نسيج عضلي لذا فهي لا تتحرك و ليس لها تأثير على التصويت ، لهذا السبب تدعى حبال كاذبة



الشكل (17 - 7) الحنجرة. يمر قصير بين الرغامى و البلعوم. تحتوي جدرانها عضلات مخططة و قطع غضروفية تجعل من الحنجرة عضو متخصص بإنتاج الصوت. يبين الشكل صورة مجهرية ذات تكبير منخفض للدليلز الحنجري العلوي (LV) محاط بغدد مصلية مخاطية (G). تبرز الجدران الجانبية في هذه المنطقة كزوج من الطيات العريضة تدعى الطيات الدهليزية (VE). تحتوي هذه الطيات على غدد مخاطية مصلية و نسيج فجوي فيها نسيج لمفاوي مرافق للغشاء المخاطي غالباً مع عقيدات للمفاوية (L). تُغطى بشكل أساسي بظهارة تنفسية بينما مع مناطق قريبة من لسان المزمار تغطي بظهارة مطبقة حرشفية. يتواجد تحت كل طية دهليزية كبيرة فراغ ضيق أو بطين (V) يتوضع تحتها زوج آخر من الطيات الجانبية تدعى الطيات أو الحبال الصوتية (VC) و هي تُغطى بظهارة حرشفية مطبقة و تبرز بشكل حاد في اللمعة لتحديد محيط فوهة الحنجرة. تحتوي كل طية على عضلة صوتية مخططة VM و رباط صوتي VL. يسبب اختلاف توتر هذه الأشرطة الناجم عن تقلص العضلات أصوات مختلفة عند خروج الهواء عبر الحبال الصوتية. تساهم جميع البنى و الفراغات فوق الطيات الصوتية في إضافة ترددات إلى الأصوات و تساعد على التصويت. تكبير 15، صبغة H&E

- الطبقة المخاطية Mucosa : تبطن بظهارة تنفسية نموذجية تستند على غشاء قاعدي سميك 25-40 نانومتر (تزداد سماكته عند المدخنين و الأشخاص المصابين بالربو) و يبدو كمنطقة شاحبة اللون واضحة حيث تحتوي صفيحته الشبكية على ألياف كولاجينية كثيفة تتواصل مع الصفيحة الخاصة المكونة من نسيج ضام رخو فيه بلاعم و خلايا بلازمية و لمفاوية و خلايا بدنية و تكثر فيه النسيج العقيديات للمفاوية BALT

- يفصل الطبقة المخاطية عن تحت المخاطية شريط سميك من ألياف مرنة يعتقد أنه تحل محل العضلية المخاطية، لا يظهر في الصبغات التقليدية، لذا غالباً ما ماتبدو الصفيحة الخاصة و الطبقة تحت المخاطية متواصلة و لا يمكن التفريق بينها كون النسيج للمفاوي و قنوات الغدد تتواجد في كليهما

التطبيق الطبي



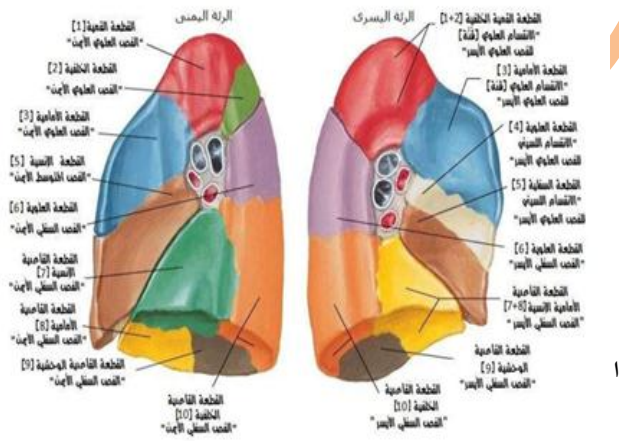
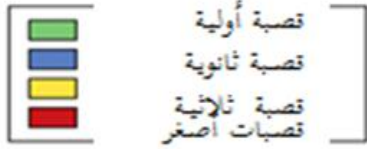
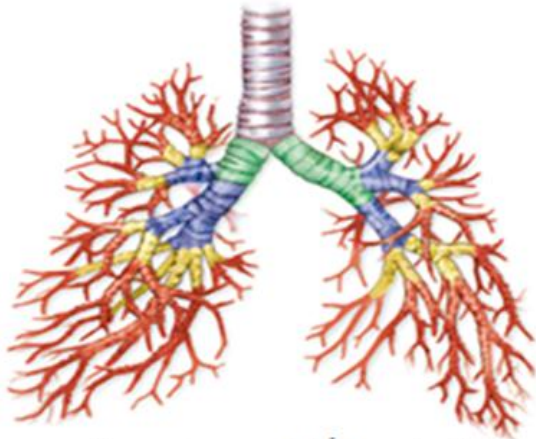
- 1- جحة/جشة Hoarseness أو انعدام الصوت loss of voice غالباً ما ينجم عن التهاب الحنجرة لأسباب فيروسية أو سرطان الخلايا الحرشفية في مخاطية الحنجرة أو الخناق عند الأطفال Croup حيث تتوذم الصفيحة الخاصة و تنضيق لمعة الحنجرة و بالتالي يتغير شكل الحبال الصوتية و تختفي البطينات بين الطيات مما يتسبب جشة أو انعدام في الصوت
- 2- عقيدات المغني singer's nodules هي بوليبيات polyps (زوائد او سلية) حميدة في الظهارة الحرشفية المطبقة غير المتقرنة للحبال الحقيقية تظهر عند بعض الأشخاص و خصوصاً المغنين

□ الرغامى Trachea

- أنبوب يبلغ طوله 12-14 سم مدعوم بحلقات غضروفية مكون من الطبقات التالية الشكل (17 - 8):

الأوردة و الأوعية اللمفاوية. نسيجياً لا تختلف عن الرغامى إلا في كون الحلقات الغضروفية تصبح كاملة على شكل دائري.

❖ بعد دخول القصبات الأساسية إلى الرئتين تسير سغلياً و خارجياً معطية ثلاث فروع في الرئة اليمنى و فرعين في الرئة الشكل (17 - 9)



لشكل (17 - 9) الشجرة القصيبية. تتفرغ الرغامى إلى قصبية أولية أساسية يسرى و يمضى تدخل من سرة الرئة مع الأوعية الدموية و الأعصاب الرئوية (a) رسم تخطيطي يوضح دليل ملون عن التفرعات الأساسية الشجرة القصيبية (b) يوضح القطع القصيبية الرئوية -Broncho pulmonary segment في الرئة اليسرى (10 قطعة) و في الرئة اليمنى (10 قطعة)

● الطبقة تحت المخاطية Submucosa مكونة من نسيج ضام أكثر كثافة من الصفيحة الخاصة و يحتوي على غدد متعددة مصلية مخاطية تنتج مخاط مائي تفتح قنواتها على السطح اللمعي، و كما يوجد نسيج لمفاوي منتشر و أحياناً عقيدات لمفاوية

● تفصل طبقة من نسيج ضام كثيف غير منتظم (سمحاق الغضروف) الطبقة تحت المخاطية عن الغضروف الزجاجي

● طبقة الغضروف الرغامى tracheal cartilages مكونة 16 - 20 حلقة غضروفية زجاجية لها شكل حرف C لتبقى لمعة الرغامى مفتوحة. النهايات المفتوحة للحلقات الغضروفية توجد على السطح الخلفي للرغامى مقابل المرئ. مع التقدم بالعمر قد يتعظم الغضروف الزجاجي في الرغامى مما يحدد من مرونة الرغامى

● ترتبط نهايتي الغضروف الزجاجي بحزم من خلايا عضلية ملساء (تشكل العضلة الرغامية) و صفيحة من نسيج ليفي مرن ملتصق بسمحاق الغضروف حيث تشكل جسراً بين النهايات المفتوحة للحلقات الغضروفية. و يوجد أيضاً في هذا الجسر النسيجي غدد مصلية مخاطية

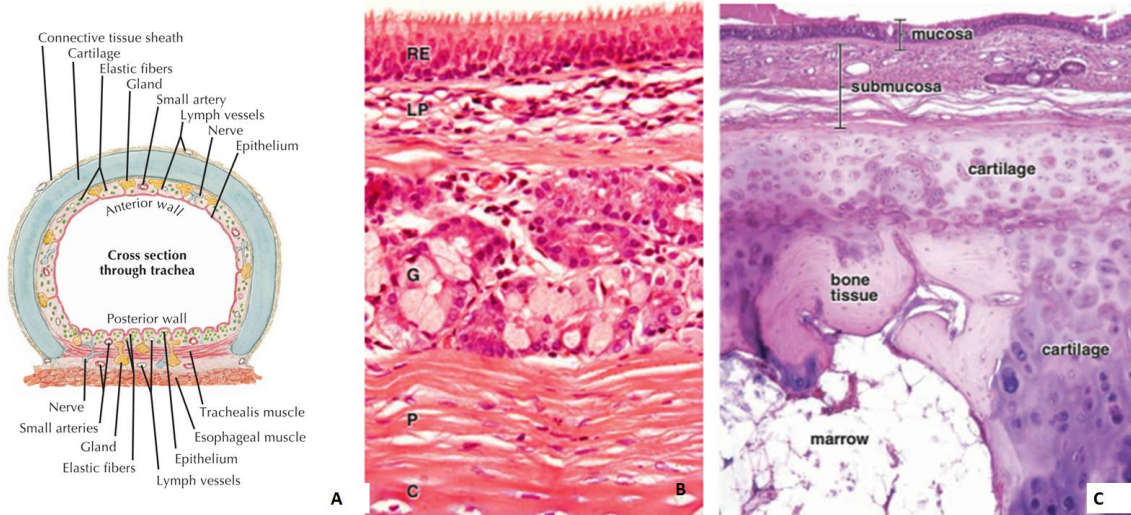
● طبقة برانية adventitia تحيط بالحلقات الغضروفية و العضلة الرغامية من الخارج مكونة من نسيج ضام فيه اوعية دموية و أعصاب و لمفاوية و تتواصل مع الأنسجة المحيطة في المنصف و الرقبة

● يؤدي إسترخاء العضلة الرغامية أثناء البلع عبور الطعام من خلال السماح للمرئ بالبروز في لمعة الرغامى و يؤدي تقلص العضلة الرغامية الى تضيق اللمعة مسبباً زيادة قوة الهواء المطروح و ليونة أكثر للمواد في ممر الهواء.

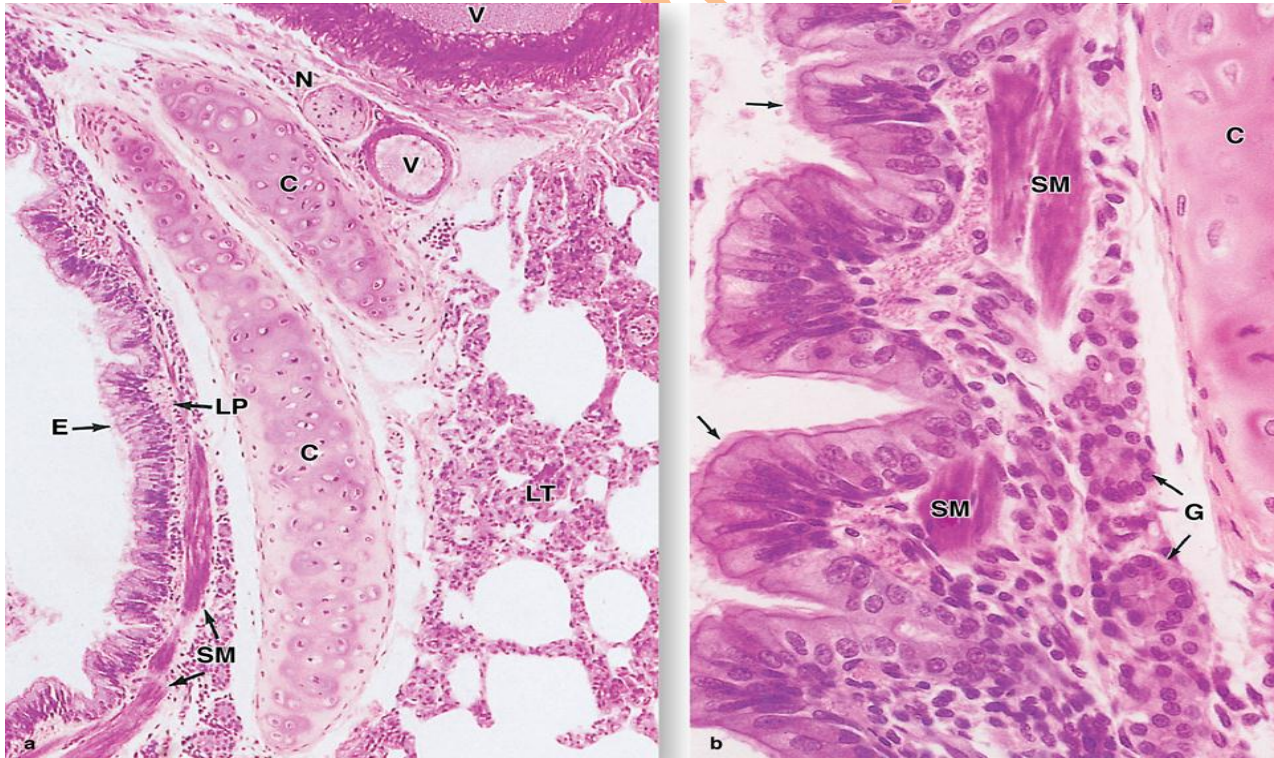
● في منعكس السعال تمنع الصفيحة المرنة التوسع الشديد لللمعة الرغامى

□ الشجرة القصيبية و الرئة and Lung
Bronchial tree

❖ تنقسم الرغامى إلى قصبتين أوليتين (أساسيتين) Primary bronchi تدخلان سرة الرئة مع الشرايين و



الشكل (17 - 8) الرغامى A رسم تخطيطي لبنية الرغامى يوضح مكونات كل طبقة من الطبقات. B يبين جدار الرغامى بظاهرة تنفسية نموذجية (RE) يجدها نسيج ضام (LP) و غدد مصلية مخاطية (G) طبقة تحت مخاطية، و حلقات من غضروف زجاجي له شكل حرف (C) مغطى بسمحاق الغضروف (P). الحلقات الغضروفية مفتوحة على السطح الخلفي للرغامى مقابل المرئ و تحتوي على عضلات ملساء و نسيج مرن تسمح بتوسع (تمدد) لمعة الرغامى عندما تعبر قطع طعام كبيرة المرئ. يؤدي تقلص العضلة الرغامية في الفتحة الخلفية التي تشبه حرف C أثناء منعكس السعال إلى تضيق لمعة الرغامى و خروج قوي للهواء و تحرك المخاط في الممرات الهوائية. C مقطع في رغامى لشخص متقدم بالعمر يوضح منطقة متكلسة (bony tissue) في الطبقة الغضروفية



الشكل (17 - 9) الجدار القصبات الثانوية (a) صورة مجهرية لظاهرة بالتكبير عالي تبين ظاهرة (E) إسطوانية مهدبة مطبقة كاذبة فيها القليل من الخلايا الكأسية. الصفيحة الخاصة (LP) نسيج ضام رخو و أسفل منها طبقة مميزة من العضلات الملساء (SM) تحيط بكامل القصبة. الطبقة تحت المخاطية هي مكان تواجد النسيج الغضروفي الداعم (C) و الطبقة البرانية تحتوي على أوعية دموية (V) و أعصاب (N). يحيط نسيج الرئة (LT) مباشرة بالطبقة البرانية للقصبة. تكبير 140، صبغة H&E (b) صورة مجهرية لظاهرة قصبة صغيرة الحجم، تتكون من خلايا إسطوانية لها أهداب (أسهم) و عدد قليل من الخلايا الكأسية. تحيط بها عضلات ملساء (SM) و غدد مصلية صغيرة (G) قريبة من الصفائح الغضروفية (C). تكبير 140، صبغة H&E

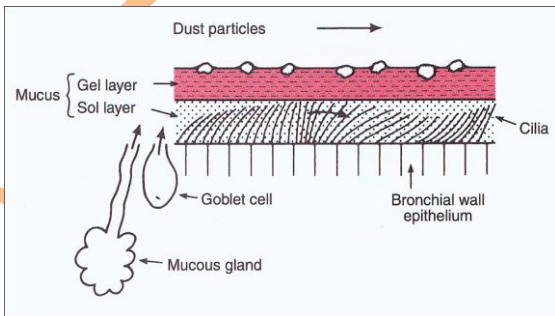
- تكثر فيها الألياف العضلية التي تتوضع بشكل لولبي و الألياف المرنة
- كلما تفرعت تصغر لمعة القصبات و تنخفض كمية النسيج الضام و تصغر القطع الغضروفية
- مازالت تحتوي على غدد مصلية و مخاطية تفتح في السطح اللمعي

□ المصعد/السلم الهديبي المخاطي mucociliary escalator

- مكوناته البنيوية (الشكل 17-10):

- أهداب الخلايا المهديبة في الظهارة التنفسية
- الخلايا الكأسية في الظهارة التنفسية
- الغدد المخاطية المصلية في القصبات و الرغامى و الحنجرة و البلعوم الأنفي
- مكونات المخاط يحتوي المخاط 97% ماء و 3% مواد صلبة تشمل بروتين سكري يدعى ميوسين MUC5AC و MUC5B و جزئيات مضادة للبكتيريا (الديفينسينات و الليزوزوم و أضداد IgG و ملطفات مناعية و سيتوكينات و جزئيات حماية (trefoil proteins and heregulin)

- يشكل السائل المخاطي المائي المفرز من الغدد و الخلايا الكأسية طبقتين 1- طبقة منحلة تدعى الطبقة حول الهديبية 2- periciliary layer طبقة هلامية علوية gel layer
- تسمح حركة الأهداب المستمرة بدفع المخاط و الجزئيات الغريبة الملتقطة من الهواء المستنشق خارج الجهاز التنفسي عبر الأنف أو الفم بواسطة السلم الهديبي المخاطي



الشكل 17-10. يوضح مكونات المصعد/السلم الهديبي المخاطي

اليسرى تدعى **القصبات الثانوية (الفصية) (lobar Secondary bronchi)** و يزيد كل منهما فصاً رئوياً واحداً (الشكل 17-9).

- **المخاطية:** ظهارة تنفسية نموذجية و الغشاء القاعدي يصبح رقيق
- **الصفحة الخاصة** نسيج ضام رخو فيه خلايا لمفاوية منتشرة و قد يتواجد عقيدات لمفاوية في أماكن تفرعها
- **الطبقة العضلية المخاطية:** الألياف العضلية ملساء تلتف بشكل لولبي و تبدو كطبقة متقطعة غير مستمرة و هي تفصل الطبقة المخاطية عن الطبقة تحت المخاطية
- الطبقة تحت المخاطية نسيج ضام رخو يحتوي على غدد مصلية مخاطية و نسيج لمفاوي منتشر
- **الطبقة الغضروفية:** صفائح متقطعة أو قطع من غضروف زجاجي منعزلة
- **الطبقة البرانية** نسيج ضام متواصل مع الأوعية الدموية المرافقة للقصبات الثانوية

❖ تنقسم القصبات مرة أخرى مشكلة **قصبات ثالثة (قطعية) Tertiary (segmental) bronchi**.

- تشكل كل قصبة ثالثة مع فروعها الأصغر **قطعة قصبية رئوية Broncho-pulmonary segment** تحتل ما يقارب 10-12% من كل رئة بما فيها محفظتها المكونة من نسيج ضام و مددها الدموي (الشكل 17-11).
- يسمح وجود مثل هذه القطع الرئوية سهولة الإستئصال الجراحي للنسيج الرئوي المريض دون التأثير على النسيج الرئوي المجاور.

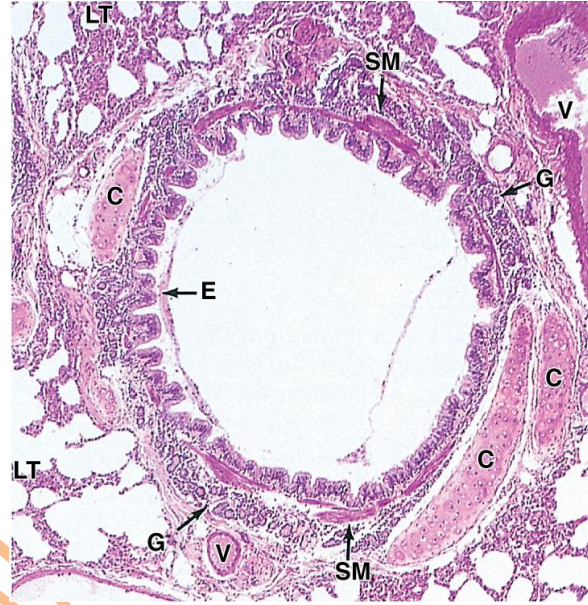
■ تعطي القصبات الثالثة فروع قصبية أصغر تنتهي بفروع إنتهائية تدعى **القُصبيات Bronchioles**. تدخل كل قُصبية قصبية رئوياً و تفرع فيه إلى 5 - 7 قُصبية إنتهائية **Terminal bronchioles**.

■ تتميز نسيجياً **القصبات الثالثة** بما يلي

- مبطنة بظهارة تنفسية منخفضة مقارنة مع القصبات الثانوية و تبدو المخاطية ذات طيات طولانية نتيجة تقلص العضلات



كارسينوما الخلايا الصغيرة أو كارسينوما الخلايا الشوفانية (Small cell oat cell) carcinoma يحدث بشكل أساسي في القصبات و هو ناتج عن خلايا تكاثر neuroendocrine في الظهارة التنفسية



الشكل (17 - 11) القصبة الثالثة (القطعية) مقطع عرضي لقصبة كبيرة مبطنة بظهارة تنفسية (E) و المخاطية ذات طبقات نتيجة تقلص عضلاتها الملساء (SM). يحاط جدار الشجرة القصبية في هذه المرحلة بالعديد من قطع الغضروف الزجاجي (C) و يحتوي على العديد من الغدد المخاطية المصلية (G) في تحت المخاطية و التي تفضي إلى اللعنة. يوجد في النسيج الضام المحيط بالقصبة شرايين و أوردة (V) تتفرع إلى فروع أصغر و أصغر كلما اقتربنا من القصبات التنفسية. تحاط جميع القصبات بنسيج رئوي مميز (LT) يبدو كمسافات فارغة عديدة من أسنخ رئوية، تكبير 56، صبغة H&E

□ القصبات Bronchioles

- ممرات هوائية داخل فصيصية، يبلغ قطرها 1 مم أو أقل، تتشكل بعد التفرع العاشر للقصبات.
- لا تحتوي على نسيج غضروفي أو غدد في مخاطيتها (الشكل 12-17).
- تتبدل مكونات الظهارة كلما تفرعت إلى فروع أصغر
- محاطة بعضلات ملساء
- **القصبات الأولية**
- تبطن بظهارة إسطوانية مطبقة كاذبة مهدبة و لكن يتناقض ارتفاعها
- الخلايا الكأسية قليلة العدد و تحتفي تدريجياً في الظهارة

■ تحتوي الصفيحة الخاصة بشكل أساسي على عضلات ملساء و ألياف مرنة. يخضع النسيج العضلي في القصبات و القصيبات لتأثير العصب المبهم (الحائر) و الجهاز العصبي الودي إضافة إلى تأثير بيتيدات صماوية عصبية. عند تنبيه العصب المبهم ينخفض قطر القصبات و القصيبات بينما يؤدي التنبيه العصبي الودي إلى تأثير معاكس.

■ في الفروع الصغيرة تحتفي الخلايا الكأسية و يبدأ ظهور خلايا إسطوانية أخرى تدعى خلايا كلارا

■ القصيبات الإنتهائية Terminal bronchioles

- قطرها 0.5 مم و آخر جزء ناقل للهواء
- ظهارة إسطوانية أو مكعبة بسيطة بعضها مهدب، تحتوي على خلايا كلارا و خلايا جذعية و خلايا حبيبية صغيرة (صماوية عصبية) و خالية من الخلايا الكأسية
- صفيحة خاصة و عضلات ملساء و ألياف مرنة تحيط بالظهارة
- تتواجد في بعض القصيبات في المستويات العليا من الشجرة القصبية تجمعات من خلايا تدعى أجسام ظهارية عصبية Neuroepithelial bodies تُعصب بألياف حسية ذاتية، يعمل بعضها على ما يبدو كمستقبلات حسية كيميائية تنحس مستوى الأوكسجين في الهواء. تتواجد خلايا جذعية ظهارية ضمن هذه التجمعات الخلوية.

■ خلايا كلارا Clara cell أو الخلايا القصيبية ذات الإفراز الخارجي Exocrine bronchiolar cells يطلق

عليها أيضاً الخلايا المضربية club cells

- يعزى تسمية خلايا كلارا إلى عالم النسيج ماكس كلارا الذي اكتشف لأول مرة هذه الخلايا عام 1937
- لها شكل المضرب ذات قمة بارزة تشبه القبة و نهاية ضيقة (17 - 13)
- غير المهذبة و تحتوي هيولى قمية على حبيبات يمكن مشاهدتها بشكل واضح في المقاطع الرقيقة
- تمتلك نشاط انقسامي حيث تجدد نفسها، في حالات أذية الطرق الهوائية تعمل على تجديد الخلايا الأخرى في الظهارة في القصيبات، حتى أنها تستطيع الهجرة إلى

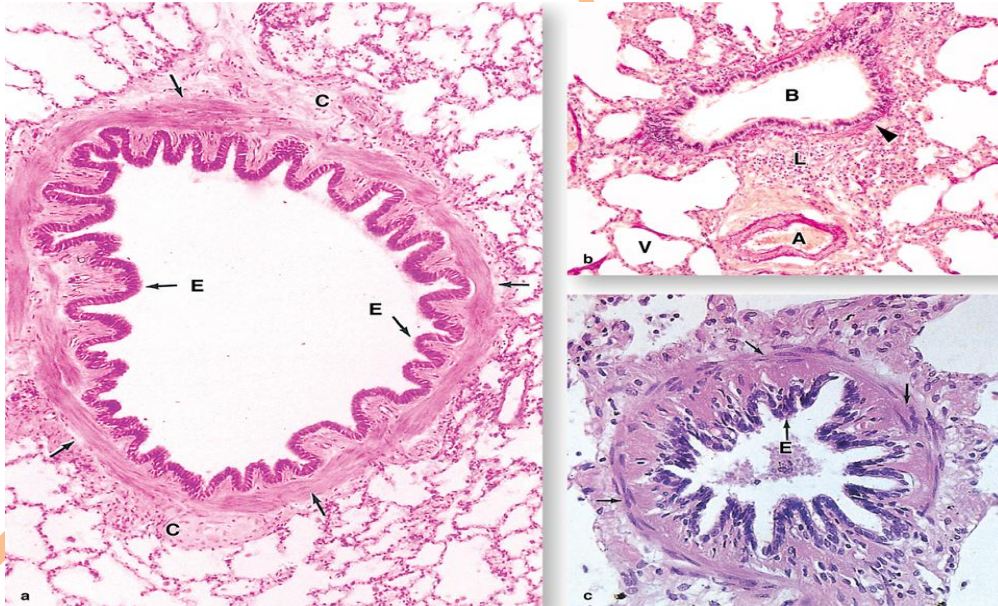
- vi. تفرز أنزيمات أخرى و ليزوزيمات مضادة للجراثيم و الفيروسات
- vii. تفرز العديد من السيوتوكينات التي تعمل على تنظيم الاستجابات المرضية.

التطبيق الطبي

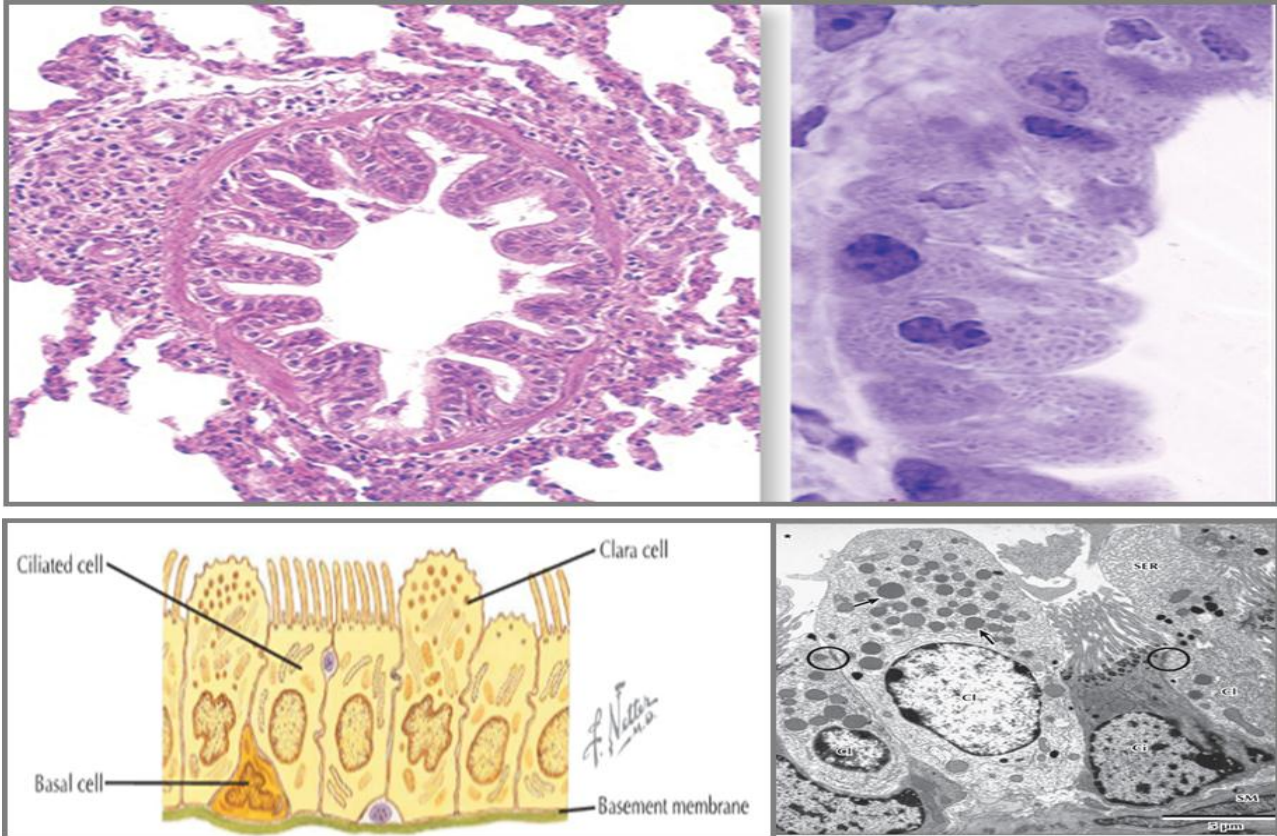


- a. الربو اضطراب رئوي ناجم عن تشنجات تقلصية bronchospasm للعضلات الملساء في القصيبات مما يؤدي إلى صعوبة خروج هواء الزفير.
- b. يؤدي تحرير الحبيبات لمحتوياتها في الخلايا البدنية في الصفيحة الخاصة في القصيبات إلى تضيق في لمعة القصيبات
- c. الطبقة العضلية في القصيبات متطورة أكثر ما هو عليه الحال في القصبات عند مقارنة سماكة جدار القصبات و القصيبات لذا يعتقد بأن زيادة مقاومة الممر الهوائي في حالة الإصابة بالربو ناجمة بشكل أساسي عن تقلص العضلات الملساء في القصيبات.
- d. زيادة قطر القصيبات إستجابة لتنبية الجهاز العصبي الودي يفسر إستخدام النورأدرينالين و العقاقير المنبهة للجهاز العصبي الودي لدورها في إسترخاء العضلات الملساء في نوبات الربو

- الأسناخ حيث تنقسم و تجدد ظهارة الأسناخ و تدعى هذه الظاهرة alveolar bronchiolization
- e. لهذه الخلايا العديد من الوظائف المهمة
- i. تفرز عامل فعال بالسطح خاص بما surface- active agent أو surfactant الذي يمنع التصاق جدار القصيبات و انغلاقها و بالتالي تعمل على خفض توتر السطح للمعي، من ناحية أخرى يختلف تركيبه عن العامل الفعال بالسطح الذي يفرز من الخلايا السنخية نمط II
- ii. تفرز بروتين إفرازي CC16 و يعتقد أن له دور في الحماية و تزداد نسبته في الدم و تنخفض في السائل القصي في الأمراض الرئوية الإنسدادية المزمنة و الربو
- iii. تنتج أنزيمات تساعد في تفكك (تحلل) المخاط موضعياً
- iv. تعمل مجموعة أنزيم سيتوكروم P450 في الشبكة الملساء في هذه الخلايا على إزالة السمية للمواد الخطيرة في الهواء.
- v. تقوم خلايا كلارا بالإضافة إلى ما سبق بوظيفة دفاعية لكونها تنتج الجزء الناقل للغلوبولين المناعي IgA إلى اللمعة القصيبية



الشكل (17 - 12) القصيبات. الفروع القصيبية الأقل قطرًا أقل من 1 مم خالية من العضروف الداعم و تدعى القُصيبات (a) قصيبية كبيرة تحتوي على ظهارة تنفسية ذات طيات مميزة (E) و عضلات ملساء واضحة (أسهم) مدعومة بنسيج ضام ليفي (C) بدون غدد. تكبير 140، صبغة H&E (b) صورة مجهرية ملونة يملون الألياف المرنة تبين المحتوى العالي المرين و عضلات ملساء (رأس السهم) مرافقة لقصيبية صغيرة الحجم ، تتكون ظهارتها من خلايا إسطوانية بسيطة. تتواجد ألياف مرنة داكنة اللون في الغلالة الوسطى للششرين الكبير (A) و بشكل أقل في الوريد القريب من الشرين (V). يحتوي النسيج الضام على العديد من الخلايا للمفاوية (L) التابعة للنسيج للمفاوي المرافق للمخاطية و العقيدات للمفاوية شائعة في هذا المستوى. تكبير 180 (c) تغيير الظهارة في القصيبات الصغيرة جداً إلى ظهارة إسطوانية منخفضة (E) و تتضمن العديد من الخلايا العضلية الملساء (أسهم) التي تشكل جزء كبير من الجدار.



الشكل (17 - 13) القصيبات الإنتهائية و خلايا كلارا. (a) مقطع عرضي لقصيبية إنتهائية فيها طبقتين من الخلايا العضلية الملساء. تحتوي الظهارة على خلايا مكعبة مهدبة و العديد من الخلايا الإسطوانية غير المهديبة تدعى خلايا كلارا. و خلايا قاعدية نشيطة انقسامياً. (b) تحتوي خلايا كلارا غير المهديبة ذات القمم البارزة على هيولى قمية فيها حبيبات يمكن مشاهدتها بشكل واضح بالمجهر الإلكتروني و الرسم التخطيطي

من نسيج ضام أكثر واضحاً في الجنين و تكون هذه الحواجز غالباً غير كاملة عند البالغين و ينتج عنها تحديد غير واضح للقصيبات. تبدأ القصيبات عند تحول القصبات الى القصيبات بإتجاه الجزء التنفسي حيث تختفي القطع الغضروفية (الشكل 15-17)

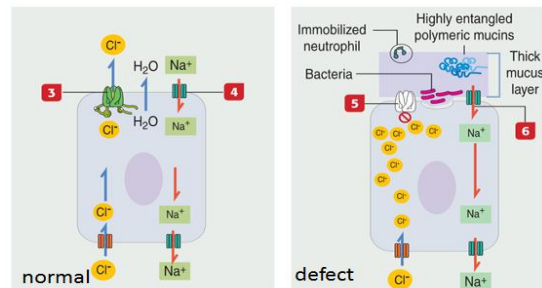
□ العنبات الرئوية pulmonary acinus أصغر وحدة

تشريحية بقطر 0,5 الى 1 سم في الرئة تشمل تفرعات القصيبات التنفسية و تفرعاتها و يكمن رؤيتها بالأشعة لذا يستخدمها الأطباء في تحدد مدى انتشار الأمراض الرئوية

□ القصيبات التنفسية Respiratory Bronchioles

- مناطق تحول بين الجزء الناقل و التنفسي ناتجة عن تفرع القصيبات الإنتهائية (الشكل 15-17).
- تمتلك مخاطية القصيبات التنفسية بنية مشابهة للقصيبات الإنتهائية باستثناء أن جدرانها رقيقة جداً و متقطعة

d-التليف الكيسي : ناتج عن خلل في القنوات المحررة للكلور في الخلايا الظهارية في القصبات حيث ينخفض طرح الكلور و تدخل كميات كبيرة من الصوديوم و بالتالي يجف المخاط المفرز من الخلايا الكأسية في القصبات و الذي بدوره يجذب الجراثيم مما يستدعي حضور العدلات و غيرها من الخلايا الالتهابية و بالنهاية تتشكل سداة مخاطية (الشكل 14-17)



الشكل 14-17 يوضح آلية التلف الكيسي في القصبات

□ الفصيصات الرئوية pulmonary lobule وحدة تنفسية

أكبر من العنبات يتراوح قطرها حوالي 2.5 سم لها شكل الهرم، قمته بإتجاه السرة. يحاط كل فصيص بحاجز رقيق

- الصفيحة الخاصة رقيقة جداً خالية من العضلات الملساء و تحتوي على شبكة من الألياف الشبكية و المرنة تحيط بالفتحات الأذينية و الأسناخ
- تمنح الألياف المرنة الأسناخ القدرة على التمدد أثناء الشهيق و التقلص المنفعل أثناء الزفير
- بينما تمنح الألياف الشبكية الدعم للإسناخ و تمنع تمددها المفرط و اغتيارها و تعمل على تثبيت الشعيرات الدموية و الحواجز السنخية الرقيقة.
- تساهم كلا النوعين من الألياف (الشبكية و المرنة) في تأمين مكان شبكة الشعيرات الدموية حول كل السنخ

□ الأسناخ Alveoli

- انغمادات شبه كيسية (قطرها حوالي 200 ميكرون) في القصيبات التنفسية و القنوات السنخية و الأكياس السنخية (الشكل 15-17 و 17-)
- مسؤولة عن البنية الاسفنجية للرئتين و هي جيوب صغيرة مفتوحة من جانب واحد تشبه أقراص النحل في خلية النحل. تفتح إما في القنوات السنخية أو الأكياس السنخية يتم في هذه البنى شبه الفنجانية تبادل الأوكسجين و ثاني أوكسيد الكربون بين الدم و الهواء.
- يوجد ما يقارب 200 مليون نسخ رئوي في الرئتين تؤمن سطح كبير داخلي لتبادل الغازات يقدر بنحو 70-140 م²
- يوجد بين الأسناخ المتجاورة نسيج ضام رقيق يدعى الحاجز أو الجدار بين السنخي Interalveolar septum, or wall. يقدم الدعم البنيوي الأساسي للأسناخ و المكون من
 - مطرق و أرومات ليفية و بلاعم
 - ألياف مرنة و شبكية و شبكة شعيرات دموية.
- يعد المدد الدموي في الحواجز السنخية الأغزر في الجسم

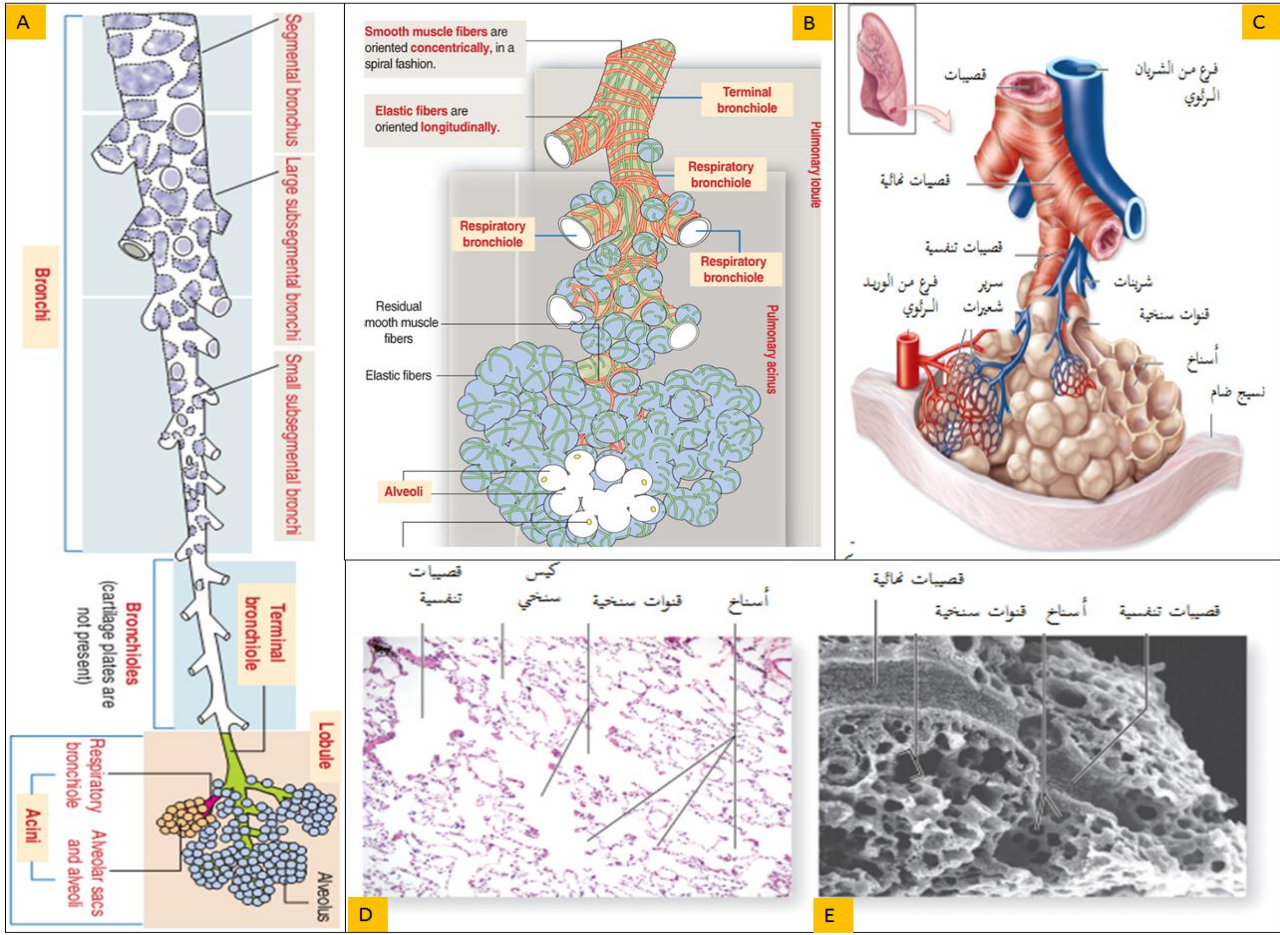
- بالعديد من الأكياس السنخية التي يتم فيها تبادل الغازات،
- تبطن أجزاء الدانية من القصيبات التنفسية بظهارة مكعبة مهدبة و خلايا كلارا التي تبرز أسطحها القمية في اللمعة بينما تبطن الأجزاء القاصية بخلايا ظهارية مكعبة منخفضة غير مهدبة
- يزداد عدد الأسناخ بشكل كبير في الأجزاء القاصية من القصيبات التنفسية و تتناقص المسافة بين الأسناخ .
- يتواجد تحت الظهارة صفيحة خاصة فيها ألياف مرنة ذات توضع طولاني و عضلات ملساء ذات توضع حلزوني تحيط بالقصيبات التنفسية

□ القنوات السنخية Alveolar ducts

- ينتج عن تفرع كل قصيبة تنفسية 8-12 ممرات هوائية خطية تدعى القنوات السنخية
- تحتوي القنوات على فتحات/ثقوب تفضي إلى الاسناخ (الشكل 15-17).
- تبطن القنوات السنخية بظهارة مكعبة منخفضة بدون أهداب الى خلايا حرشفية مسطحة بسيطة بينما في حواف الفتحات السنخية فهي مبطنة بخلايا مسطحة (خلايا رئوية نمط I).
- يوجد في الصفيحة الخاصة المحيطة بحواف الاسناخ ألياف مرنة و حلقات من خلايا عضلية ملساء تدعى عقدات عضلية muscle knobs في حواف الفتحات السنخية تبدو بالمقاطع النسيجية على شكل يشبه العقدة knob-like و تختفي في النهايات القاصية للقنوات السنخية.

□ الأكياس السنخية Alveolar sacs

- تفتح القنوات السنخية بأذينات Atria تفضي إلى كسين سنخيين أو أكثر (الشكل 12-17).
- هي مسافات أو فراغات مبطنة بظهارة حرشفية مسطحة بسيطة

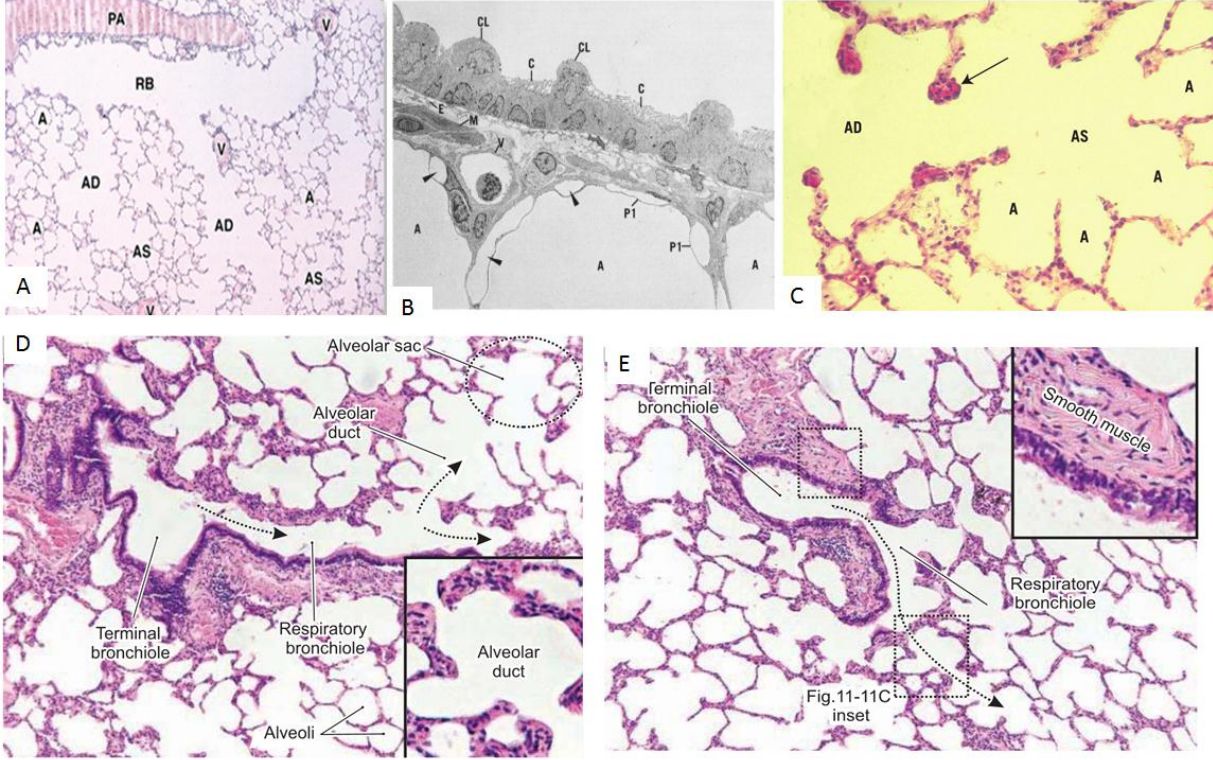


الشكل (15 - 17) القصيبات الإنتهائية والقصيبات التنفسية و الأَسناخ. **A** - يوضح تفرعات الشجرة القصيبية و القصيبية و الفرق بين القصيبات و العنبات. تشمل الفصيصات القصيبات الإنتهائية و تفرعاتها من قصيبات تنفسية و أكياس سنخية بينما العنبات تشمل القصيبات التنفسية و تفرعاتها. **B** - يوضح توضع العضلات الملساء حلزونياً و الألياف المرنة طولانياً في القصيبات و تفرعاتها و حلو الأَسناخ من العضلات الملساء إلا أنها بشبكة من الألياف المرنة و الشبكية **C** - يوضح تفرع القصيبات التنفسية إلى قنوات سنخية و التي تفتح فيها الأكياس السنخية و يوضح تفرع الأوعية الدموية الرئوية المرافقة القصيبات وكذلك تفرع الشعيرات الدموية التي تحيط بكل سنخ من أجل عملية تبادل الغاز بين الدم و الهواء. **D** - صورة مجهرية تبين طبيعة تفرع القصيبات بمنظر ثنائي الأبعاد، **E** - صورة بالمجهر الإلكتروني الماسح تبين بالأبعاد الثلاثة إرتباط الأَسناخ بالقصيبات الإنتهائية و التنفسية.

- يفصل الهواء الموجود في الأَسناخ عن الأوعية الدموية الحاجز الدموي الهوائي blood-air barrier أو الغشاء التنفسي Respiratory membrane (الشكل 17-17) له جزئين جزء سميك thick portion و جزء رقيق thin portion و هو الذي يتم من خلاله التبادل الغازي و مكون من ثلاث مكونات تشمل:
 - الخلايا السنخية نمط I و الإرتباطات السادة بينها و طبقة العامل الفاعل بالسطح الذي يغطيها
 - الصفائح القاعدية الملتحمة للخلايا السنخية و الخلايا البطانية للشعيرات الدموية (الشكل 17-17).
- الخلايا البطانية للشعيرات الدموية المستمرة و الإرتباطات السادة بينها
- تتراوح السماكة الكلية لهذه الطبقات (الحاجز الدموي الهوائي) بين 0.1 - 1.5 ميكرون. ينتج عن إندماج أو إتحد صفحتين قاعديتين للخلايا البطانية و الظهارية (السنخية) في الحاجز بين السنخي بنية غشائية واحدة (غشاء قاعدي) (الشكل 17-17).
- أما الجزء السميك يحتوي على ماسبق من مكونات لكن الصفائح القاعدية للخلايا السنخية و البطانية غير ملتحمة و تحتوي على مكونات النسيج الضام من خلايا (بلاعم و

ميكرون تدعى interalveolar pores of Kohn تقوم
بوصل الأسناخ المجاورة التي تفتح في قصيبات مختلفة مع
بعضها مما يجعل ضغط الهواء متساوي في الأسناخ و تعزز
جريان الهواء الجاني عند إنسداد القصيبات

أرومات ليفية) و ألياف (مرنة و شبكية) و ليس للجزء
السميك له دور في التبادل الغازي و يعتقد أنه مكان
لتجمع السائل الخلالي
• تحتوي جدر الأسناخ على مسامات قطرها 10 – 15



الشكل (17 - 12) القصيبات التنفسية و القنوات السنخية و الأسناخ. A- مقطع نموذجي لنسيج رئوي يحتوي على قصيبات تنفسية (RB) مقطوعة بشكل طولي و كما يبين إستمرارية تفرعها إلى قنوات سنخية (AD) و أكياس سنخية (AS). B- صورة بالمجهر الإلكتروني لطبانة القصيبات التنفسية تبين ظاهرة مكعبة فيها خلايا مهدبة (C) بينها خلايا كلارا CL و اسفل منها خلية عضلية لمساء M و أسناخ A. C- تحتوي الأقبية السنخية على سلاسل متناثرة من العضلات الملساء تشكل الألياف العضلية الملساء ما يشبه العاصرة تبدو كعقدة بين الأسناخ المجاورة (أسهم). D يوضح كيف تفضي القصيبات الإنتهائية الى قصيبات تنفسية ثم أقبية سنخية تفتح فيها الأكياس السنخية. E تكبير عالي يبين الإنخفاض التدريجي للعضلات الملساء بين القصيبات الإنتهائية و التنفسية و القنوات السنخية و الأكياس السنخية

جزء من الخلية يسمح ببقاء الأجزاء الأخرى من الخلية رقيقة جداً مما يسهل زيادة فعالية التبادل الغازي. تتميز هياكل الخلايا البطانية في أجزاءها المسطحة بوجود العديد من الحويصلات الإحتسائية.

■ الخلايا السنخية نمط Type I Alveolar cells I

- تدعى أيضاً الخلايا الرئوية نمطاً (pneumocytes I) أو الخلايا السنخية الحرشفية
- خلايا رقيقة (نخيلة) جداً تبطن سطوح الأسناخ و تغطي حوالي 95% من السطوح السنخية إلا أنها لا تشكل إلا

• يعبر الأوكسجين من الهواء السنخي إلى الأوعية الدموية من خلال الحاجز الدموي الهوائي بينما ينتشر بالاتجاه المعاكس ثاني أوكسيد الكربون. يحفز أنزيم الحلمهة اللامائي الكربوني Carbonic anhydrase المتواجد في الكريات الحمراء على تحرير ثاني أوكسيد الكربون من H_2CO_3 .

• الخلايا البطانية للشعيرات الدموية الرئوية خلايا رقيقة جداً من السهولة الخلط بينها و بين الخلايا الظهارية السنخية نمط I. الخلايا البطانية من النوع غير المثقب و المستمر (الشكل 16-17). إن تجمع نوى الخلايا و عضياتها في

(الشكل 17-17) التي تبدو واضحة بالمجهر الالكتروني. و يبلغ قطر هذه الأجسام 100-400 nm.

تحتوي الأجسام الصفائحية على صفائح مركزية التوضع أو صفائح متوازنة محاطة بغشاء.

تشير الدراسات الكيميائية النسيجية على إحتواء الأجسام الصفائحية على شحوم فوسفورية 40% و كوليستيرول 50% و بروتينات 10% يتم تصنيعها بشكل مستمر و تحريرها على السطح القمي للخلايا.

ينشأ عن الإخراج الخلوي للأجسام الصفائحية مواد تنتشر فوق السطوح السنخية مشكلة غطاء سنخي خارج خلوي يدعى العامل الفاعل بالسطح الرئوي أو العامل الفعال بالسطح Pulmonary surfactant حيث يشكل مسحة من الشحوم الفوسفورية و الكوليستيرول و البروتينات فوق طبقة مائية رقيقة جداً لحفض التوتر السطحي.

يتكون العامل الفاعل بالسطح من

a. شحم فوسفوري يدعى Dipalmitoyl

phosphatidylcholine (DPPC) (الشكل 17-18).

b. كوليستيرول

c. بروتينات نوعية تدعى Surfactant protein تشمل

i. Surfactant protein A (SP-A) بروتين سكري كاره للماء مسؤول عن إستتباب العامل الفاعل بالسطح

ii. SP-B and SP-C بروتينات سكرية كاره للماء مسؤولة عن تنظيم انتشار و توزع DPPC على شكل

مسحة film تغطي السطح السنخي

iii. SP-D له دور حماية و يلعب دوراً في المناعة الخلقية

يقوم العامل الفاعل بالسطح بالعديد من الوظائف الأساسية تتمثل في:

○ تنظيم عمل الرئتين بشكل اقتصادي و خفض توتر

سطح الأسناخ. يُقصد بإخفاض التوتر السطحي أقل قوة

الشهيقية لملاً الأسناخ بالهواء مما يسهل عمل التنفس.

حوالي 40% من عدد الخلايا بينما تغطي خلايا نمط II 60% من السطوح السنخية و إلا أنها تشكل حوالي 5% من عدد الخلايا.

■ نظراً لكون الخلايا رقيقة جداً (سماكتها أحياناً 25 نانوميتر) فأن جميع الأسناخ مغطاة بهذه الخلايا (الشكل 17-15).

■ تتجمع العضيات الخلوية بما فيها أجهزة غولجي و متقدرات و شبكة هيولية حول النواة لذا تبقى مساحات كبيرة من هيولى الخلايا بدون عضيات مما ينتج عنه إنخفاض في سماكة الخلايا

■ تحتوي الهيولى في الجزء الرقيق من الخلية على العديد من الحويصلات الاحتمائية التي تلعب دور في تجدد العامل الفاعل في السطح Surfactant و التخلص من الملوثات الدقائقية من السطح الخارجي.

■ تحتوي الخلايا نمط I بالإضافة إلى الجسيمات الرابطة على إرتباطات سادة تمنع تسرب السائل الخلالي إلى الفراغ الهوائي السنخي (الشكل 17-16). تلعب هذه الخلايا دور أساسي من خلال تأمين حاجز بسماكة قليلة لعبور الغازات بسهولة.

■ لا تمتلك أي نشاط انقسامي

■ الخلايا السنخية نمط II Type II Alveolar cells

(تدعى ايضاً الخلايا الرئوية نمط II (pneumocytes II

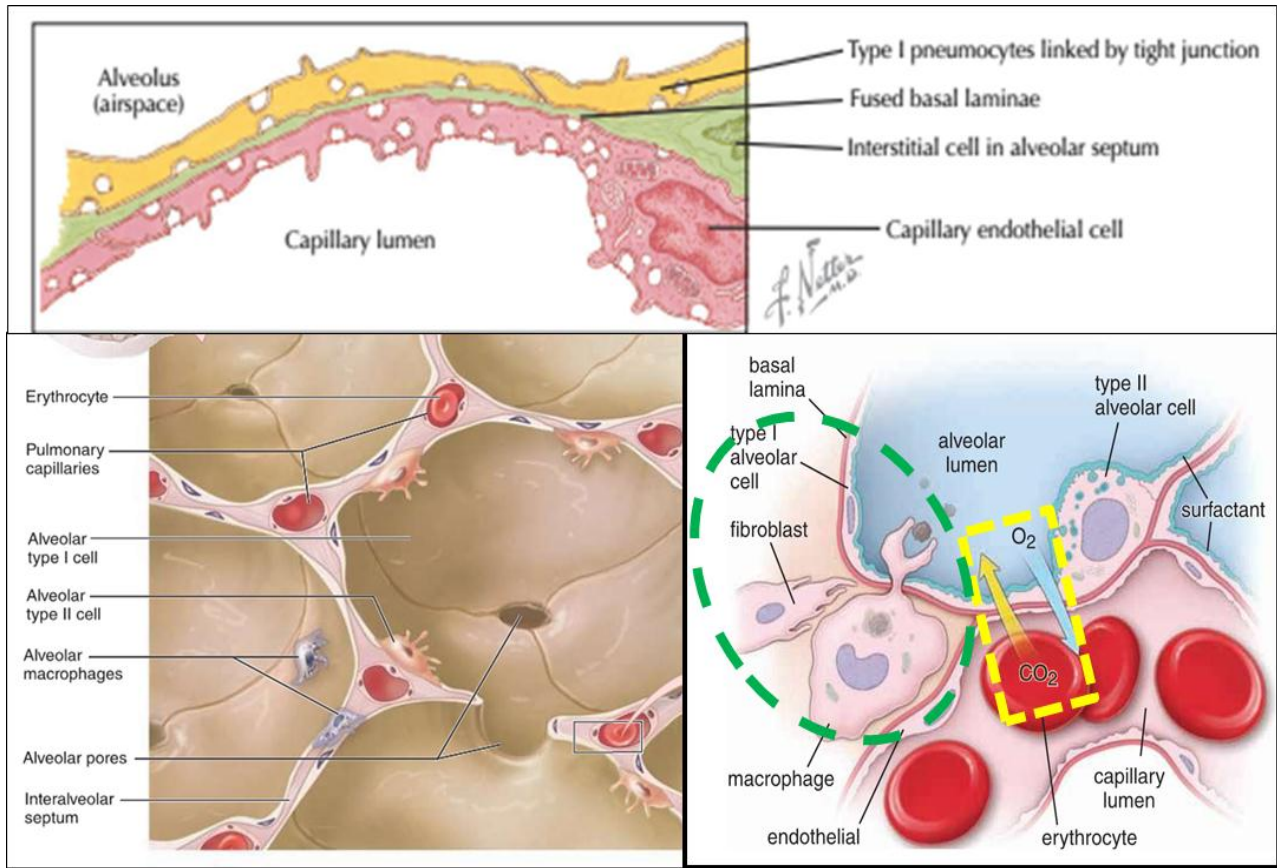
II) تنتشر بين الخلايا الرئوية نمط I و تتصل معها بجسيمات رابطة و إرتباطات سادة (الشكل 17-18).

■ لها شكل دائري و تتواجد بشكل مجموعات من 2 - 3 خلية على طول السطح السنخي خاصة في أماكن إتحد الجدر السنخية.

■ تستند هذه الخلايا على غشاء قاعدي و هي جزء من الظهارة السنخية و لها نفس منشأ خلايا نمط I.

■ تنقسم الخلايا فتلياً و تستبدل خلاياها و خلايا نمط I.

■ تبدو في المقاطع النسيجية الروتينية ذات هيولى حويصلية أو رغوية نتيجة وجود أجسام صفائحية Lamellar bodies



الشكل (17 - 13) الأسناخ و الحاجز الدموي الهوائي. رسوم تخطيطية توضح تبادل الغازات بين الهواء و الدم من خلال حاجز غشائي يوجد بين جميع الأسناخ و الشعيرات الدموية المحيطة بها. تقدر المساحة الكلية للحاجز الدموي الهوائي في كل رئة بما يقارب 70- 140 م². يتكون الحاجز الدموي الهوائي من جزء رقيق (المربع المنقط الأصفر) و جزء سميك (الدائرة المنقط الخضراء). يتم التبادل الغازي في الجزء الرقيق فقط المكون من الخلية السنخية نمط I و طبقة العامل الفعال بالسطح و الخلية البطانية للشعيرية الدموية و أغشيتها القاعدية الملتحمة. ينتشر الأكسجين من الهواء السنخي إلى الشعيرة الدموية بينما ينتشر ثاني أكسيد الكربون بالاتجاه المعاكس. الخلايا البطانية في الشعيرات الدموية رقيقة جداً و غير مثقبة تلتحم صفيحتها القاعدية مع الصفيحة القاعدية للخلية السنخية. لاحظ أورمة ليفية و البلاعم في الحاجز و سماكة الحاجز الدموي الهوائي

رئوي مهددة الحياة حديثي الولادة ناجم عن عوز العامل الفاعل بالسطح. تحدث بشكل أساسي في الخدج و هي المسبب الأول للموت عند الأطفال الخدج. كون العامل يفرز مع التقدم بالحمل. تتميز الرئة غير الناضجة بعوز العامل الفاعل بالسطح في الكمية و التركيب. تترافق بداية حدوث التنفس عند حديثي الولادة الطبيعيين مع تحرير كمية كبيرة للعامل الفاعل بالسطح المخزن الذي يسبب انخفاض في توتر السطح السنخي للخلايا السنخية. هذا يعني الحاجة إلى أقل قوة شهيقة لنفخ الأسناخ و لذا فإن الجهد المبذول للتنفس ينخفض. يلاحظ مجهرياً إتغلاق في الأسناخ و توسع في القصيبات التنفسية و القنوات السنخية و إحتوائها على سائل ودمي. تعالج متلازمة ضائقة التنفس عن

- عدم وجود العامل الفاعل بالسطح يؤدي إلى إختيار الأسناخ أثناء الزفير. يظهر العامل الفاعل بالسطح في الحياة الجنينية في الأسابيع الأخيرة من الحمل و يتزامن مع ظهور أجسام صفائحية في خلايا نمط II.
- طبقة العامل الفاعل بالسطح ليست ثابتة أو مستقر بل هي في حالة تبدل و تغير دائم. يتم التخلص من البروتينات الشحمية تدريجياً عن طريق آلية الإحتساء الخلوي في خلايا نمط I و II و البلاعم.

التطبيقات الطبية



متلازمة عوز التنفس في حديثي الولادة (متلازمة ضائقة التنفس)
 Infant Respiratory distress syndrome إضطراب

- يتم التخلص من سوائل الأسناخ من خلال الممرات الناقلة بفضل النشاط الهدبي. عندما تعبر الإفرازات الممرات الهوائية فإنها تختلط مع المخاط القصي مشكلةً السائل السنخي القصي و الذي يساهم في إزالة المكونات الدقائقية المحملة في هواء الشهيق أو يتم التخلص من السائل السنخي من خلال الأوعية اللمفاوية
- يحتوي السائل السنخي القصي على العديد من الأنزيمات الحالة (الليزوزيم و الكولاجيناز و بيتا غليكورونيداز) التي تفرزها خلايا كلارا و الخلايا السنخية نمط II و البلاعم السنخية. و فحص المكونات الخلوية للسائل القصي مهم سريرياً في كثير من الأمراض

التطبيقات الطبية



تحتقن الرئتين بالدم في أمراض فشل القلب الخلقى و تعبر الكريات الحمراء الأسناخ الرئوية حيث يتم إبتلاعها بالبلاعم السنخية. في هذه الحالات تدعى البلاعم بخلايا الفشل القلبي *failure cells heart* عندما تتواجد في الرئة و القشع (بلغم). يمكن الكشف عن هذه البلاعم بالكيمياء النسيجية لتفاعل صبغة الحديد (الهيموسدرين).

تجدد البطانة السنخية *Regeneration in the alveolar lining*

يؤدي إستنشاق الغازات السامة أو المواد المشابهة الى موت الخلايا المبطنة للأسناخ نمط I و نمط II. ينجم عن موت خلايا نمط I زيادة في النشاط الإنقسامي للخلايا نمط II المتبقية و تستبدل نسائل الخلايا المنقسمة كلا النمطين من الخلايا. يقدر معدل تجدد الخلايا السنخية نمط II بـ 1% في كل يوم مما ينتج عنه تجدد مستمر لكلا النمطين من الخلايا II و I. تستطيع خلايا كلارا الإنقسام لتعطي خلايا سنخية في حالات السمية الشديدة.

التطبيقات الطبية



النفخ الرئوي *Emphysema* هو مرض رئوي مزمن يتميز بزيادة حجم الفراغ الهوائي خارج القُصبيات و تلف في الجدار بين السنخي. يتطور تدريجياً و ينتج عنه عوز تنفسي. يعد تدخين السجائر السبب الأساسي للنفخ الرئوي حيث النفخ

طريق تحفيز تصنيع العامل الفاعل بالسطح أو حقن العامل الفاعل بالسطح ذو المصدر الحيواني في الرئتين عن طريق أنبوب. تشير الدراسات الحديثة بأن العامل الفاعل بالسطح له تأثير كمضاد جرثومي و أيضاً يساعد على إزالة الجراثيم الخطرة و الضارة التي تصل إلى الأسناخ. قد ترتشح بروتينات الدم كالفيبرين و غيرها و تشكل غشاء زجاجي يبطن الأسناخ و هذا يعقد الوضع و يجعله أسوأ

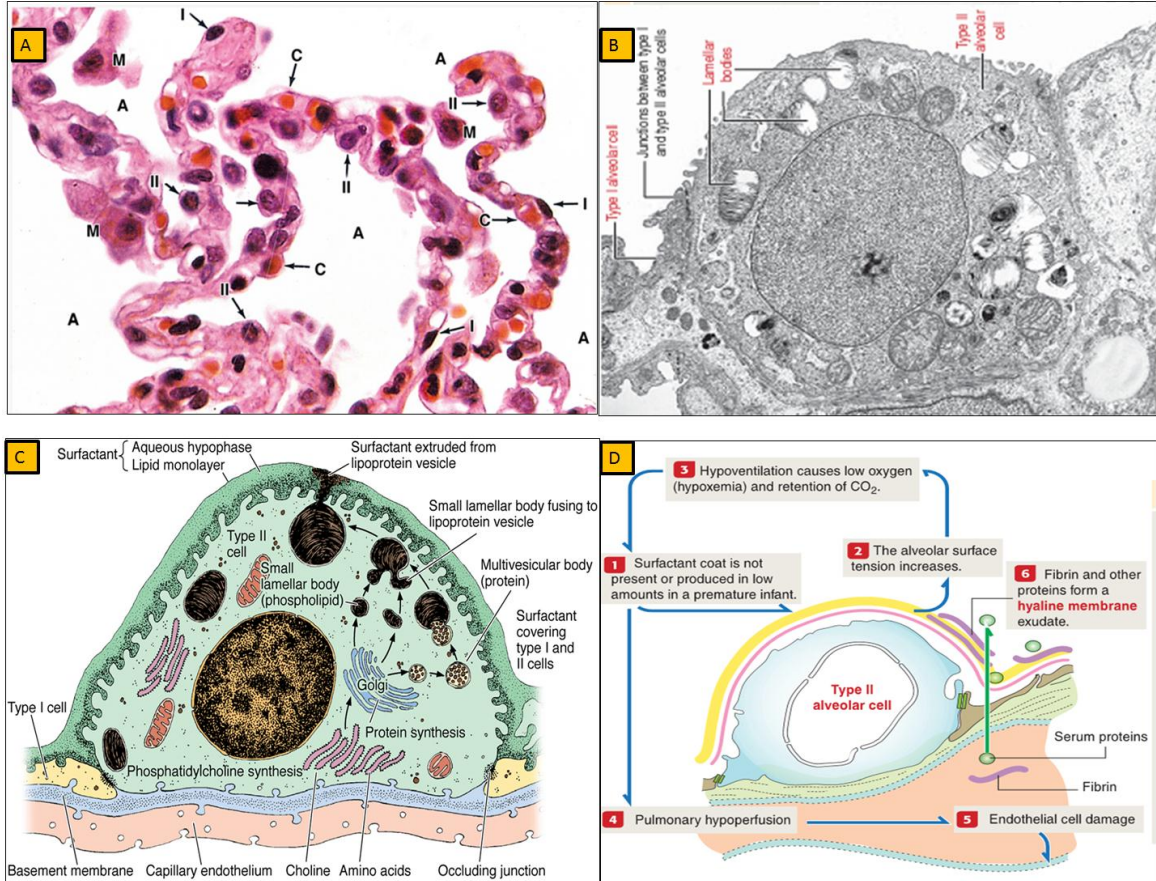
البلاعم السنخية *Alveolar Macrophage*

تدعى أيضاً بالبلاعم السنخية *macrophages Alveolar* أو الخلايا الغبارية *Dust cells* توجد في الحاجز بين السنخي و في الأسناخ (الشكل 17-17 و 18).

- تهاجر عشرات الملايين من وحيدات النواة يومياً من الجملة الوعائية الدموية المجهرية الى النسيج الرئوي،
- تقوم ببلعمة الكريات الحمر المتسرية من الشعيرات الدموية المصابة و المواد الدقائقية المحمولة في الهواء الداخلة إلى الأسناخ. تمر بعض المخلفات التي تبتلعها البلاعم من اللعنة السنخية إلى النسيج الخلالي عبر النشاط الإحتسائي الخلوي للخلايا نمط I .
- تبدو البلاعم النشيطة في الرئة داكنة اللون نتيجة لإحتواءها على الغبار و الكربون من الهواء و معقد الحديد (الهيموسدرين) من الكريات الحمر. يختلف مصير البلاعم الممتلئة بالمواد المبتلعة:
 - a. يهاجر معظمها الى القصببيات حيث تغادر الى الأعلى عبر القشع المخاطي من خلال المصعد المبطنة المخاطي الهدبي لتخلص منها في البلعوم
 - b. يغادر بعضها الآخر الرئة عبر التصريف اللمفاوي
 - c. أما ما تبقى من البلاعم السنخية فإنه يستقر في النسيج الضام في الحاجز بين السنخي لسنوات عديدة.

□ السائل السنخي القصي *Bronchoalveolar fluid*

- يترشح بعض السائل الخلالي في الحاجز بين السنخي الى لمعة السنخ حيث يساهم العامل الفعال بالسطح في منع تجمعها

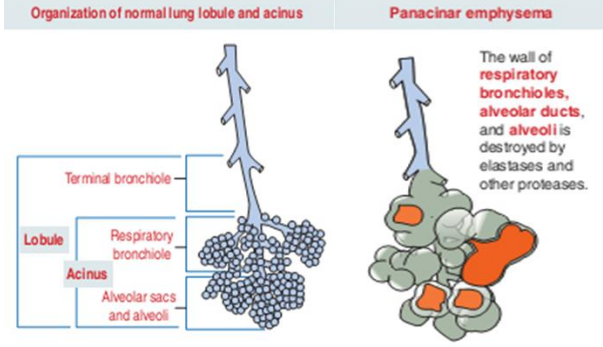


الشكل (17-18) الجدران السنخية. يحتوي الجدار بين السنخي (A) على العديد من أمشاط الخلايا. كما هو مبين في الشكل تحتوي الشعيرات الدموية على كريات حمراء وبيضاء. تبطن الأسناخ بشكل أساسي بخلايا حشرافية نمط I تبطن معظم السطح السنخي يتم من خلالها التبادل الغازي. بينما تبطن الخلايا السنخية نمط II جزء قليل من كل سنخ وهي خلايا كبيرة دائرية الشكل تبرز غالباً في السنخ (II). تمتلك الخلايا السنخية نمط II العديد من وظائف خلايا كلارا بما فيها إنتاج العامل الفعال بالسطح. تتواجد أيضاً بلاعم سنخية (M) تدعى أحياناً الخلايا الغبارية والتي تتوضع في الحاجز بين السنخي أو في الأسناخ. B- البنية الدقيقة للخلايا السنخية نمط II. صورة مجهرية بالجهر الإلكتروني الناقل. يبين خلية سنخية نمط II بارزة في اللمعة تحتوي على الأجسام الصفائحية التي تقوم بتخزين العامل الفعال بالسطح المصنع حديثاً بعد معالجة مكوناتها في الشبكة الخشنة و جهاز غولجي. C- الخلايا السنخية II رسم تخطيطي يظهر عملية إفراز العامل الفعال بالسطح في خلية سنخية نمط II. تحتوي المرزات معقدات بروتينية شحمية تتخلق في البداية في الشبكة الخشنة و جهاز غولجي و يتم معالجتها و تخزينها في عضيات كبيرة الحجم تدعى أجسام صفائحية. يشاهد في الخلايا السنخية نمط II بكثرة أجسام متعددة الحويصلات ناتجة عن فرز مكونات الجسم الداخلي المبكر الناجم عن ادخال خلوي للعامل الفعال بالسطح القديم حيث يعاد تدوير مكوناته في تصنيع عامل فعال بالسطح جديد. يُفرز العامل الفعال بالسطح باستمرار بآلية الإخراج الخلوي و تتشكل مسحة زيتية مكونة من فيلم من جزيئات واحدة من الشحم فوق سائل مائي يحتوي على بروتينات. تتواجد إرتباطات سادة حول هوامش الخلايا الظهارية السنخية تقوم بمنع تسرب السائل النسيجي إلى اللمعة السنخية. D- رسم تخطيطي لآلية تشكل غشاء زجاجي في السطح السنخي عند حديثي الولادة نتيجة قلة أو انعدام إفراز العامل الفعال بالسطح

- تتضمن الدورة الدموية في الرئتين أوعية دموية جهازية و أوعية دموية وظيفية.
- تمثل الشرايين و الأوردة الرئوية الدورة الدموية الوظيفية. يتفرع الشريان الرئوي ضمن الرئة إلى فروع متعددة مصاحبة تفرعات الشجرة القصصية (الشكل 17-11 و 17-12). تحاط هذه الفروع بالغلائل البرانية للقصبات و القصبيات.

المعتدل نادراً ما يشاهد عند غير المدخنين. تؤدي الإثارة الناجمة عن التدخين إلى تجمع البلاعم في لمعة السنخ و تفرز العديد من عوامل الجذب الكيميائية للعدلات و التي بدورها تفرز أنزيم elastase الذي يفك الألياف المرنة حول الأسناخ و في الحاجز بين السنخي (الشكل 17-19)

□ الأوعية الدموية الرئوية Pulmonary blood vessels



الشكل 17-19 يوضح فقدان الألياف في العنبات الرئوية و ترهل الأسناخ الرئوية

□ الجنبية Pleura

- يُغطي السطح الخارجي و الجدار الداخلي للقفص الصدري بغشاء مصلي يدعى الجنبية (الشكل 17-21).
- يدعى الغشاء المتصق بالنسيج الرئوي الجنبية الحشوية Visceral layer بينما يدعى الغشاء المبطن للجدار الصدري الجنبية الجدارية Parietal layer.
- تتواصل كلا الطبقتين في منطقة السرة و كلاهما يتكون من ظهارة متوسطة حرشفية مسطحة بسيطة تستند على طبقة رقيقة من نسيج ضام يحتوي على ألياف كولاغينية و مرنة.
- تتواصل الألياف المرنة الموجودة في الطبقة الحشوية مع الألياف المرنة في متن النسيج الرئوي.
- يطن التجويف الجنبي الضيق (الشكل 17-21) بين الطبقة الجدارية و الحشوية بشكل كامل بظهارة متوسطة تنتج كمية قليلة من سائل مصلي يعمل كمزلق يسهل عملية الإنزلاق الأملس لإحدى السطوح على الآخر أثناء الحركات التنفسية.
- قد يحتوي التجويف الجنبي Pleural cavity على سائل أو هواء في حالات مرضية معينة. عادة ما يكون الغشاء المصلي في التجويف الجنبي نفوذ للماء كما هو في جدران التجويف الصفاقي و التاموري.
- يتجمع السائل الخارج من البلازما الدموية (كالإنبصاف الجنبي) في التجويف الجنبي تحت الظروف المرضية.

تشكل فروع هذا الشريان عند مستوى القناة السنخية شبكة من الشعيرات في الحاجر بين السنخي و في المناطق القريبة من الظهارة السنخية.

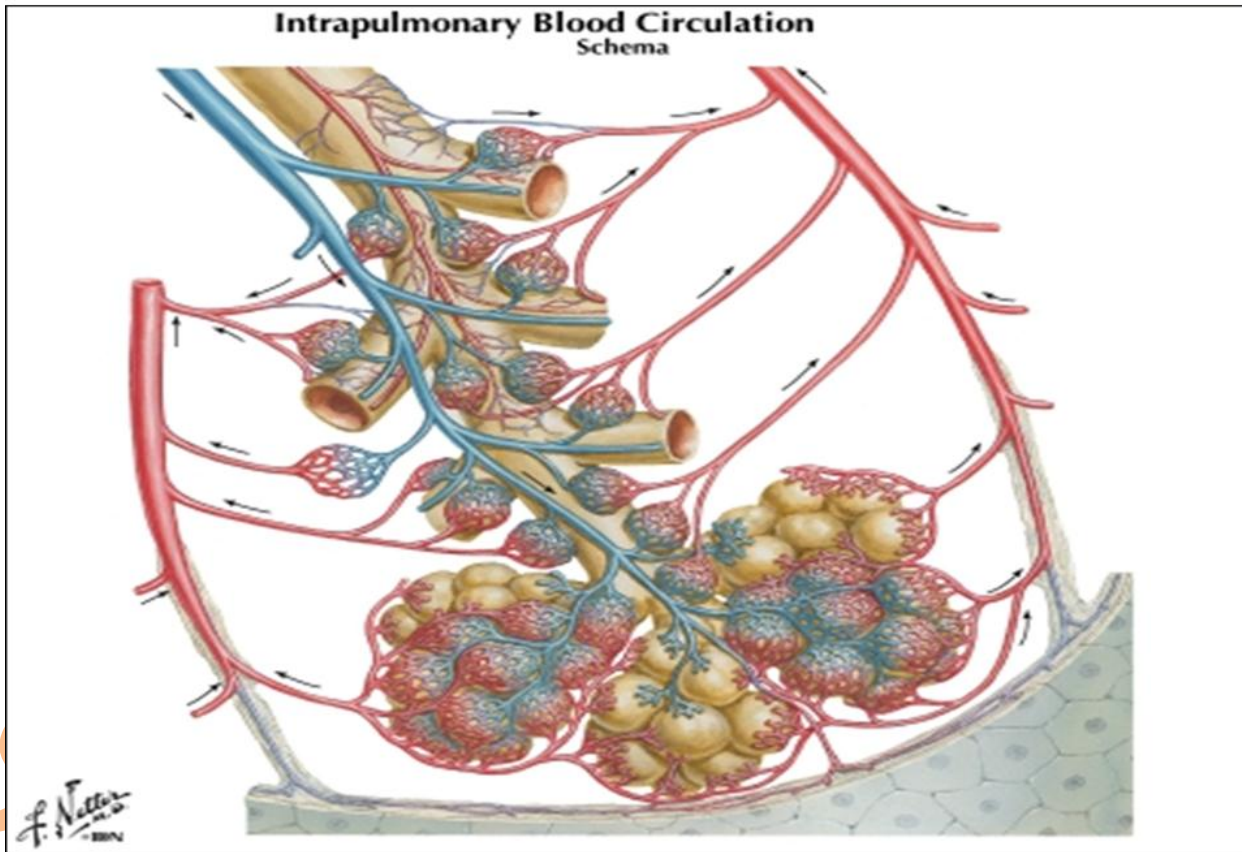
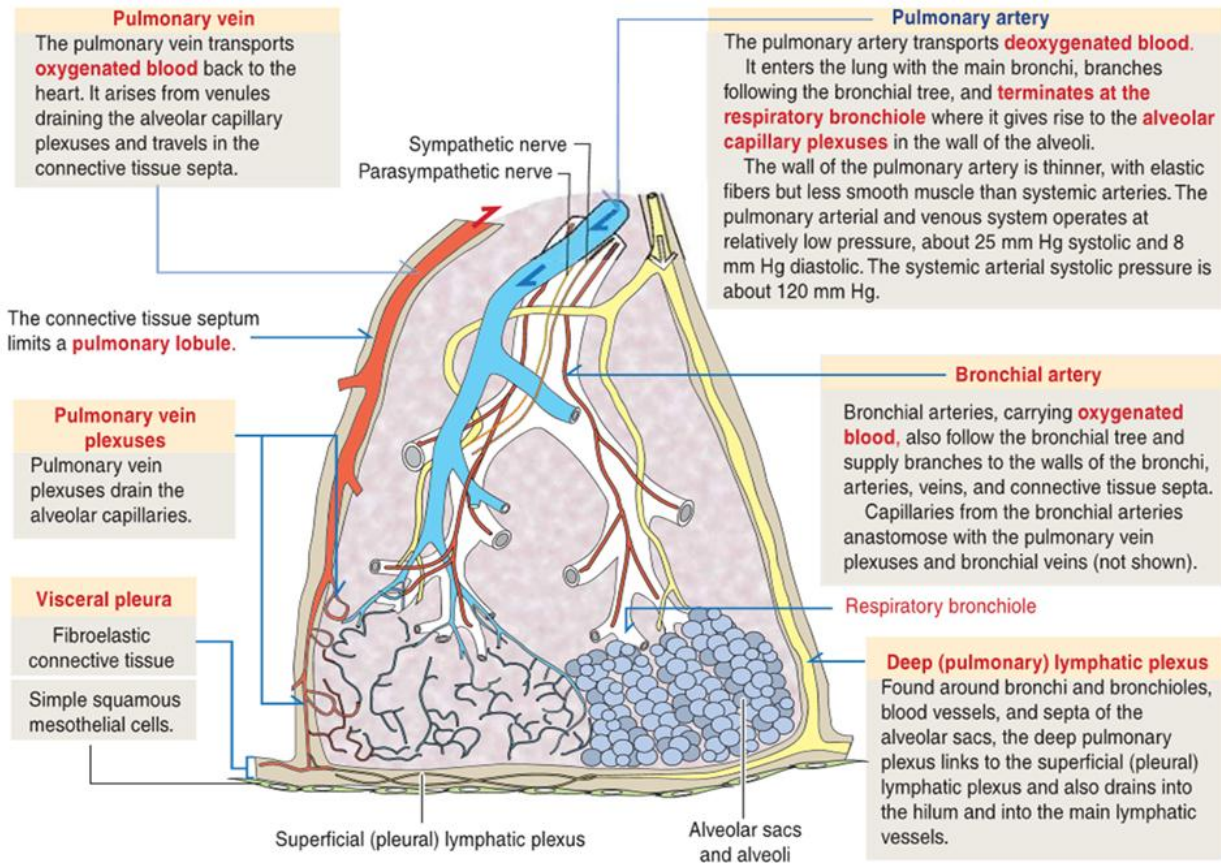
- يتواجد في الرئة شبكة شعيرات متطورة و مميزة في الجسم بين الأسناخ بما فيها الأسناخ المتفرعة عن القصيبات التنفسية. توجد الوريدات الناتجة عن شبكة الشعيرات بمفردها في متن الرئة (الشكل 17-20)، هذه الوريدات مدعومة بغطاء رقيق من نسيج ضام. بعد أن تغادر الأوردة الفصيصة تتابع مسيرها مصاحبة الشجرة القصيبية حتى تصل إلى سرة الرئة.
- الأوعية المغذية (الجهازية) تتابع مسارها مصاحبة الشجرة القصيبية و توزع الدم إلى معظم الرئة حتى القصيبات الرئوية، في هذه المنطقة، تتفاغر مع فروع صغيرة من الشريان الرئوي.

□ الأوعية اللمفاوية الرئوية Pulmonary lymphatic vessels

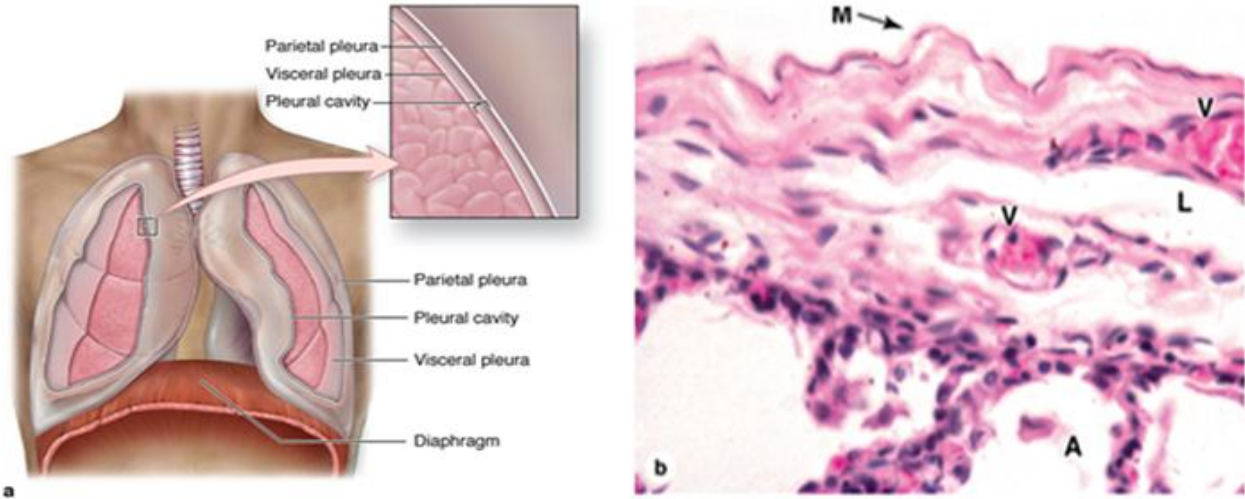
- تنشأ الأوعية اللمفاوية من النسيج الضام في القصيبات و تسير مع القصيبات و القصبات و الأوعية الرئوية و تفرغ محتوياتها في العقد اللمفاوية للسرة.
- تدعى شبكة الأوعية اللمفاوية في الرئة الشبكة العميقة Deep network لتفريقها عن الشبكة السطحية Superficial network التي تتضمن الأوعية اللمفاوية في الجنبية الحشوية، كلاهما ينتهي باتجاه السرة إما أن تجري على كامل طول الجنبية أو أن تخترق نسيج الرئة عن طريق الحاجر بين القصيبات (الشكل 17-20).
- لا تتواجد أوعية لمفاوية في الأجزاء النهائية من الشجرة القصيبية أو ما وراء القنوات السنخية.

□ المدد العصبي

- تتعصب الرئتين بألياف عصبية ودية و نظيرة ودية صادرة و ألياف عصبية حشوية واردة عامة تنقل إحساسات الألم الموضعية. تحيط معظم الأعصاب المتواجدة في النسيج الضام بالممرات الهوائية الكبيرة.



الشكل 17-20 يوضح الدورة الدموية الوظيفية و الأوعية اللمفاوية و المدد العصبي



الشكل (17 - 21) الجنبية. أغشية مصلية (غلالة مصلية) مرافقة للرئتين و لتجويف الصدري. (a) رسم تخطيطي يوضح جنبه جدارية مبطنة للسطح الداخلي للتجويف الصدري و جنبه حشوية تغطي السطح الخارجي للرئة. يتواجد بين الطبقتين فراغ ضيق يدعى التجويف الجنبي. (b) تتشابه البنية النسيجية للجنبه الحشوية و الجدارية و تتكون من ظهارة متوسطة حرشفية بسيطة (M) تستند على طبقة رقيقة من نسيج ضام. تُغطي الجنبه الحشوية الأسناخ (A). تغزر في النسيج الضام ألياف مرنة و كولاجينية و يحتوي على أوعية دموية (V) و لمفاوية (L). تكبير

المنطقة	مميزات أخرى	أنواع الخلايا	الظهارة	الغدد	الدعم
الجزء الناقل خارج الرئة					
الدهلز الأنفي	تحتوي شعيرات	نفس ظهارة بشر الجلد	ظهارة حرشفية مطبقة متقرنة	غدد زهمية و عرقية	غضروف زجاجي
التجويف الأنفي المحارة السفلية و الوسطى	نسيج شبيه بالنسيج الناعظ	خلايا قاعدية و كأسية و مهدبة و صماوية و فرشائية	تنفسية	مخاطية مصلية	غضروف زجاجي + عظم
التجويف الأنفي المحارة العلوية	حوصلات شمعية	خلايا قاعدية و داعمة و شمعية	شمعية	غدد بومان المصلية	عظم
بلعوم أنفي	لوزات بلعموية و نغير اوستاش	خلايا قاعدية و كأسية و مهدبة و صماوية و فرشائية	تنفسية	غدد مصلية مخاطية	عضلات هيكلية
الحنجرة	لسان مزمار و طبقات دهليزية و حبال صوتية	خلايا قاعدية و كأسية و مهدبة و صماوية و فرشائية	تنفسية و مطبقة غير متقرنة	غدد مصلية مخاطية	غضروف مرن و زجاجي
الرغامى و القصبات الأساسية	حلقات غضرفية على شكل حرف C و عضلة الرغامية - الرباط الصوتي - عضلات هيكلية	خلايا قاعدية و كأسية و مهدبة و صماوية و فرشائية	تنفسية	غدد مخاطية و مصلية	غضروف زجاجي و نسيج ضام كثيف غير منتظم
الجزء الناقل داخل الرئة					
قصبات ثانوية	قطع من غضروف زجاجي عضلات ملساء ذات توزيع لولبي	خلايا قاعدية و كأسية و مهدبة و صماوية و فرشائية	تنفسية	غدد مخاطية و مصلية	غضروف زجاجي و عضلات ملساء
قصبات أولية	بقطر أقل من 1 مم تزود القصبيصات بالهواء شريطين من العضلات الملساء بشكل لولبي	خلايا مهدبة و خلايا كلارا - قد توجد خلايا كأسية في الأجزاء الكبيرة	اسطوانية بسيطة إلى مكعبة بسيطة	خالية من الغدد	عضلات ملساء
القصبيصات الإنتهائية	أقل من 0.5 مم بالقطر تزود العنبات بالهواء تحتوي على عضلات ملساء	بعض الخلايا المهدبة و الكثير من خلايا كلارا و لا خلايا كأسية	مكعبة بسيطة	خالية من الغدد	عضلات ملساء
الجزء التنفسي					
القصبيصات التنفسية	تفتح في جدرها اسناخ	خلايا مكعبة مهدبة و خلايا كلارا	خلايا مكعبة إلى خلايا مسطحة	خالية من الغدد	عضلات ملساء و الألياف كولاجينية و شبكية
قنوات سنخية	لا تمتلك جدار يحد ذاتها و لكن حدود بين الأكياس السنخية	خلايا سنخية نمط I و II	ظهارة مسطحة بسيطة رقيقة	خالية من الغدد	ألياف الشبكية و عضلات ملساء تشكل عاصرات في فتحات الأسناخ
الأكياس السنخية	عناقيد من الأسناخ	خلايا سنخية نمط I و II	ظهارة مسطحة بسيطة رقيقة	خالية من الغدد	ألياف شبكية و مرنة
الاسناخ	بقطر 200 ميكرون بلاعم رئوية	خلايا سنخية نمط I و II	ظهارة مسطحة بسيطة رقيقة	خالية من الغدد	ألياف شبكية و مرنة