

* هم در هوای دمی و هم در هوای بازدمی، میزان O_2 بسیار بیشتر از میزان CO_2 است.

گفتار ۱ ساز و کار دستگاه تنفس در انسان

* ارسطو تصور می‌کرد هوا از یک نوع گاز سافته شده است.

چرا نفس می‌کشیم؟

ارسطو، معتقد بود که نفس کشیدن باعث خنک شدن قلب می‌شود. او نمی‌دانست که هوا خود مخلوطی از چند نوع گاز است. بنابر این هوای دمی و بازدمی را از نظر ترکیب شیمیایی یکسان می‌دانست، اما آیا واقعاً چنین است؟

مقایسه هوای دمی و بازدمی نشان می‌دهد که این دو هوا با هم متفاوت‌اند. هوای دمی، اکسیژن بیشتری دارد اما در هوای بازدمی، کربن دی‌اکسید نسبت به هوای دمی بیشتر است. بنابراین، اهمیت فرایند تنفس از آنچه که ارسطو می‌پنداشت فراتر است. درک این اهمیت، زمانی ممکن شد که آدمی توانست ارتباط دستگاه تنفس و دستگاه گردش خون را بیابد.

دستگاه گردش خون، خون را از اندام‌های بدن جمع‌آوری می‌کند و به سوی شش‌ها می‌آورد. این خون که به **خون تیره** معروف است اکسیژن کم، اما کربن دی‌اکسید زیادی دارد. در شش‌ها خون، کربن دی‌اکسید را از دست می‌دهد و از هوا اکسیژن می‌گیرد و به **خون روشن** تبدیل می‌شود. خون روشن توسط دستگاه گردش خون به اندام‌ها و باخته‌ها فرستاده می‌شود (شکل ۱). به این ترتیب، همواره به باخته‌های بدن، اکسیژن می‌رسد و کربن دی‌اکسید از آنها دور می‌شود. اما این کار چه ضرورتی دارد؟

در فصل قبل دیدیم که باخته‌ها چگونه مواد مغذی را به دست می‌آورند. انرژی مواد مغذی، مثل گلوکز، باید ابتدا به انرژی ذخیره شده در ATP تبدیل شود. واکنش خلاصه شده این تبدیل، به این صورت است:



در یافته‌های یوکاریوت و در شرایط بهینه هر آنزیم ۳۰ خواهر بود.

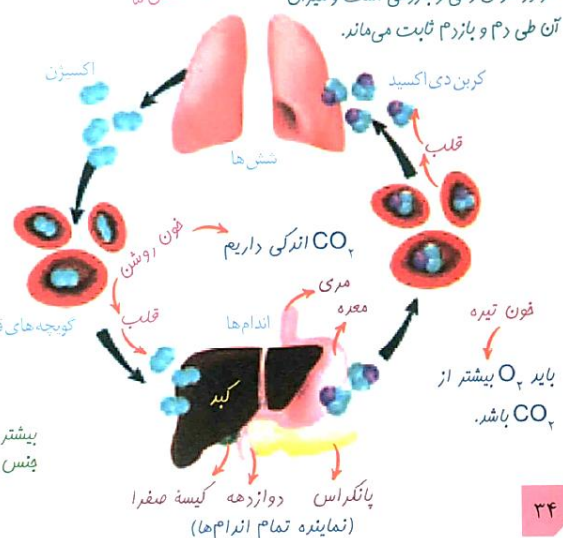
این واکنش که **تنفس یاخته‌ای** نام دارد، علت نیاز به اکسیژن را توجیه می‌کند. اما کربن دی‌اکسید چرا باید دور شود؟ یکی از علل زیان بار بودن کربن دی‌اکسید این است که می‌تواند با آب واکنش داده، کربنیک اسید تولید کند و pH را کاهش دهد. این تغییر pH باعث تغییر ساختار پروتئین‌ها می‌شود که می‌تواند عملکرد پروتئین‌ها را مختل کند. از آنجا که بسیاری از فرایندهای یاخته‌ای را پروتئین‌ها انجام می‌دهند؛ از بین رفتن عملکرد آنها اختلال گسترده‌ای را در کار یاخته‌ها و بافت‌ها ایجاد می‌کند. در واقع، افزایش کربن دی‌اکسید، خطرناک‌تر از کاهش اکسیژن است.



در سیتوپلاسم گویچه‌های قرمز

فقدان اکسیژن فطر تاگ تر از افزایش CO_2 است.

بیشتر آنزیم‌ها از جنس پروتئین‌اند.



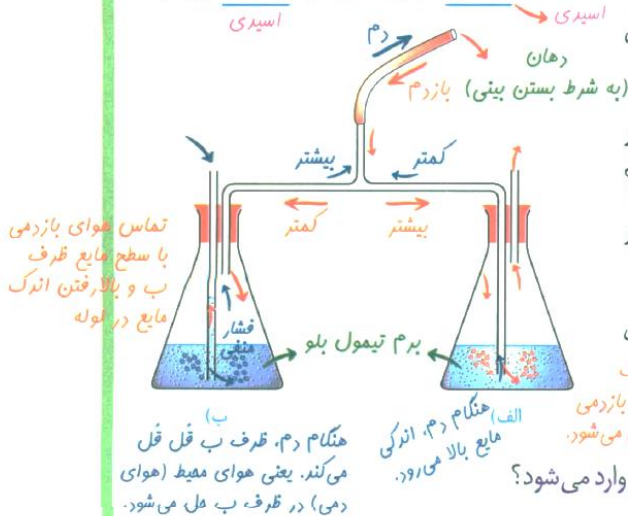
* هوای بازدمی نسبت به هوای دمی، CO_2 بیشتری دارد (معلول ظرف الف زودتر تغییر رنگ می‌دهد؛ یعنی از رنگ آبی به زرد (برم تیمول بلو) و یا از حالت بی‌رنگ به کدر (آب آهک) تغییر می‌کند. چون معلول ظرف الف زودتر اسیدی می‌شود).

فعالیت

آیا هوای دمی با هوای بازدمی متفاوت است؟

پژوهش‌های دانشمندان در ابتدا، وجود سه گاز نیتروژن، اکسیژن و کربن دی اکسید را در هوا نشان داد. در این آزمایش، هوای دمی و بازدمی را از نظر مقدار نسبی کربن دی اکسید بررسی می‌کنیم. اما چگونه می‌توان مقدار کربن دی اکسید را در هوا تشخیص داد؟

برای انجام این آزمایش می‌توان از محلول آب آهک (بی‌رنگ) یا برم تیمول بلو رقیق (آبی رنگ) که معزف کربن دی اکسید هستند استفاده کرد. با دمیدن کربن دی اکسید به درون این محلول‌ها، آب آهک شیری‌رنگ و برم تیمول بلو، زرد رنگ می‌شود.



۱- دستگاه را مطابق شکل سوار کنید. انتهای لوله بلند را درون محلول و انتهای لوله کوتاه را در بالای محلول قرار دهید.

۲- به آرامی از طریق لوله مرکزی، عمل دم و بازدم را انجام دهید. در هنگام دم، در کدام ظرف، حباب هوا مشاهده می‌شود؟ هنگام بازدم چطور؟

۳- دم و بازدم را ادامه دهید تا رنگ معزف در یکی از ظرف‌ها تغییر کند. آن را یادداشت کنید.

۴- چند دقیقه دیگر نیز به دم و بازدم ادامه دهید و تغییرات بعدی رنگ را در هر دو ظرف مشاهده، و یادداشت کنید. هنگام بازدم، ظرف الف قل قل می‌کند و مایع بالا می‌رود.

۵- اکنون به پرسش‌های زیر پاسخ دهید: در مایع ظرف الف قل می‌شود. در مایع ظرف ب قل می‌شود.

الف) چرا هوای دمی، به یک ظرف و هوای بازدمی، به ظرف دیگر وارد می‌شود؟

ب) نخست در کدام ظرف تغییر رنگ مشاهده کردید؟ ظرف الف

پ) آیا معزف در هر دو ظرف سرانجام تغییر رنگ داد؟ این موضوع چه چیزی را برای ما روشن می‌کند؟ CO_2 هوای بازدمی بیشتر از هوای دمی است.

بخش‌های عملکردی دستگاه تنفس

از نظر عملکرد، می‌توان دستگاه تنفس را به دو بخش اصلی به نام‌های بخش هادی و بخش

مبادله‌ای تقسیم کرد.

نایزک‌های مبادله‌ای و هابک‌ها (کیسه‌های فبابکی)

بخش هادی

بخش هادی، از مجاری تنفسی‌ای تشکیل شده است که هوا را به درون و بیرون دستگاه تنفسی

هدایت می‌کنند و آن را از ناخالصی‌ها، مثل میکروب‌های بیماری‌زا و ذرات گرد و غبار، پاک‌سازی و

نیز، گرم و مرطوب می‌کنند تا برای مبادله گازها با خون آماده شود. از بینی تا نایزک انتهایی به بخش

هادی تعلق دارد. مایع مخاطی و بقای آب اندام است.

ابتدای مسیر ورود هوا در بینی، از پوست نازکی پوشیده شده است که موهای آن، مانعی در برابر

ورود ناخالصی‌های هوا ایجاد می‌کند. با پایان یافتن این پوست، مخاط مزک‌دار در بینی آغاز می‌شود

که در سراسر مجاری هادی ادامه پیدا می‌کند. این مخاط، یاخته‌های مزک‌دار فراوان و ترشحات

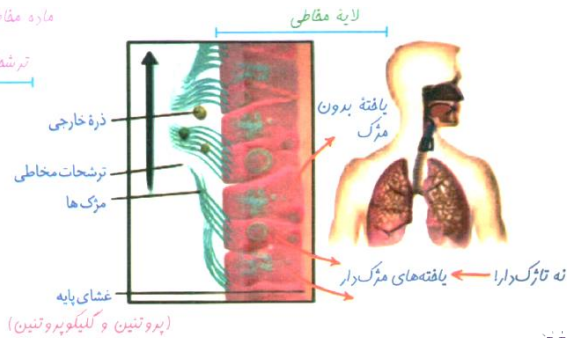
بفش‌هایی از انتهای بینی تا نایزک‌های انتهایی +

نایزک‌های مبادله‌ای (جزو بخش هادی نیست!)

بخش‌های دستگاه تنفسی انسان، گروهی از یافته‌های سنگفرشی به گرم شدن (سراسری-۹۹)



ماده مخاطی (موسین + آب) مثل آنزیم لیزوزیم ترشحات مخاطی دارد. در این ترشحات مواد ضد میکروبی وجود دارد. (شکل ۲).



شکل ۲- در مخاط نای سلول‌های استوانه‌ای مزگ‌دار قرار دارند.

ترشحات مخاطی، ناخالصی‌های هوا را ضمن عبور به دام می‌اندازد. مزگ‌ها با حرکت ضربانی خود، ترشحات مخاطی و ناخالصی‌های به دام افتاده در آن را به سوی حلق می‌رانند. در آنجا یا به دستگاه گوارش وارد شده، شیره معده آنها را نابود می‌کند یا به خارج از بدن هدایت می‌شوند.

ترشحات مخاطی، هوا را مرطوب می‌کنند. مرطوب کردن هوا برای تبادل گازها ضرورت دارد. گازهای تنفسی تنها در صورتی که محلول در آب باشند، می‌توانند بین شش‌ها و خون مبادله شوند.

در بینی، شبکه‌ای وسیع از رگ‌هایی با دیواره نازک وجود دارد که هوا را گرم می‌کند. این شبکه به سطح درونی بینی بسیار نزدیک است، بنابراین آسیب‌پذیری بیشتری دارد و آسان‌تر از دیگر نقاط، دچار خون‌ریزی می‌شود.

هوا با عبور از بینی، دهان، یا هر دو، به حلق وارد می‌شود (شکل ۳). حلق، گذرگاهی ماهیچه‌ای است که هم هوا و هم غذا از آن عبور می‌کند. انتهای حلق به یک دو راهی ختم می‌شود. در این دوراهی، حنجره در جلو و مری در پشت قرار دارد.

حنجره در ابتدای نای واقع است و در تنفس، دو کار مهم انجام می‌دهد.

و مری در پشت قرار دارد.

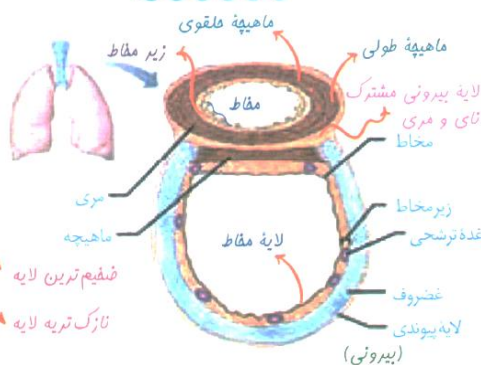
حنجره در ابتدای نای واقع است و در تنفس، دو کار مهم انجام می‌دهد. یکی آنکه دیواره غضروفی آن، مجرای عبور هوا را باز نگه می‌دارد و دیگر آنکه در پوشی به نام **برچاکنای (اپی گلوت)** دارد که مانع ورود غذا به مجرای تنفسی می‌شود.

دیواره نای، حلقه‌های غضروفی شبیه به نعل اسب یا حرف C دارد که مجرای نای را همیشه باز نگه می‌دارند (شکل ۴). دهانه غضروف (دهانه حرف C) به سمت مری قرار دارد. در نتیجه حرکت لقمه‌های بزرگ غذا در مری با مانعی روبه‌رو نمی‌شود. ساختار دیواره نای در شکل ۵ نشان داده شده است.

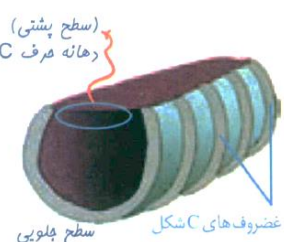
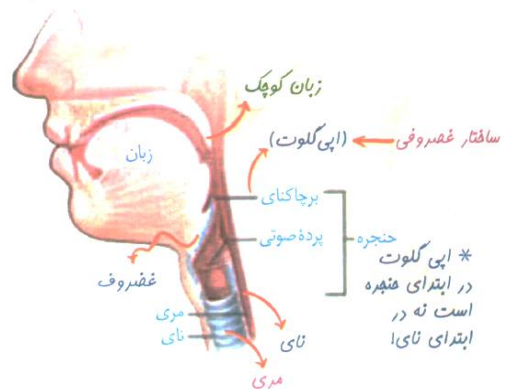
* غدر ترششی دیواره نای از بافت پوششی لایه مخاط منشأ گرفته است ولی در لایه زیر مخاط قرار دارد.

شکل ۵- ساختار بافتی دیواره نای. دیواره نای از بیرون به درون شامل چهار لایه است:

- ۱- پیوندی ← لایه بیرونی
 - ۲- غضروفی ماهیچه‌ای ← صاف
 - ۳- زیر مخاط ← پیوندی
 - ۴- مخاط ← بافت پیوندی سست
- بافت پیوندی سست
غشای پایه
بافت پوششی استوانه‌ای مزگ‌دار



شکل ۳- حلق و حنجره



شکل ۴- حلقه‌های غضروفی نای

در انسان، لایه‌ای از سافتر بافتی دیواره نای که در تماس با لایه مخاط قرار دارد، یافته‌های استوانه‌ای مزگ‌دار ندارد. (سراسری-۹۸)

* نای و بفتی از نایژه‌های اصلی خارج از شش قرار دارند. ۲ عدد
* بخش ابتدایی هر نایژه اصلی بیرون از شش قرار دارد.

* نایژه‌های فرعی و تمامی نایژک‌ها در ساق‌ها قرار دارند.

* هورمون اپی نفرین و نوراپی نفرین موجب افزایش قطر نایژک‌ها می‌شود. (یازدهم فصل ۴)

نای، در انتهای خود، به دو شاخه تقسیم می‌شود و نایژه‌های اصلی را پدید می‌آورد. هر نایژه اصلی به یک شش وارد شده، در آنجا به نایژه‌های باریک‌تر تقسیم می‌شود (شکل ۶). همچنان که از نایژه اصلی به سمت نایژه‌های باریک‌تر پیش می‌رویم، از مقدار غضروف کاسته می‌شود. انشعابی از نایژه که دیگر غضروفی ندارد، نایژک نامیده می‌شود.

به علت نداشتن غضروف، نایژک‌ها می‌توانند تنگ و گشاد شوند. این ویژگی نایژک‌ها به دستگاه تنفس امکان می‌دهد تا بتواند مقدار هوای ورودی یا خروجی را تنظیم کند. آخرین انشعاب نایژک در بخش هادی، نایژک انتهایی نام دارد.

بخش مبادله‌ای

بخش مبادله‌ای، با حضور اجزای کوچکی به نام حیابک مشخص می‌شود (شکل ۷). نایژکی را که روی آن حیابک وجود دارد، نایژک مبادله‌ای می‌نامیم. نایژک مبادله‌ای در انتهای خود به ساختاری شبیه به خوشه انگور ختم می‌شود که از اجتماع حیابک‌ها پدید آمده است. هر یک از این خوشه‌ها را یک کیسه حیابکی می‌نامند.

مخاط مؤک‌دار در طول نایژک مبادله‌ای به پایان می‌رسد، بنابراین در محل حیابک‌ها، این مخاط وجود ندارد.

در نایژک‌ها، گروهی از یاخته‌های دستگاه ایمنی بدن به نام درشت‌خوار (ماکروفاژ) مستقر شده‌اند (شکل ۸).

این یاخته‌ها، باکتری‌ها و ذرات گرد و غباری را که از مخاط مؤک‌دار گریخته‌اند نابود می‌کنند. درشت‌خوارها یاخته‌هایی با ویژگی بیگانه‌خواری و توانایی حرکت‌اند. این یاخته‌ها، نه فقط در کیسه‌های حیابکی شش‌ها، بلکه در دیگر نقاط بدن نیز حضور دارند.

تازها برای انجام تبادل (انتشار) فعال، دیواره‌های مایه‌ای تنفسی هنگام نفس کشیدن، حجم کیسه‌های حیابکی تغییر می‌کند. لایه نازکی از آب، سطحی از حیابک را که در تماس با هواست پوشانده است؛ بنابراین حیابک به علت وجود نیروی کشش سطحی آب، در برابر باز شدن مقاومت می‌کند. ماده‌ای به نام عامل سطح فعال (سورفاکتانت) که از بعضی یاخته‌های حیابک‌ها ترشح می‌شود، با کاهش نیروی کشش سطحی، باز شدن حیابک‌ها را آسان می‌کند (شکل ۹). در بعضی از نوزادانی که زود هنگام به دنیا آمده‌اند، عامل سطح فعال به مقدار کافی ساخته نشده است و بنابراین به زحمت نفس می‌کشند.

به منظور مخلوط شدن کبد، دیواره‌های لوله گوارش، طحال، دیواره‌های مایه‌ای تنفسی هنگام نفس کشیدن، حجم کیسه‌های حیابکی تغییر می‌کند. لایه نازکی از آب، سطحی از حیابک را که در تماس با هواست پوشانده است؛ بنابراین حیابک به علت وجود نیروی کشش سطحی آب، در برابر باز شدن مقاومت می‌کند. ماده‌ای به نام عامل سطح فعال (سورفاکتانت) که از بعضی یاخته‌های حیابک‌ها ترشح می‌شود، با کاهش نیروی کشش سطحی، باز شدن حیابک‌ها را آسان می‌کند (شکل ۹). در بعضی از نوزادانی که زود هنگام به دنیا آمده‌اند، عامل سطح فعال به مقدار کافی ساخته نشده است و بنابراین به زحمت نفس می‌کشند.

به نام عامل سطح فعال (سورفاکتانت) که از بعضی یاخته‌های حیابک‌ها ترشح می‌شود، با کاهش نیروی کشش سطحی، باز شدن حیابک‌ها را آسان می‌کند (شکل ۹). در بعضی از نوزادانی که زود هنگام به دنیا آمده‌اند، عامل سطح فعال به مقدار کافی ساخته نشده است و بنابراین به زحمت نفس می‌کشند.

به نام عامل سطح فعال (سورفاکتانت) که از بعضی یاخته‌های حیابک‌ها ترشح می‌شود، با کاهش نیروی کشش سطحی، باز شدن حیابک‌ها را آسان می‌کند (شکل ۹). در بعضی از نوزادانی که زود هنگام به دنیا آمده‌اند، عامل سطح فعال به مقدار کافی ساخته نشده است و بنابراین به زحمت نفس می‌کشند.

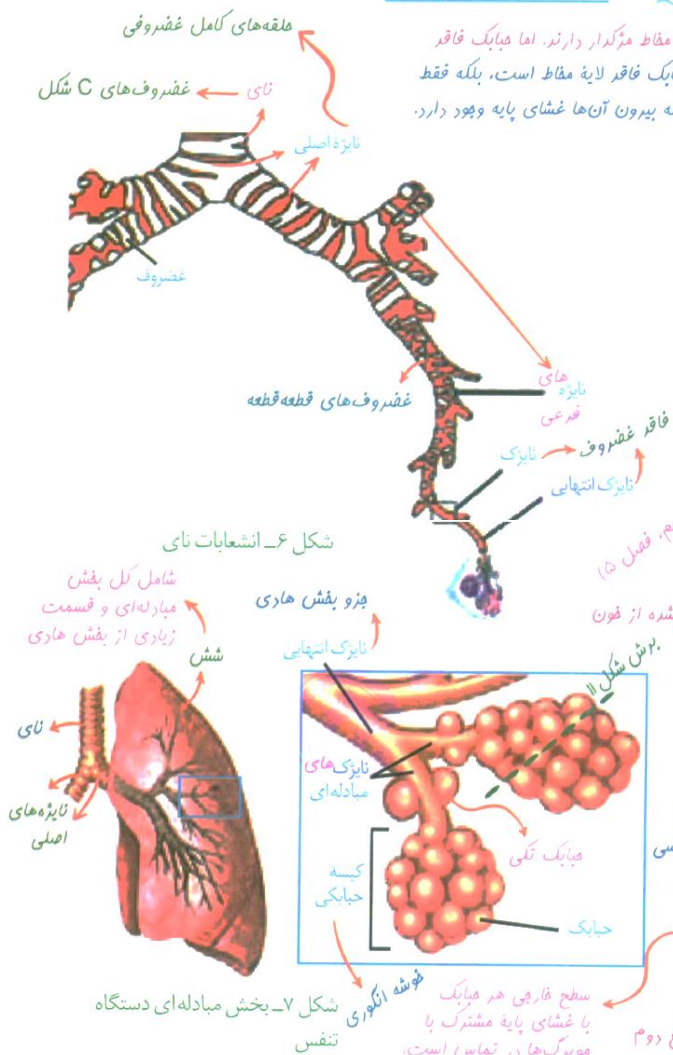
به نام عامل سطح فعال (سورفاکتانت) که از بعضی یاخته‌های حیابک‌ها ترشح می‌شود، با کاهش نیروی کشش سطحی، باز شدن حیابک‌ها را آسان می‌کند (شکل ۹). در بعضی از نوزادانی که زود هنگام به دنیا آمده‌اند، عامل سطح فعال به مقدار کافی ساخته نشده است و بنابراین به زحمت نفس می‌کشند.

به نام عامل سطح فعال (سورفاکتانت) که از بعضی یاخته‌های حیابک‌ها ترشح می‌شود، با کاهش نیروی کشش سطحی، باز شدن حیابک‌ها را آسان می‌کند (شکل ۹). در بعضی از نوزادانی که زود هنگام به دنیا آمده‌اند، عامل سطح فعال به مقدار کافی ساخته نشده است و بنابراین به زحمت نفس می‌کشند.

به نام عامل سطح فعال (سورفاکتانت) که از بعضی یاخته‌های حیابک‌ها ترشح می‌شود، با کاهش نیروی کشش سطحی، باز شدن حیابک‌ها را آسان می‌کند (شکل ۹). در بعضی از نوزادانی که زود هنگام به دنیا آمده‌اند، عامل سطح فعال به مقدار کافی ساخته نشده است و بنابراین به زحمت نفس می‌کشند.

به نام عامل سطح فعال (سورفاکتانت) که از بعضی یاخته‌های حیابک‌ها ترشح می‌شود، با کاهش نیروی کشش سطحی، باز شدن حیابک‌ها را آسان می‌کند (شکل ۹). در بعضی از نوزادانی که زود هنگام به دنیا آمده‌اند، عامل سطح فعال به مقدار کافی ساخته نشده است و بنابراین به زحمت نفس می‌کشند.

به نام عامل سطح فعال (سورفاکتانت) که از بعضی یاخته‌های حیابک‌ها ترشح می‌شود، با کاهش نیروی کشش سطحی، باز شدن حیابک‌ها را آسان می‌کند (شکل ۹). در بعضی از نوزادانی که زود هنگام به دنیا آمده‌اند، عامل سطح فعال به مقدار کافی ساخته نشده است و بنابراین به زحمت نفس می‌کشند.



* حیابک‌ها اندازه‌های متفاوت دارند.
* تعداد نایژک‌های مبادله‌ای با کیسه‌های حیابکی (نه با تعداد حیابک‌ها) برابر است.

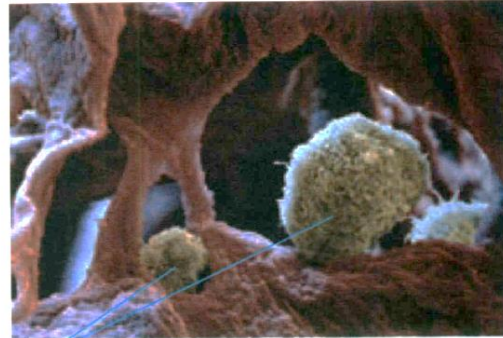
شکل ۷- بخش مبادله‌ای دستگاه تنفس

* سورفاکتانت در اواخر دوران جنینی ساخته و ترشح می‌شود. دیواره نایژک‌های انتهایی انسان، پرغلاف نای فاقد غشای پایه می‌باشد. (سراسری - ۸۷)

اطراف حبابک‌ها را مویرگ‌های خونی فراوان، احاطه کرده‌اند و به این ترتیب، امکان تبادل گازها بین هوا و خون فراهم شده است (شکل ۱۰).

دیواره حبابک از دو نوع یاخته ساخته شده است. نوع اول، سنگ‌فرشی و فراوان‌تر است. نوع دوم، با ظاهری کاملاً متفاوت، به تعداد خیلی کمتر دیده می‌شود و ترشح عامل سطح فعال را بر عهده دارد (شکل ۱۱). درشت‌خوارها را جزء یاخته‌های دیواره حبابک، طبقه‌بندی نمی‌کنند.

برای اینکه اکسیژن و کربن دی اکسید بین هوا و خون مبادله شوند، این مولکول‌ها باید از ضخامت دیواره حبابک‌ها و دیواره مویرگ‌ها عبور کنند. هر دو دیواره، از بافت پوششی سنگ‌فرشی یک لایه ساخته شده‌اند که بسیار نازک است. در جاهای متعدد، بافت پوششی حبابک و مویرگ هر دو غشای پایه مشترک دارند؛ در نتیجه مسافت انتشار گازها به حداقل ممکن رسیده است (شکل ۱۱).



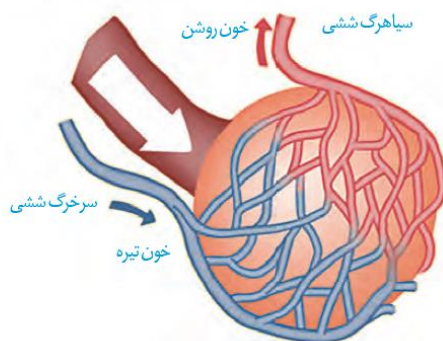
یاخته‌های درشت‌خوار
(ماکروفازهای درون حبابک)

شکل ۸- یاخته‌های درشت‌خوار در حبابک‌ها

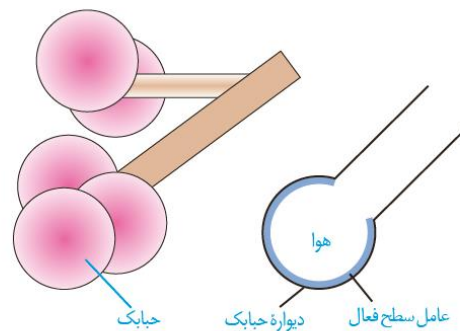
فاصله‌های تمایز مونسیت خارج‌شده از خون

در انسان بافت پوششی حبابک‌ها با گلوپرون (کلاژن) مشابه است. (سراسری-۸۸)

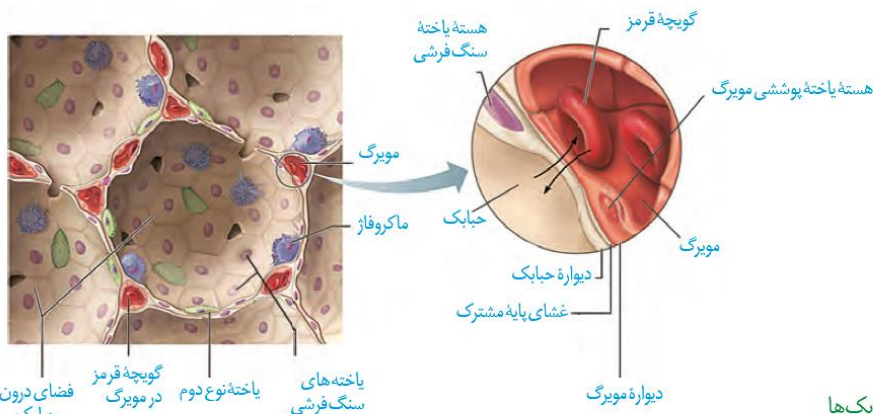
در انسان حبابک‌ها، سلول‌های مژک‌دار ندارد. (سراسری-۸۷)



شکل ۱۰- مویرگ‌های خونی فراوان، اطراف حبابک‌ها را احاطه کرده‌اند.



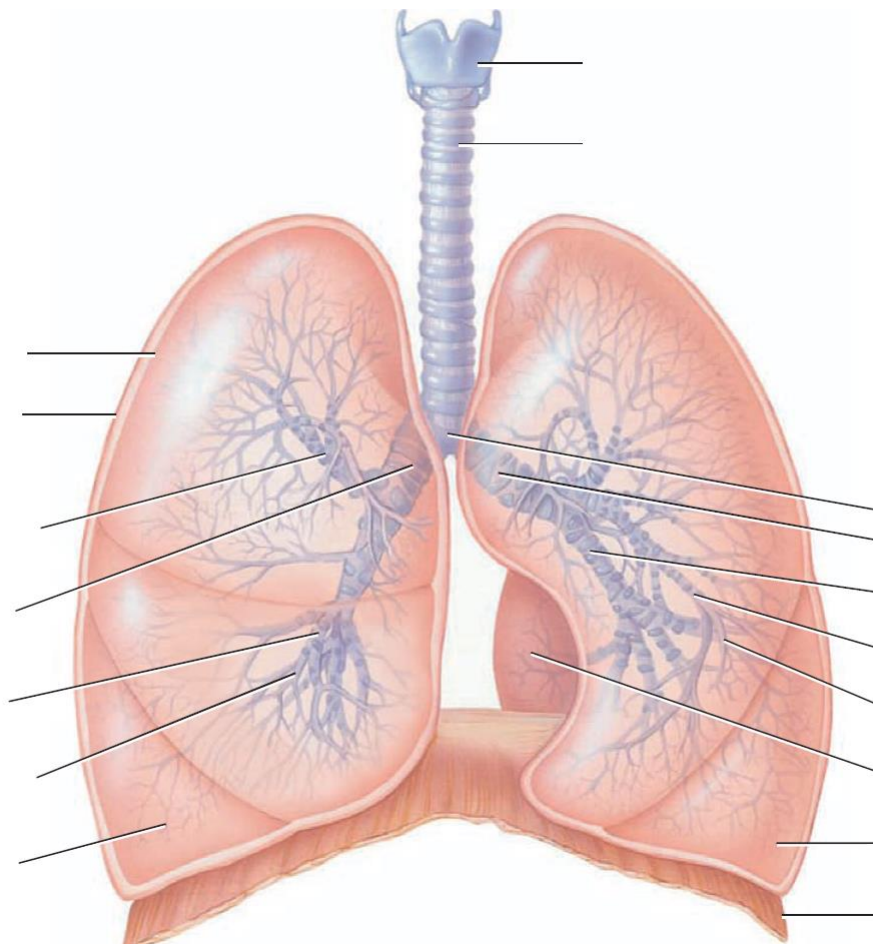
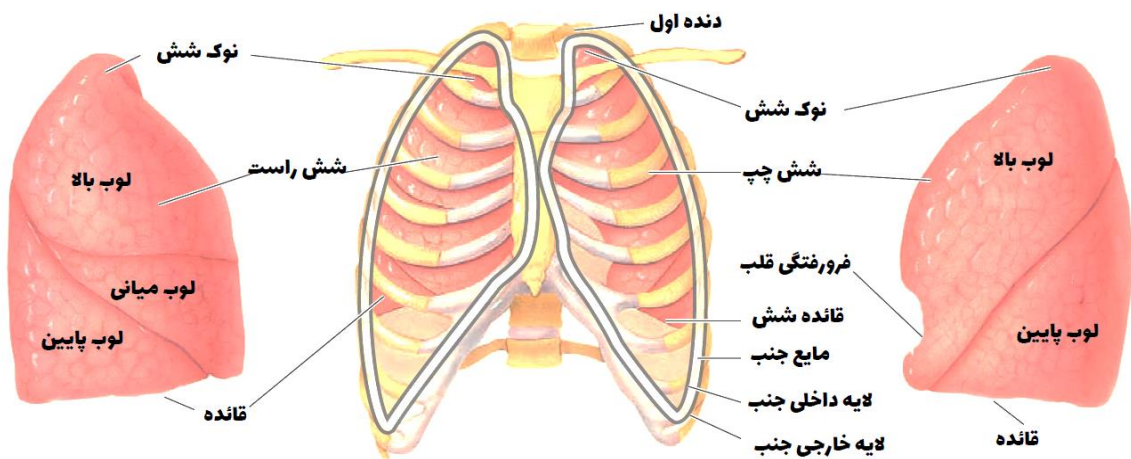
شکل ۹- عامل سطح فعال در سطحی که مجاور هواست ترشح می‌شود.



شکل ۱۱- ساختار حبابک‌ها

شکل‌های مهم

شکل



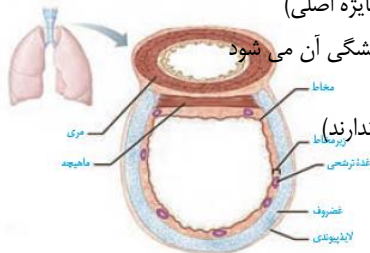
نقش	اجزا	بافت
بخش مبادله ای	۱. جذب گرد و غبار هوا ۲. عمل فاگوسیتوز توسط درشت‌خوارها مستقر در حبابک ۳. مبادله گازهای تنفسی (نقش اصلی)	نایژه مبادله ای - حبابک های منفرد-کیسه های حبابکی
بخش هادی	۱. هدایت هوا ۲. پاکسازی هوای ورودی از ناخالصی‌ها ۳. مرطوب کردن هوا ۴. گرم کردن هوا ۵. نقش ضد میکروبی	بینی (یاددهان)+گلو(حلق)+حنجره+نای + نایژه اصلی+نایژه فرعی+نایژک انتهایی
		ابتدای بینی: پوست نازک(بافت پوششی به همراه مو) سایر نقاط: مخاط مزکدار

مقایسه نای و نایژه و نایژک

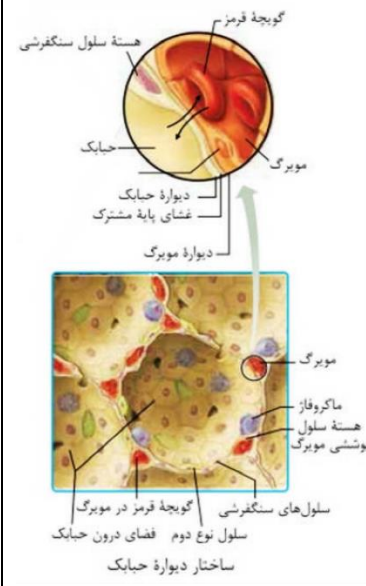
	نای	نایژه		نایژک	
		اصلی	انشعابات باریک تر	اولین نایژک تا نایژک انتهایی	نایژک مبادله ای
تعداد	1	2	زیاد	بسیار زیاد	بسیار زیاد
حلقه غضروفی	C شکل دارد	کامل	قطعه قطعه	ندارد	ندارد
توانایی تنگ یا گشاد شدن	ندارد	ندارد	ندارد	دارد	دارد
نوع بخش دستگاه تنفسی	هادی	هادی	هادی	هادی	مبادله ای
مخاط مزکدار	دارد	دارد	دارد	دارد	دارد

بخش هادی دستگاه تنفس رو با هم یک جمع بندی بکنیم :

ویژگی ها		
ورود هوا به مجاری تنفسی	بینی	بافت شناسی : در ابتدا پوست نازک + مو (فاقد مژک) + در انتها مخاط مژکدار نقش در تنفس: مجرای بینی : هدایت هوا به گلو (نقش اصلی) مو های بینی : جلوگیری از ورود ناخالصی ها هوا مخاط مژکدار: جلوگیری از ورود ناخالصی های هوا + مرطوب کردن هوای دمی (جاری) نکته: شبکه ی وسیعی از رگ های خونی با دیواره نازک در بینی وجود دارد که نقش اصلی آن گرم کردن هوای ورودی
دهان		نقش: گاهی از راه دهان نفس می کشیم
گلو		نوعی گذرگاه ماهیچه ای است و یک چهار راه است که دهان و بینی ونای و مری را به هم متصل می کند و دارای لایه ی مخاطی است (هم غذا و هم هوا از گلو عبور می کند) در ابتدای آن یک دو راهی و در انتهای آن یک دو راهی دیگر وجود دارد : دوراهی ابتدایی دهان و بینی را متصل می کند و دوراهی دوم حنجره (نای) و مری را متصل می کند
حنجره		بخش ابتدایی نای محسوب می شود و در بالای آن اپی گلوت (برچاکنای) واقع شده است نکته: حنجره محل قرار گیری تار های صوتی است که توسط هوای بازدمی به ارتعاش در می آید (تولید صدا) نکته: تار های صوتی ناشی از چین خوردگی مخاط به سمت داخل است
نای		در بخش انتهایی خود درون قفسه سینه است و به دو شاخه تقسیم می شود (ایجاد نایژه اصلی) نکته: حلقه های غضروفی C شکل در سراسر نای وجود دارد و باعث باز ماندن همیشگی آن می شود ساختار دیواره ی نای : ۱. لایه مخاطی : از بافت استوانه ای مژکدار تشکیل شده (برخی از سلول ها مژک ندارند) ۲. لایه زیر مخاطی : شامل غدد ترشحاتی و رگ ها و اعصاب است ۳. لایه غضروفی- ماهیچه ای: سبب باز ماندن نای می شود ۴. لایه پیوندی: بیرونی ترین لایه
نایژه اصلی		هر یک از نایژه های اصلی وارد یک شش می شود و هر نایژه اصلی به نایژه های فرعی تقسیم می شود نکته: غضروف در نایژه ها مثل نای به شکل C نیست
نایژه فرعی		با هر بار تقسیم ، قطر و میزان غضروف در دیواره کاهش می یابد آخرین انشعابات که فاقد غضروف می باشند ، تشکیل نایژک می دهند
نایژک		فاقد غضروف هستند و توانایی تنگ و گشاد شدن را دارند تا میزان هوای ورودی و خروجی را کنترل کنند نکته: آخرین انشعابات نایژک ها در بخش هادی ، نایژک انتهایی نام دارد نکته: نایژک های مبادله ای جز بخش هادی محسوب نمی شوند



بررسی فضای درون حبابک

تصویر	ویژگی‌ها	یاخته‌های موجود در حبابک
	سنگفرشی تک لایه هستند - بیشترین تعداد را در حبابک دارند - هسته گرد در وسط یاخته دارند - برای مبادله گاز ها ، گاز ها باید از ضخامت دیواره حبابک و مویرگ های خونی (دولایه ی سنگفرشی یک لایه) عبور کنند . نکته: در جا های متعددی بافت پوششی حبابک و مویرگ های خونی اطراف حبابک ، از یک غشای پایه ی مشترک استفاده می کنند تا مسافت انتشار گاز ها کم شود	یاخته نوع اول
	ترشح سورفاکتانت (عامل سطح فعال) را بر عهده دارند - ظاهری متفاوت با یاخته نوع اول دارند و سنگفرشی نیستند - تعداد کمتر و اندازه کوچکتری نسبت به یاخته نوع اول دارند -	یاخته نوع دوم
	از بیگانه خوار های دستگاه ایمنی هستند - در دومین خط دفاعی بدن نقش دارند - توانایی حرکت دارند -	درشت خوار

