

بخش مبادله‌ای دستگاه تنفس :

بخش مبادله‌ای، با حضور اجزای کوچکی به نام حبابک مشخص می‌شود. نایژکی را که روی آن حبابک وجود دارد، نایژک مبادله‌ای می‌نامیم.

نایژک مبادله‌ای در انتهای خود به ساختاری شبیه به خوشه انگور ختم می‌شود که از اجتماع حبابک‌ها پدید آمده است. هر یک از این خوشه‌ها را یک کیسه حبابکی می‌نامند.

مخاط مؤکدار در نایژک مبادله‌ای به پایان می‌رسد، بنابراین کیسه‌های حبابکی، ساز و کار دیگری برای مقابله با ناخالصی‌های هوا دارند که آخرین خط دفاع دستگاه تنفسی به شمار می‌رود.

نایژک‌های مبادله‌ای همانند سایر نایژک‌ها، فاقد غضروف می‌باشند و در دارای لایه مخاط مؤکدار و لایه زیرمخاطی و ماده مخاطی است.

نایژک مبادله‌ای جزو بخش مبادله‌ای است و کیسه‌های حبابکی ختم می‌شود. نکته مهم: چون نایژک مبادله‌ای ساختاری همچون سایر نایژک‌ها دارد، پس وا پایش هوای ورودی و خروجی توسط هر دو بخش هادی و مبادله‌ای انجام می‌شود.

قفسه سینه :

۱- قفسه سینه یک محفظه‌ای بسته‌ای است که باید مطالب زیر را درباره‌ی آن بدانیم:

a. بخش جلویی قفسه سینه استخوان جناغ و دنده‌ها قرار گرفته‌اند.

b. بخش پشتی قفسه سینه متشکل از ستون مهره‌ها و دنده‌ها می‌باشد.

نکته: بین دنده‌ها ماهیچه‌های بین دنده‌ای داخلی و خارجی قرار گرفته‌اند.

c. بخش پایینی قفسه سینه به پرده‌ی دیافراگم ختم می‌شود این پرده از جنس ماهیچه می‌باشد و قفسه سینه را از حفره شکمی جدا می‌کند.

نکته: پرده‌ی دیافراگم کامل منحصراً در پستانداران وجود دارد می‌دانید که پرده‌ی سه لایه‌ی مننژ هم فقط در پستانداران هست.

d. بخش بالایی این محفظه‌ی بسته توسط عضلات گردن بسته شده است.

۲- درون محفظه‌ی بسته‌ی سینه شش‌ها (۲ عدد)، قلب (یک عدد)، بخش پیش‌تر نای، همه‌ی قسمت نایژه‌ها (۲ عدد) و غده‌ی تیموس قرار دارد.

نکته: مری از این محفظه عبور کرده و پس از عبور از دیافراگم وارد حفره‌ی شکمی می‌شود و در نهایت به معده ختم می‌گردد.

۳- در این جا می‌خواهیم همه‌ی مواردی که در ۲ گفتیم را به صورت ترکیبی بررسی کنیم:

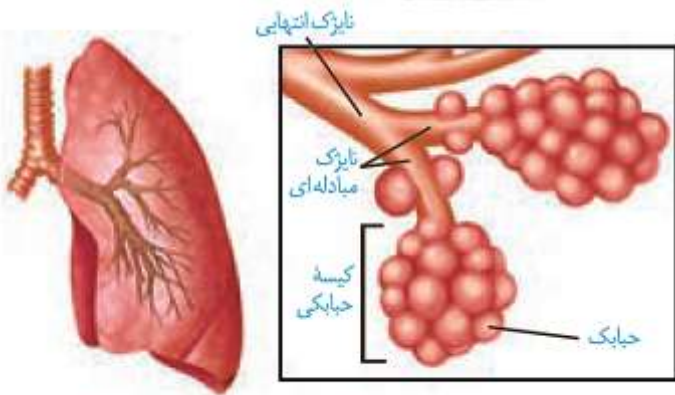
استخوان جناغ، دنده‌ها و ستون مهره در تشکیل محفظه‌ی بسته‌ی قفسه‌ی سینه نقش داشتند درباره‌ی آن‌ها بدانید که :

a. استخوان جناغ و مهره‌ها به ترتیب جزو استخوان‌های پهن و نامنظم می‌باشند. هر دو نوع استخوان در گلبول سازی نقش داشته و برای هورمون اریتروپویتین دارای گیرنده هستند.

b. بخش میانی استخوان‌های مذکور اسفنجی و بخش خارجی آن‌ها از نوع استخوان فشرده (متراکم) می‌باشد.

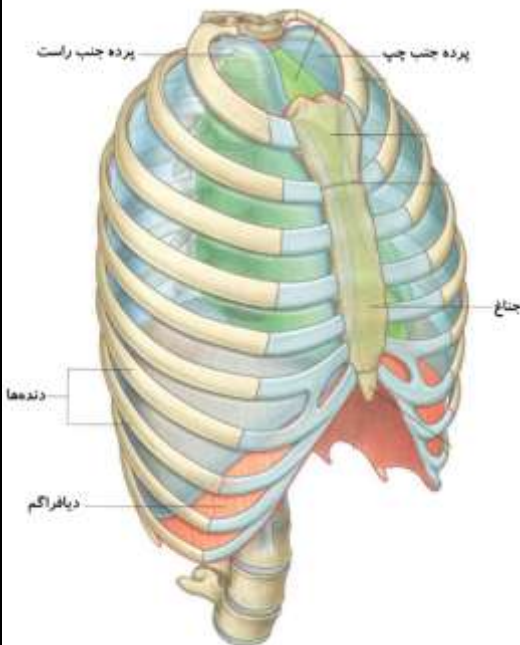
c. بافت‌های استخوانی برای هورمون‌های کلسی‌تونین، غدد پاراتیروئید، کورتیزول و تیروئیدی (T_۳, T_۴) دارای گیرنده هستند.

توجه: درباره‌ی آناتومی استخوان‌های مذکور در زیست یازدهم فصل ۳ مطالبی را آورده ایم. به طور کلی عضلات تنفسی شامل دیافراگم، عضلات بین دنده‌های و عضلات کمکی می‌باشند:

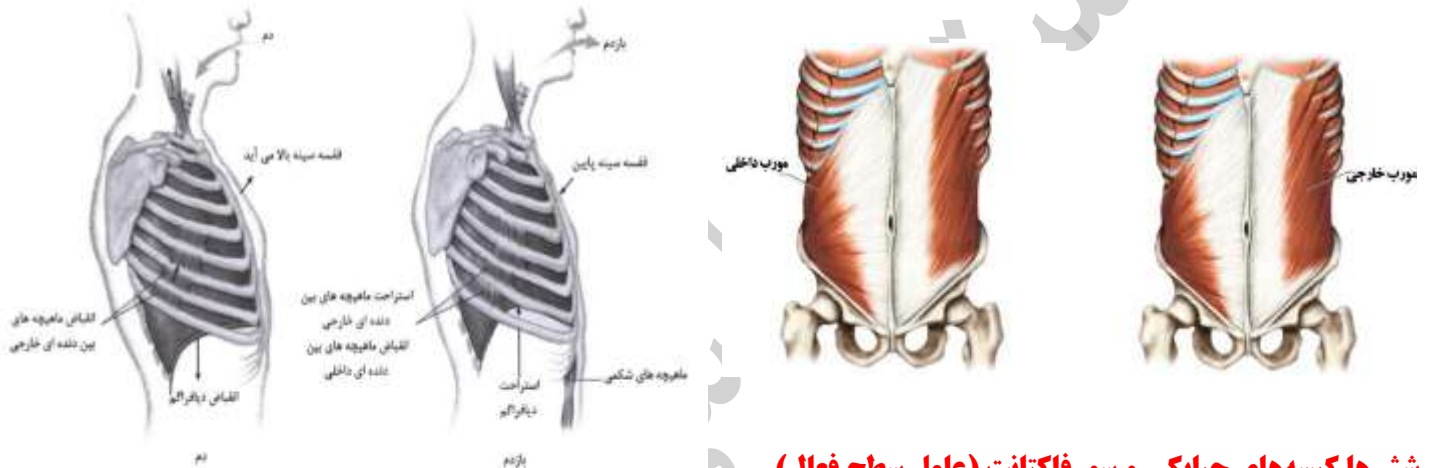


شکل - بخش مبادله‌ای دستگاه

به دام افتادن میکروب‌ها، اثر آنزیم لیزوزیم بر باکتری‌ها، زنش مژک‌ها به سمت حلق، مرطوب شدن هوا در بخش مبادله‌ای همانند بخش هادی دیده می‌شود.



- دیافراگم، عضلات بین دنده‌ای و عضلات کمکی (عضلات شکمی و گردنی) همگی مخطط و ارادی هستند و تحت کنترل دستگاه عصبی پیکری می‌باشند.
 - عضلات تنفسی همگی چون ارادی اند پس دارای خط Z، توالی تیره و روشن، سارکومر، تارچه هستند و سلول‌های آن (تار) چند هسته‌ای می‌باشند که دارای اکتین و میوزین می‌باشند.
 - پرده‌ی دیافراگم حفره‌ی شکمی را از حفره‌ی سینه‌ای جدا می‌کند و بین بخش سینه‌ای و شکمی قرار دارد.
 - منظور از عضلات کمکی عضلات شکمی (راست شکمی، مورب داخلی، مورب خارجی و گردنی) می‌باشد.
- نکته:** ماهیچه‌های موجود در مورد d در تنفس شدید (دم و بازدم عمیق) نقش دارند.
- عضلات تنفسی توانایی تولید و ذخیره‌ی انرژی دارند و برای هورمون‌های انسولین، کورتیزول، اپی‌نفرین و ... دارای گیرنده هستند.
 - سلول‌های ماهیچه‌های تنفسی در طی شرایطی (نبود O_2) طی تخمیر ATP تولید می‌کنند. در این حالت تنها راه تولید ATP گلیکولیز (قندکافت) می‌باشد.
 - حضور یون کلسیم برای انقباض ماهیچه‌ها ضروری است در سلول‌های ماهیچه‌ی تنفسی شبکه‌ی آندوپلاسمی گسترده وجود دارد که اطراف تارچه‌ها احاطه کرده است و کلسیم مورد نیاز برای انقباض را در اختیار می‌دهد.



شش‌ها کیسه‌های حبابکی و سورفاکتانت (عامل سطح فعال)

همه چیز درباره شش‌ها :

- در انسان دو عد شش وجود دارد (یکی سمت راست و دیگری سمت چپ)
 - شش‌ها از جلو با استخوان جناغ و دنده‌ها، از پشت با ستون مهره‌ها و دنده‌ها و از پایین با دیافراگم در ارتباط است.
- نکته:** شش‌ها درون قفسه‌ی بسته‌ی سینه قرار دارند.
- شش‌ها توسط پرده‌ی دو جداره‌ی جنب احاطه شده‌اند. پرده‌ی جنب ارتباط بین دیواره‌ی شش‌ها با جناغ، دنده‌ها، ستون مهره و دیافراگم برقرار می‌کند.
- نکته:** دم و بازدم نتیجه‌ی تبعیت شش‌ها از حرکات قفسه‌ی سینه است.
- سطوح داخلی شش‌ها (نایژک‌های انتهایی) به کیسه‌های حبابکی ختم می‌شود.
- مفهوم:** نایژه پس از ورود به شش، با تقسیم مکرر خود انشعاب‌هایی پدید می‌آورد به نام نایژک. نایژک‌ها دوباره با تقسیم خود نایژک‌های انتهایی را پدید می‌آورند. در نهایت هر نایژکی که بر روی خود چندین حبابک هوایی دارد، نایژک مبادله‌ای محسوب می‌شود.
- شش چپ دارای یک شیار و دو عدد لوب می‌باشد و شش راست نیز از دو شیار و سه لوب تشکیل شده است.
 - به طور کلی شش‌ها تمایل دارند که به روی خود بخوابند. اگر شش‌ها کاملاً به روی خود بخوابند همه‌ی هوای موجود در شش‌ها خارج شده و در شش هیچ هوایی نخواهند ماند.

عنوان	تعداد لوب‌ها	تعداد شیارها	حالت شیار	وجود کیسه هوایی	ارتباط با نایژه و نایژک	ارتباط با سرخرگ و سیاهرگ
شش راست	۳	۲	افقی و مایل	✓	✓	✓
شش چپ	۲	۱	مایل	✓	✓	✓

نکته: در انسان سالم به علت وجود پرده‌ی جنب و فشار منفی آن، هیچ‌گاه شش‌ها نمی‌توانند به طور کامل روی خود بخوابند بنابراین حتی در طی بازدم عمیق

نیز مقدار هوا در شش‌ها باقی خواهد ماند. (هوای باقی مانده)

۸- محل تبادل گازهای تنفسی بین خون و هوا، درون شش‌هاست. بنابراین درون شش‌ها پر از شبکه مویرگ می‌باشد.

۹- انتقال گازهای تنفسی بین شش‌ها و سلول‌های بدن با کمک سیستم دستگاه گردش مواد صورت می‌گیرد.

درباره‌ی کیسه‌های هوایی (حبابک) باید بدانیم:

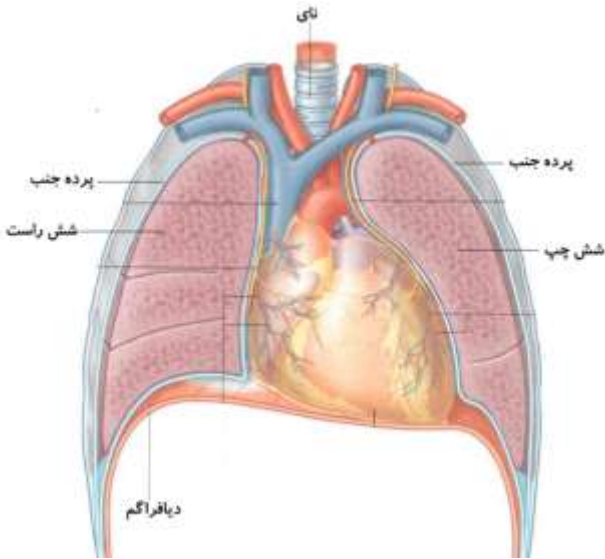
۱- جدار آن از دو یاخته تشکیل شده است :

(a) یاخته نوع (۱) : سلول‌های سنگفرشی ساده (یک لایه) که بیشترین یاخته تشکیل دهنده کیسه حبابکی هستند.

نکته : یاخته‌های نوع (۱) در برخی نقاط با یاخته‌های دیواره مویرگ خونی، یک غشای پایه مشترک دارند.

(b) یاخته نوع (۲) : برخی یاخته‌های دیواره که سورفاکتانت ترشح می‌کنند.

بررسی یاخته‌های نوع اول و دوم در دیواره حبابک :



تفاوت‌ها	وجه مشترک
ترشح سورفاکتانت فقط مختص یاخته نوع (۲) است.	هیچکدام مژک و ترشحات مخاطی ندارند
بیشترین تعداد یاخته در حباب مختص یاخته نوع (۱) است.	هر دو در تماس با مویرگ و هوای تهویه نشده قرار دارند.
فقط یاخته‌های نوع (۱) می‌توانند یک غشای مشترک با یاخته‌های دیواره مویرگ تشکیل دهند.	هر دو بر روی غشای پایه قرار گرفته‌اند
	سطح هر دو را لایه نازکی مایع در بر گرفته است
	هر دو در تماس با هوای باقی مانده، ذخیره دمی و بازدمی و حدود دو سوم هوای جاری قرار دارند و هرگز در تماس با هوای مرده قرار نمی‌گیرند.

۲- بخش خارجی کیسه‌های حبابکی توسط شبکه‌ی مویرگی غنی احاطه شده است.

۳- کیسه‌های حبابکی به نایزک‌های انتهایی متصل اند و جز مجاری تنفسی نیستند.

۴- جدار کیسه‌های هوایی به O_2 , CO_2 , CO و نیکوتین نفوذپذیر است.

۵- در کیسه‌های حبابکی برخلاف مجاری تنفسی، مژک وجود ندارد.

۶- دیواره‌ی کیسه‌های حبابکی شش‌ها انعطاف‌پذیر است هنگامی که هوایی در آن‌ها نیست روی هم می‌خوابند یا جمع می‌شوند (مثل بادکنک).

۷- خون ورودی به شش‌ها (و مویرگ‌های کیسه‌های حبابکی) توسط سرخرگ ششی تأمین می‌شود. (خون تیره و کم اکسیژن)

۸- خون روشن توسط سیاهرگ ششی از شش‌ها (و مویرگ‌های کیسه‌های حبابکی) خارج شده و در نهایت وارد دهلیز چپ قلب می‌شود.

۹- درون کیسه‌های حبابکی ۲ نوع مایع یافت می‌شود:

a. مایعی که سبب ایجاد کشش سطحی می‌شود و کیسه‌های هوایی را مرطوب نگه می‌دارد.

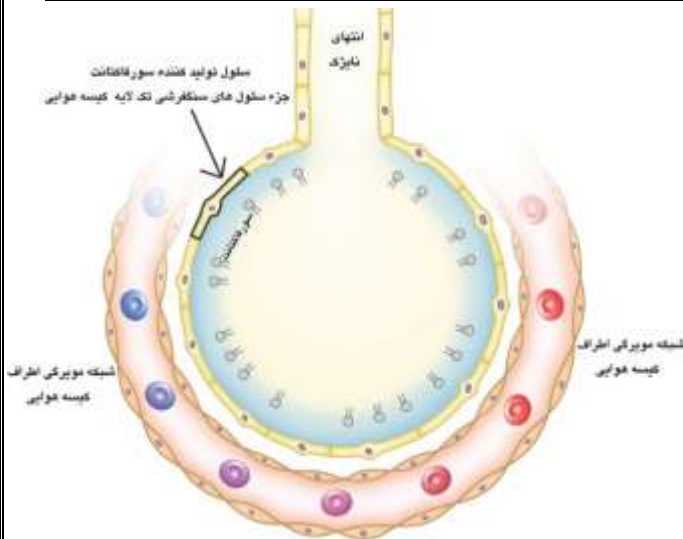
b. سورفاکتانت

✓ همه چیز درباره‌ی سورفاکتانت (عامل سطح فعال) :

- نوعی مایع است که از اواخر دوران جنینی تا پایان عمر توسط برخی (نه همه‌ی!) از سلول‌های پوششی (سنگفرشی ساده) نوع دوم، دیواره‌ی کیسه‌های حبابکی ساخته و ترشح می‌شود.

۲- سورفاکتانت کشش سطحی مایع پوشاننده‌ی سطح داخلی کیسه‌های حبابکی را کاهش می‌دهد.

نکته: مایع پوشاننده‌ی سطح داخلی کیسه‌های حبابکی (که سبب ایجاد کشش سطحی می‌شود) باعث می‌شود که تمایل کیسه‌های حبابکی برای خوابیدن روی یکدیگر افزایش یابد.



۳- سورفاکتانت، باز شدن طبیعی کیسه‌های هوایی را طی دم تسهیل می‌کند.
نکته: سورفاکتانت در **اواخر** دوران جنینی ساخته می‌شود به همین جهت **بعضی** از نوزادان زودرس که مقدار سورفاکتانت در آن‌ها به مقدار کافی ساخته نمی‌شود، به زحمت تنفس می‌کنند. در این افراد حجم هوای جاری کاهش می‌یابد اما مواظب باشید.
 حجم هوای مرده تغییر نمی‌کند و طبیعی است.

✓ همه چیز درباره‌ی درشت‌خوارها (ماکروفاز):

آخرین خط دفاعی در دستگاه تنفس، توسط ماکروفازهای موجود در حبابک‌ها صورت می‌گیرد.

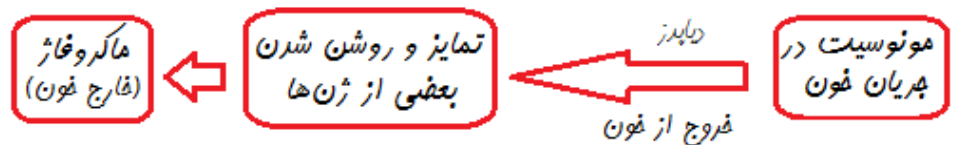
نکته خیلی مهم: درشت‌خوارها نوعی یاخته فاگوسیت‌کننده هستند و جزو یاخته‌های دیواره حبابک محسوب نمی‌شوند.
 باکتری‌ها و ناخالصی‌ها موجود در حبابک‌ها توسط ماکروفازها بلعیده (فاگوسیتوز = بیگانه‌خواری) شده و توسط لیزوزوم‌های درون ماکروفازها هضم می‌شوند.

معروف‌ترین بیگانه‌خوار ماکروفاز (درشت‌خوار) است، هر آنچه که باید راجب ماکروفاز بدانید:

(a) مونوسیت‌ها طی فرآیند دیپدز از منافذ موجود در دیواره مویرگ‌ها (یاخته‌های سنگفرش ساده) عبور کرده (دیپدز) و وارد بافت‌های بدن می‌شوند. پس از خروج مونوسیت‌ها از خون به یاخته‌های درشتی به قطر **۸۰ میکرون** (۱۰ برابر گلبول قرمز) درمی‌آیند. دیگر به این یاخته‌های به این درشتی مونوسیت نمی‌گویند بلکه آن‌ها را **ماکروفاز** می‌نامند.



ماکروفاز (در حال بیگانه‌خواری)



(b) ماکروفازها نمی‌توانند وارد جریان خون شوند و توانایی دیپدز ندارند.

(c) ماکروفازها تعداد زیادی اندامک لیزوزوم دارند و کار اصلی ماکروفازها بیگانه‌خواری ذرات خارجی است.

(d) ماکروفازها، مونوسیت‌ها و نوتروفیل‌ها در بافت‌ها (به جز خون) دارای حرکات آمیبی شکل هستند. و در بافت‌ها پاهای کاذب ایجاد می‌کنند.

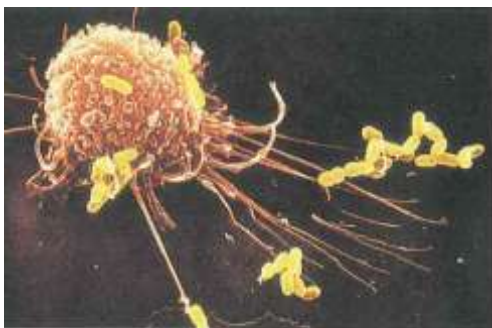
(e) ماکروفازها علاوه بر ذرات خارجی، یاخته‌های خودی مرده مانند نوتروفیل‌ها، گلبول‌های قرمز و ... را فاگوسیتوز می‌کنند.

(f) ماکروفازها با تجزیه هموگلوبین، **بیلی‌روبین** (ماده اصلی رنگی صفرا) تولید می‌کنند.

(g) ماکروفازها درون گره‌های لنفی، لوزه‌ها، طحال، آپاندیس و ... مستقر هستند.

(h) ماکروفازها در حبابک‌های هوایی، باکتری‌ها و ذرات گرد و غباری را که از مخاط مؤکدار گریخته‌اند نابود می‌کنند.

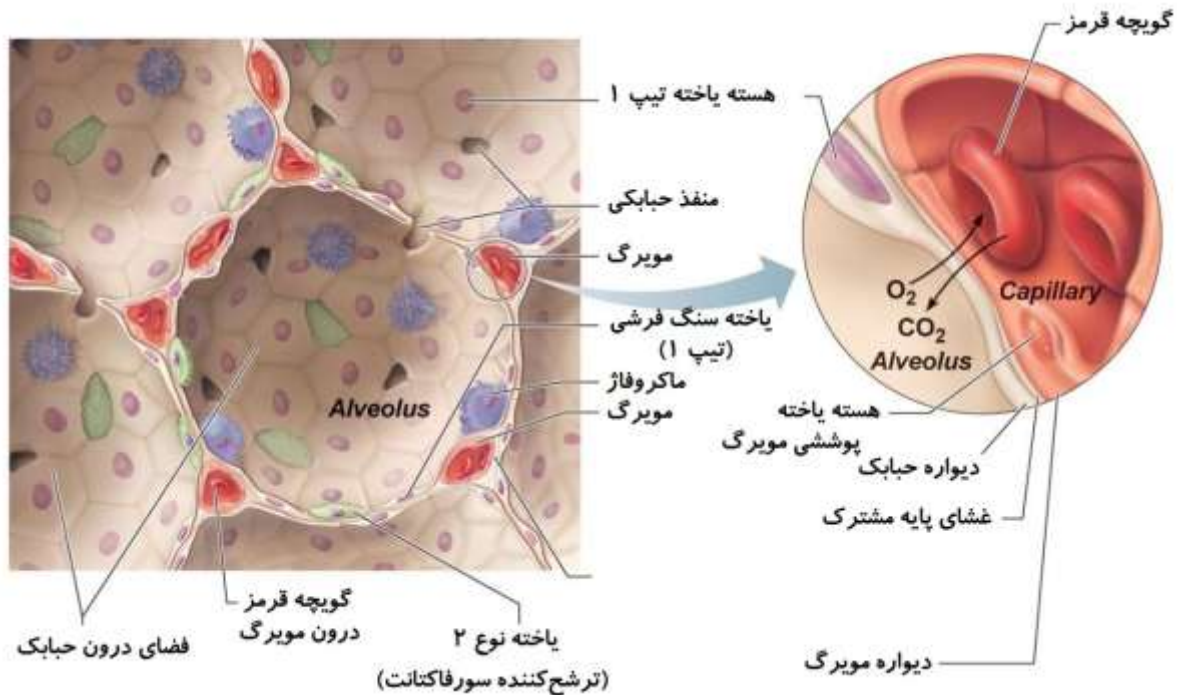
(i) یاخته‌های ماکروفاز در حین التهاب با ترشح مواد شیمیایی به داخل خون، سبب مهاجرت و فراخوانی سایر گویچه‌های سفید از خون به محل التهاب می‌شوند. (به این فرآیند تاکتیک شیمیایی می‌گویند)



ماکروفاز

در ادامه به جمع‌بندی از بخش‌های عملکردی دستگاه تنفس بریم:

نقش	اجزاء	بافت شناسی
(۱) جذب گرد و غبار هوا (۲) عمل فاگوسیتوز توسط درشت‌خوارها مستقر در حبابک (۳) مبادله گازهای تنفسی (نقش اصلی)	نایژک‌های مبادله‌ای حبابک‌های منفرد کیسه‌های هوای حبابکی	در نایژه مبادله‌ای: استوانه‌ای مژک‌دار + ترشحات مخاطی در حبابک: سنگ‌فرشی تک لایه + سورفاکتانت + ماکروفاز
(۱) هدایت هوا (۲) پاکسازی هوای ورودی از ناخالصی‌ها (۳) مرطوب کردن هوا (۴) گرم کردن هوا (۵) نقش ضد میکروبی	بینی (یا دهان) گلو (حلق) و حنجره نای و نایژه اصلی و نایژه فرعی (باریک‌تر) و نایژک و نایژک انتهایی	در ابتدای بینی: پوست نازک (بافت پوششی به همراه مو) سیر مخاط: مخاط مژک‌دار + ترشحات مخاطی



ترکیبی باشیم!

۱- سلول‌های ترشح‌کننده سورفاکتانت (**بعضی** از سلول‌های کیسه‌های حبابکی معروف به سلول‌های نوع دوم)

مانند موارد زیر از نوع سنگ‌فرش ساده هستند:

- سلول‌های دیواره‌های مغز مویری‌های خونی مانند سد خونی- مغزی گلوبومول
- بخش داخلی رگ‌های خونی
- بخش داخلی حفره‌های قلب و سطح دریچه‌های قلب

۲- در موارد زیر فشار منفی وجود دارد:

- فضای بین دو پرده‌ی جنب
- درون شش‌ها در طی دم
- در طی دم در کیسه‌های هوادار عقبی و جلویی پرنندگان