



فصل ۳

تبادلات گازی

نفس کشیدن، یکی از ویژگی های آشکار در **بسیاری** از جانوران است در ذهن بسیاری از ما، نفس کشیدن به معنای زنده بودن است . برای تشخیص اینکه آیا فردی زنده است یا نه، غالباً نگاه می کنیم که آیا نفس می کشد یا خیر . به نظر می رسد این فرایند، کاری حیاتی را برای ما انجام می دهد فرایند جذب و استفاده از انرژی وابسته به وجود **اکسیژن** و **تنفس** می باشد

گفتار ۱ ساز و کار دستگاه تنفس در انسان

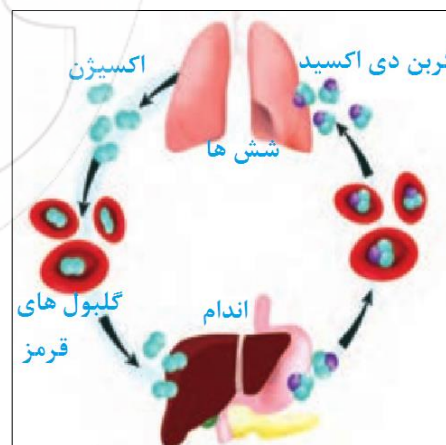
چرا نفس می کشیم؟

ارسطو، معتقد بود که نفس کشیدن باعث **خنک شدن قلب** می شود . او نمی دانست که هوا مخلوطی از چند نوع گاز است . بنابر این هوای دمی و بازدمی را از نظر ترکیب شیمیایی یکسان می دانست .

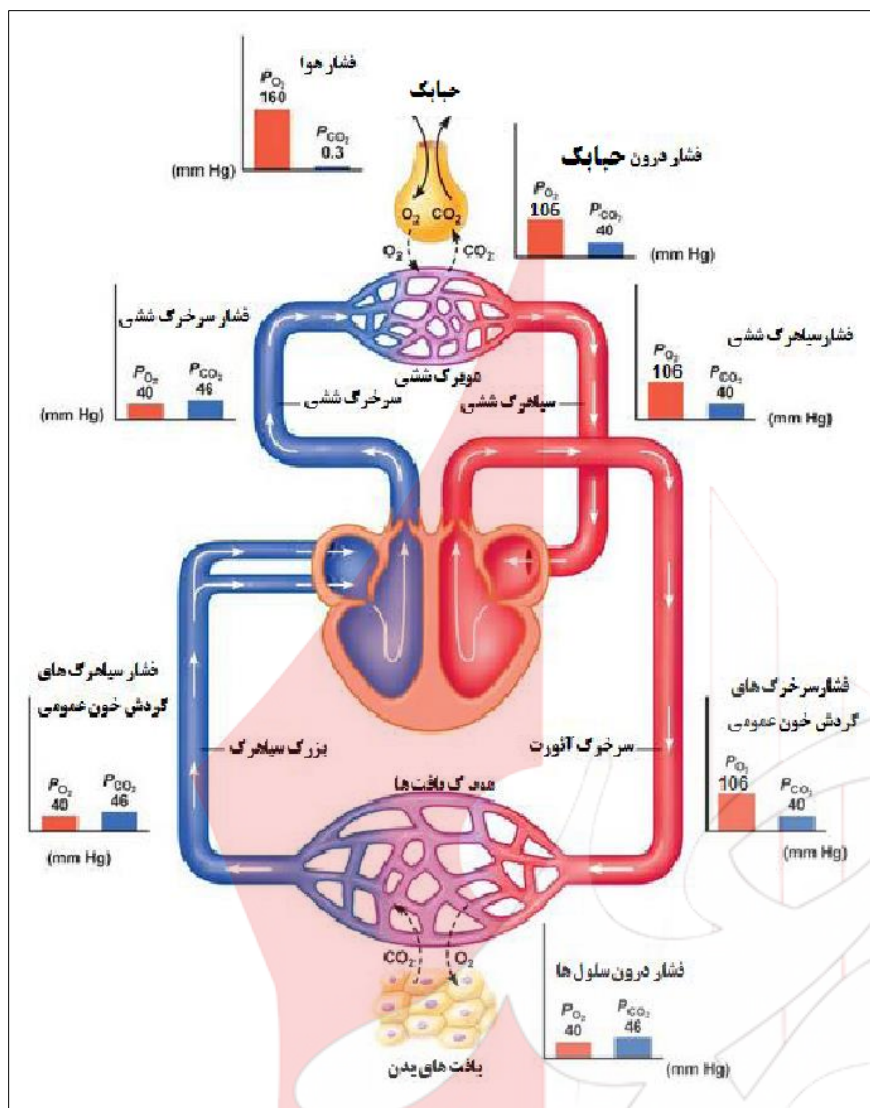
مقایسه هوای دمی و بازدمی نشان می دهد که این دو هوا با هم متفاوت اند . **هوای دمی**، اکسیژن بیشتری دارد اما در **هوای بازدمی**، کربن دی اکسید نسبت به هوای دمی بیشتر است . بنابر این، اهمیت فرایند تنفس از آنچه که ارسطو می پنداشت فراتر است . درک این اهمیت، زمانی ممکن شد که آدمی توانست ارتباط دستگاه تنفس و دستگاه گردش خون را بیابد . دستگاه گردش خون، خون را از اندام های بدن جمع آوری می کند و به سوی **شش ها** می آورد . این خون که به **خون تیره** معروف است **اکسیژن کم**، اما **کربن دی اکسید** زیادی دارد . در شش ها خون، کربن دی اکسید را از دست می دهد و از هوا اکسیژن می گیرد و به **خون روشن** تبدیل می شود . خون روشن توسط دستگاه گردش خون به اندام ها و یاخته ها فرستاده می شود . به این ترتیب، همواره به یاخته های بدن، **اکسیژن** می رسد و کربن دی اکسید از آنها دور می شود .

اکسیژن	کربن دی اکسید	شش ها	اندام ها و یاخته های بدن
بیشتر	کمتر	ورود	تامین اکسیژن
کمتر	بیشتر	خروج	دور کردن کربن دی اکسید
بیشتر	کمتر	دور	ارسال
کمتر	بیشتر	ارسال	دور

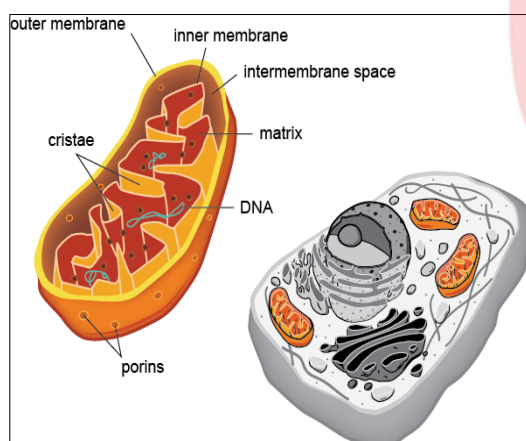
شش های ما از دو لب تشکیل شده اند که گلبول های قرمز بافت خون که پروتئین هموگلوبین آنها حاوی کربن دی اکسید از اندام های بدن به آنها وارد می شود امکان تبادل کربن دی اکسید و اکسیژن با محیط اتمسفر در آنها وجود دارد پس از تبادل گاز های تنفسی گلبول های قرمزی که اکسیژن بیشتری در خود دارند به سمت اندام های بدن می روند . در اندام تنفس یاخته ای باعث می شود کربن دی اکسید تولید گردد . کربن دی اکسید به دلیل افزایش غلظت به گلبول های قرمز متصل می شوند و بار های بار این چرخه تکرار می شود



یاخته های بدن گازهای تنفسی را با خون مبادله می کنند و خون در شش ها این گاز ها را با هوا مبادله می نماید



میتوکندری



اندامکی است با دو عدد غشاء که انرژی شیمیایی را از شکلی به شکل دیگر تبدیل می کند و تنفس سلولی را به عهده دارد. میتوکندری دارای دو فضا بوده و در تولید ATP نقش دارد. اجزاء میتوکندری :

- ۱- غشاء بیرونی که صاف است. غشاء درونی که چین خورده است و تشکیل کریستا می دهد
- ۲- کریستاها موجب افزایش سطح غشاء درونی و نیز باعث افزایش توانایی تولید ATP می شوند.

۳- در غشاء درونی پروتئین های تولید کننده ATP وجود دارند.

۴- ماتریکس (ماده زمینه): حاوی DNA، RNA و ریبوزوم است.

۵- باکتری ها فاقد میتوکندری هستند و آنزیم های تولید کننده ی ATP در غشای سیتوپلاسمی آن ها قرار دارد.



۶- میتوکندری و کلروپلاست که DNA حلقوی دارند در مرحله ی G_2 اینترفاز همانندسازی می کنند که همانند سازی DNA آن ها مستقل از همانند سازی DNA هسته است.

تست- میتوکندری اندامکی است که فرآیند در آن اتفاق می افتد

- (۱) ذخیره ی آنزیم (۲) تنظیم اعمال یاخته (۳) تولید انرژی (۴) انتقال مواد

انرژی مواد مغذی، مثل گلوکز، باید ابتدا به انرژی نهفته در ATP تبدیل شود. واکنش خلاصه شده این تبدیل، به این صورت است:



این واکنش که تنفس یاخته ای نام دارد، علت نیاز به اکسیژن را توجیه می کند. یکی از علل زیان بار بودن کربن دی اکسید این است که می تواند با آب واکنش داده، کربنیک اسید تولید کند و pH را کاهش دهد. این تغییر pH باعث تغییر ساختار پروتئین ها می شود که می تواند عملکرد پروتئین ها را مختل کند. از آنجا که بسیاری از فرایندهای یاخته ای را پروتئین ها انجام می دهند؛ از بین رفتن عملکرد آنها اختلال گسترده ای را در کار یاخته ها و بافت ها ایجاد می کند.

افزایش کربن دی اکسید، خطرناک تر از کاهش اکسیژن است.

تست- یاخته ها انرژی مورد نیاز خود را مستقیماً از کدام مولکول تأمین می کنند؟

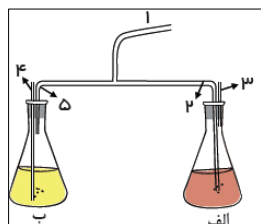
- (۱) منوساکارید (۲) آدنوزین تری فسفات (۳) تری گلیسرید (۴) اسید آمینه

تست- در مورد انسان کدام نادرست است؟

- (۱) بزاق به شکل انعکاسی با فعالیت اعصاب پاد هم حس و هم حس، ترشح می شود.
- (۲) در هنگام بلع، مرکز تنفس در بصل النخاع، تنفس را برای زمانی کوتاه متوقف می کند.
- (۳) هموگلوبین در انتقال درصد کربن دی اکسید در بدن نقش دارد.
- (۴) نیاز یاخته های بدن به اکسیژن، محرک مهم تری نسبت به دفع کربن دی اکسید برای نفس کشیدن به شمار می رود.

تست- کدام مورد نادرست است؟

- (۱) افزایش میزان تنفس یاخته ای سبب افزایش pH محیط داخلی بدن می شود.
- (۲) بخش هادی دستگاه تنفس انسان، هوا را از ناخالصی ها پاک می کند.
- (۳) سراسر بخش هادی دستگاه تنفس انسان پس از ابتدای بینی را مخاط مؤک دار می پوشاند.
- (۴) تبادل گازهای تنفسی یاخته های بدن با خون، نمونه ای از هومئوستازی محسوب می شود



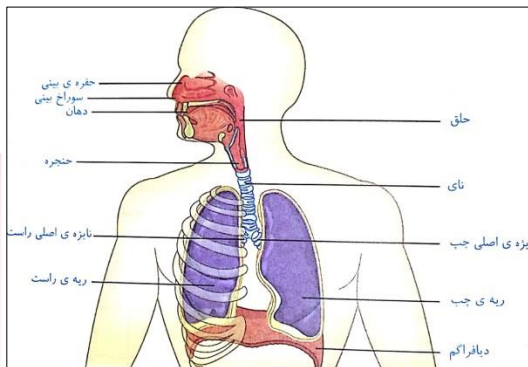
تست- در اثر عمل دم و بازدم در لوله شماره ۱ کدام یک روی می دهد؟

- (۱) هنگام بازدم، در مایع ظرف ب حباب ایجاد می شود.
- (۲) هنگام دم، مایع در لوله بالا می آید
- (۳) هنگام دم، در مایع ظرف الف حباب ایجاد می شود
- (۴) هنگام بازدم، مایع ظرف الف سریع تر تغییر رنگ می دهد



بخش های عملکردی دستگاه تنفس

از نظر عملکرد، می توان دستگاه تنفس را به دو بخش اصلی به نام های بخش هادی و بخش مبادله ای تقسیم کرد.



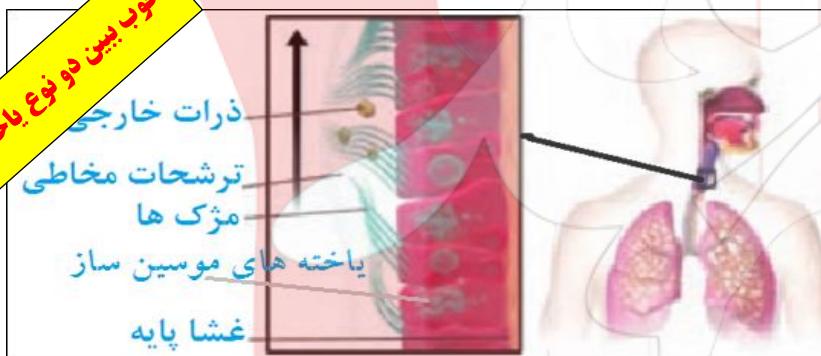
بخش هادی

بخش هادی، از مجاری تنفسی ای تشکیل شده است که هوا را به درون و بیرون دستگاه تنفسی هدایت می کنند و آن را از ناخالصی ها، مثل میکروب های بیمار یزا و ذرات گرد و غبار، پاک سازی و نیز، گرم و مرطوب می کنند تا برای مبادله گازها با خون آماده شود .

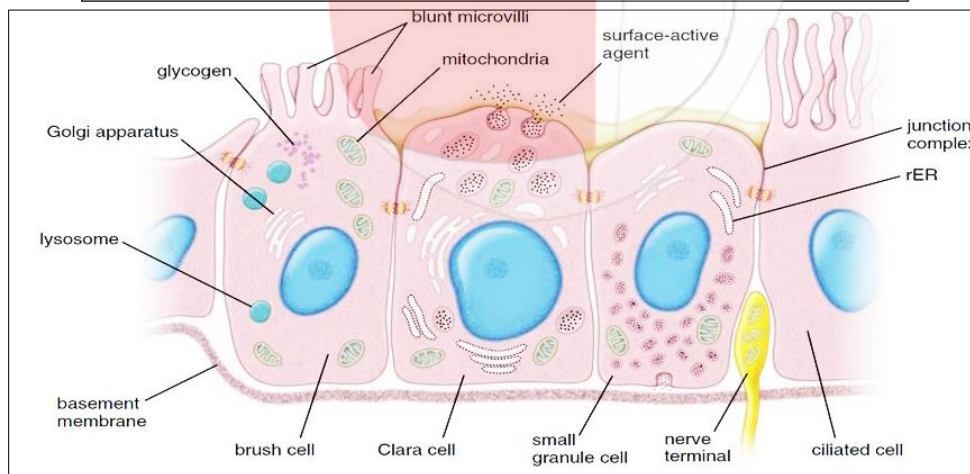
از بینی تا نایژک انتهایی به بخش هادی تعلق دارد.

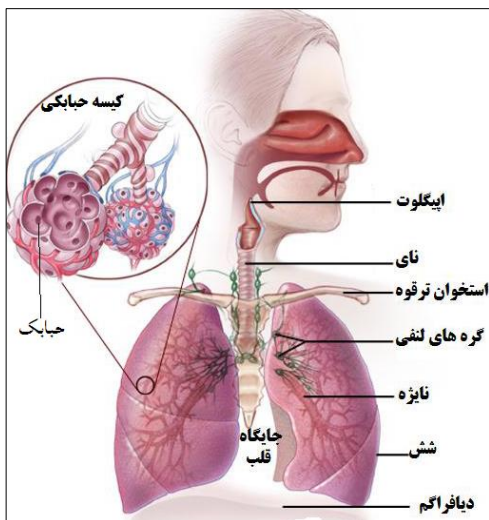
ابتدای مسیر ورود هوا در بینی، از پوست نازکی پوشیده شده است که موهای آن، مانعی در برابر ورود ناخالصی های هوا ایجاد می کند. با پایان یافتن این پوست در بینی، مخاط مژکدار آغاز می شود که در سراسر مجاری هادی ادامه پیدا می کند. این مخاط، یاخته های مژکدار فراوان و ترشحات مخاطی دارد. در این ترشحات مواد ضد میکروبی وجود دارد

خوب بین دو نوع یاخته

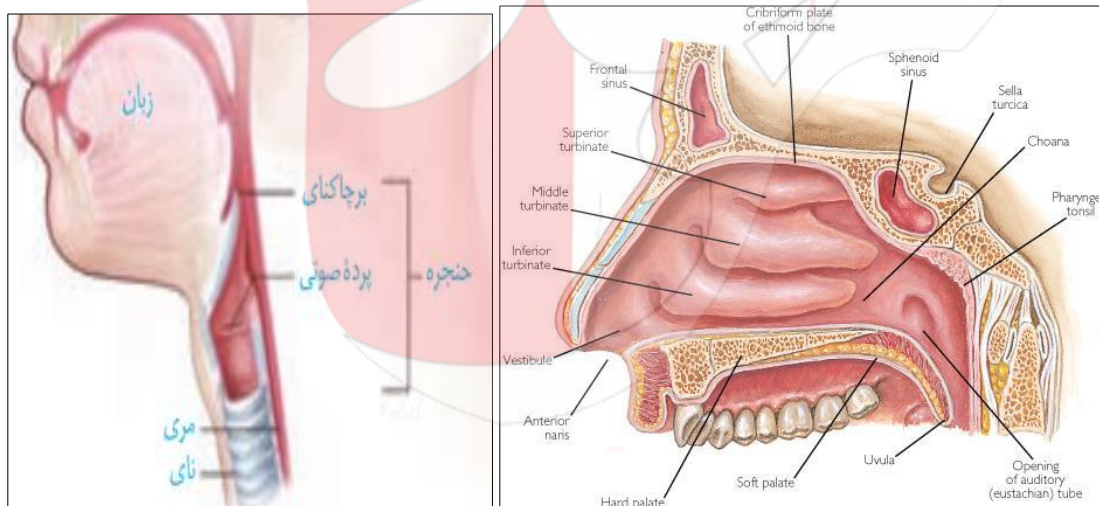
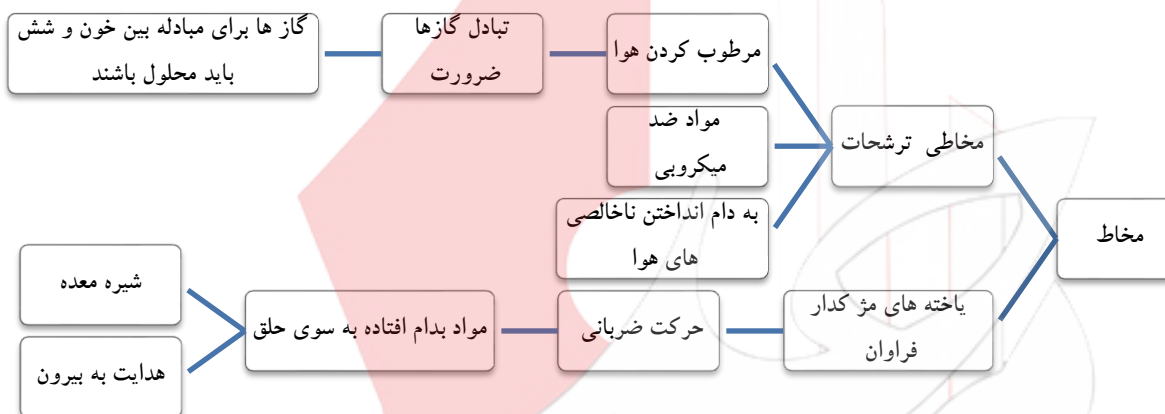


در مخاط نای سلول های استوانه ای مژک دار قرار دارد

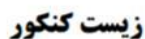




ترشحات مخاطی، ناخالصی های هوا را ضمن عبور به دام می اندازد. مژک ها با حرکت ضربانی خود، ترشحات مخاطی و ناخالصی های به دام افتاده در آن را به سوی حلق می رانند. در آنجا یا به دستگاه گوارش وارد شده، شیره معده آنها را نابود می کند یا به خارج از بدن هدایت می شوند. ترشحات مخاطی، هوا را مرطوب می کنند. مرطوب کردن هوا برای تبادل گازها ضرورت دارد چون گازها تنها در صورتی می توانند بین شش ها و خون مبادله شوند که محلول در آب باشند. در بینی، شبکه ای وسیع از رگ هایی با دیواره نازک وجود دارد که هوا را گرم می کند. این شبکه به سطح درونی بینی بسیار نزدیک است، بنابراین آسیب پذیری بیشتری دارد و آسان تر از دیگر نقاط، دچار خونریزی می شود. هوا با عبور از بینی، دهان، یا هر دو، به حلق وارد می شود



حلق، گذرگاهی است ماهیچه ای که هم هوا و هم غذا از آن عبور می کند. انتهای حلق به یک دو راهی ختم می شود. در این دو راهی، حنجره در جلو و مری در پشت قرار دارد. حنجره در ابتدای نای واقع است و در تنفس، دو کار مهم انجام می دهد. یکی آنکه



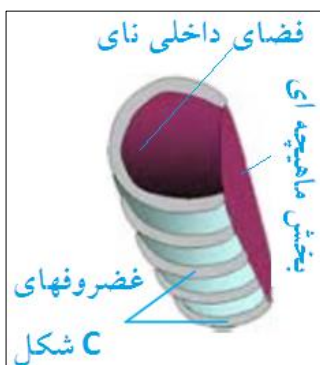
 حنجره در عقب حفره بینی و در بالای نای قرار دارد.

 حنجره غضروفهای، دارد که باعث باز نگه داشتن آن می شود.

در حنجره تعدادی تار یا طناب صوتی وجود دارد که ارتعاش آنها بوسیله هوای بازدم باعث تولید صدا می‌شود

یک زائده غضروفی به نام ایپ گلوت (برچاکنای) در هنگام بلع غذا دهانه حنجره را بسته و مانع ورود غذا به درون نای می‌شود.

جنس تارهای صوتی بافت پیوندی ارتجاعی است خروج هوا از شش ها هنگام بازدم موجب ارتعاش تارها و تولید صدا می شود



دیواره نای، حلقه های غضروفی شبیه به نعل اسب یا حرف C دارد که مجرای نای را همیشه باز نگه می دارند دهانه غضروف (دهانه حرف C) به سمت مری قرار دارند بدون غضروف در این قسمت، حرکت لقمه های بزرگ غذا و سیر حرکات کرمی رادر مری آسان می کند

حلقه های غضروفی زیادی که در دیواره ی نای وجود دارد ، مجرای آنها را همیشه باز نگه می دارد

هوا پس از حنجره وارد نای می‌شود.

هر یک از بندها قطعه‌ای به شکل U و دارای غضروف شفاف است که بوسیله نوارهایی از ماهیچه صاف در ناحیه باز U به یکدیگر متصل می‌شوند.

نوارهای ماهیچه‌ای بطور طولی قرار گرفته‌اند.

حلقه‌های غضروفی، بوسیله بافت پیوندی متراکم بهم متصل می‌شوند.



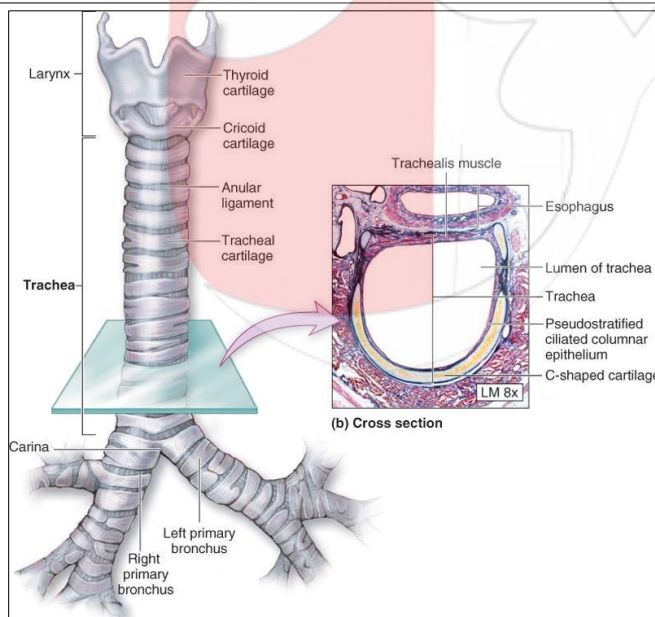
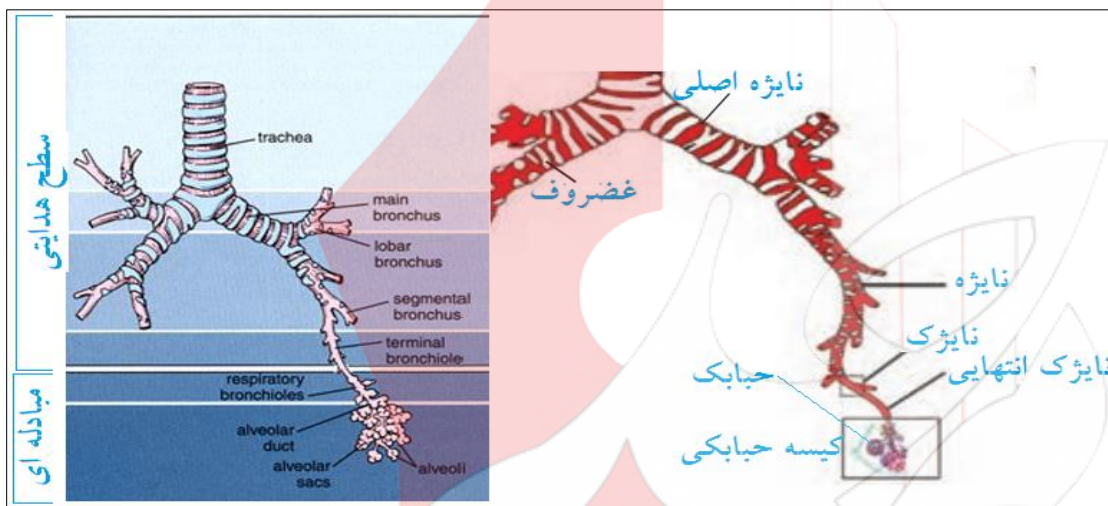
ساختار دیواره نای (Trachea)

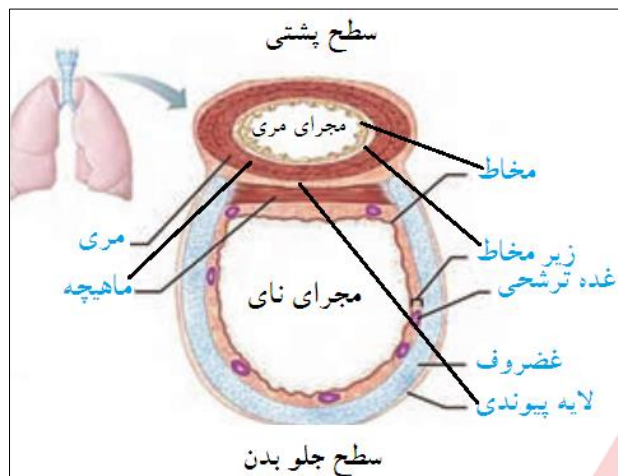
نای، در انتهای خود، به دو شاخه تقسیم می شود و نایژه های اصلی را پدید می آورد. هر نایژه اصلی به یک شش وارد شده، در آنجا به نایژه های باریک تر تقسیم می شود همچنان که از نایژه اصلی به سمت نایژه های باریک تر پیش می رویم، از مقدار غضروف کاسته می شود. انشعابی از نایژه که دیگر غضروفی ندارد، نایژک نامیده می شود. به علت نداشتن غضروف، نایژک ها می توانند تنگ و گشاد شوند. این ویژگی نایژک ها به دستگاه تنفس امکان می دهد تا بتواند مقدار هوای ورودی یا خروجی را تنظیم کند. آخرین انشعاب نایژک در بخش هادی، نایژک انتهایی نام دارد.

نای انشعاب یافته نایژه اصلی را می سازد. این دو شاخه به ششها راه دارند

ساختار نای و نایژه اصلی مشابه یکدیگر است گر چه غضروف بخش انتهایی نایژه ها نامنظم می شود.

نایژه های اصلی به تعدادی مجاری هوایی تقسیم می شوند. نایژه های بزرگ، نایژکها، نایژکهای انتهایی، نایژکهای تنفسی، مجرای آلئولی و کیسه هوایی.





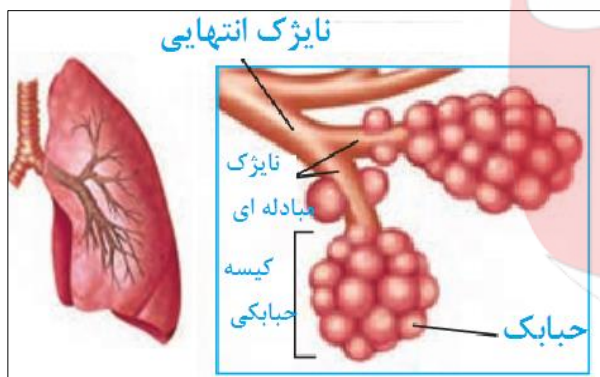
- ۱- ساختار بافتی دیواره نای. از بیرون به درون : پیوندی- غضروفی ماهیچه ای- زیر مخاط- مخاط
- ۲- نای در جلوی مری قرار دارد
- ۳- غدد ترشحاتی در لایه زیر مخاط به صورت پراکنده دیده می شود
- ۴- نای همانند مری ۴ لایه دارد که تنها در لایه دوم از بیرون به داخل متفاوت اند
- ۵- لایه ماهیچه ای در حرکت مواد در لوله گوارشی کمک میکند

تست-در بخش هادی دستگاه تنفس انسان، نای

- (۱) برخلاف نایژه ها، از یاخته های پوششی مژه دار تشکیل شده است.
- (۲) مانند نایژک ها، از حلقه های غضروفی و بافت پوششی مژه دار تشکیل شده است.
- (۳) مانند نایژه ها، حلقه های غضروفی دارد.
- (۴) برخلاف نایژک ها، فاقد حلقه های غضروفی است.

بخش مبادله ای

بخش مبادله ای، با حضور اجزای کوچکی به نام حبابک مشخص می شود نایژکی را که روی آن حبابک وجود دارد، نایژک مبادله ای می نامیم. نایژک مبادله ای در انتهای خود به ساختاری شبیه به خوشه انگور ختم می شود که از اجتماع حبابک ها پدید آمده است. هر یک از این خوشه ها رايک کیسه حبابکی می نامند. مخاط مژکدار در نایژک مبادله ای به پایان می رسد، بنابراین کیسه های حبابکی، ساز و کار دیگری برای مقابله با ناخالصی های هوا دارند که آخرین خط دفاع دستگاه تنفسی به شمار می رود.



- نایژک های انتهایی همانند نای و نایژه مژک دارند ولی برخلاف آنها حلقه غضروفی ندارند.
- نایژک های مبادله ای انشعاباتی از نایژک های انتهایی می باشند که در انتهای خود کیسه حبابکی دارند
- کیسه حبابکی از چندین حبابک تشکیل شده است
- حبابک ها فاقد حلقه های غضروفی می باشند
- تبادل گاز های تنفسی در کیسه حبابکی رخ میدهد



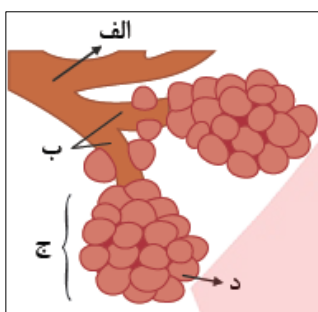
تست- کدام گزینه در مورد دستگاه تنفس انسان درست است؟

- (۱) حبابک ها برای افزایش سرعت تبادل گاز های تنفسی، فاقد غشای پایه هستند.
- (۲) نایژک های انتهایی برخلاف نایژک های مبادله ای، مخاط مژک دار دارند.
- (۳) نایژک های انتهایی در تنظیم مقدار هوای ورودی یا خروجی به شش ها نقش دارند.
- (۴) در زمانی که دیافراگم مسطح است، ماهیچه های بین دنده ای داخلی منقبض هستند.

تست- چند مورد از عبارت های زیر جمله ی داده شده را به درستی کامل می نماید ؟ هر نایژک مبادله ای.....

- (الف) بین نایژک و نایژک انتهایی قرار دارد.
(ب) به یک حبابک ختم می شود.
(ج) فاقد مخاط مژکدار است.
(د) فاقد لایه ی غضروفی است.

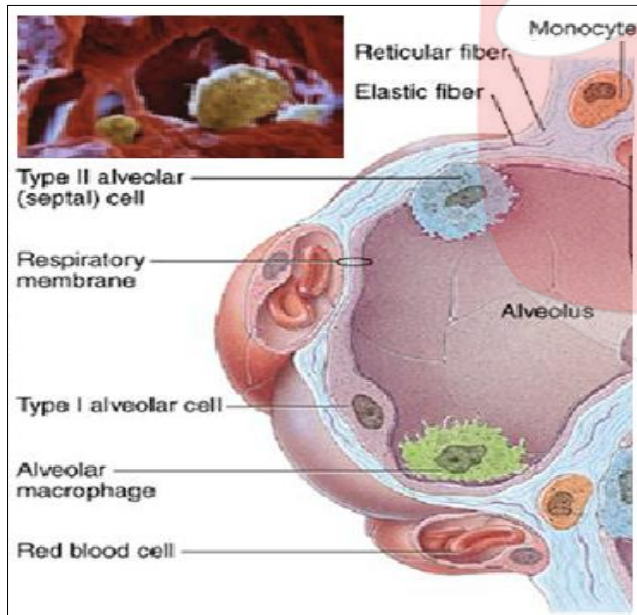
۱(۱) ۲(۲) ۳(۳) ۴(۴)



تست- کدام گزینه در مورد شکل روبه رو درست است؟

- (۱) الف برخلاف ب دارای ترشحات مخاطی است
- (۲) ب برخلاف د می تواند هوای تنفسی را از گرد و غبار پاکسازی کند
- (۳) ج همانند ب می تواند تنگ و گشاد شود
- (۴) الف همانند ج جزء بخش مبادله ای محسوب می شود

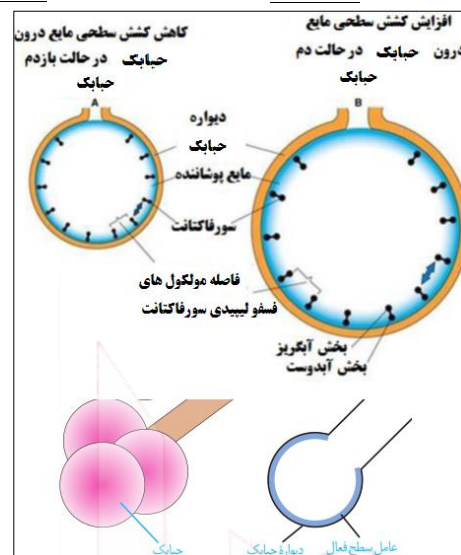
در حبابک ها، گروهی از یاخته های دستگاه ایمنی بدن به نام **درشت خوار (ماکروفاژها)** مستقر شده اند این یاخته ها، باکتری ها و ذرات گرد و غباری را که از مخاط مژکدار گریخته اند نابود می کنند. درشت خوارها یاخته هایی با ویژگی بیگانه خواری و توانایی حرکت اند. این یاخته ها، نه فقط در کیسه های حبابکی شش ها، بلکه در دیگر نقاط بدن نیز حضور دارند. ورود هوا به کیسه های حبابکی باعث افزایش حجم آنها می شود اما این کیسه ها در برابر انقباض با مشکلی روبه رو هستند. لایه نازکی از آب، سطحی را که در تماس با هواست پوشانده است و بنابراین نیروی کشش سطحی آب در برابر باز شدن مقاومت می کند





ماده ای به نام **عامل سطح فعال** (سورفاکتانت) که از بعضی از یاخته های **حبابک** ها ترشح می شود با کاهش نیروی کشش سطحی، باز شدن کیسه ها را آسان می کند. عامل سطح فعال در اواخر دوران جنینی ساخته می شود، به همین علت در بعضی از نوزادانی که زود هنگام به دنیا آمد هاند عامل سطح فعال به مقدار کافی ساخته نشده است و بنابراین به زحمت نفس می کشند.

- (۱) حبابک ها دارای یک لایه بافت پوششی سنگفرشی با یاخته های متفاوت میباشد
- (۲) دیواره حبابک ها در دو جهت با دو محیط مختلف در ارتباط هستند
- (۳) سورفاکتانت از برخی سلول های سنگفرشی ساده، دیواره، حبابک ها ترشح می شود
- (۴) یاخته ها در دیواره مجاور هوای ورودی آغشته به عامل سطح فعال هستند
- (۵) حبابک ها دارای ارتجاعیت و کشسانی بیشتری نسبت به قسمت های دیگر دستگاه تنفسی هستند

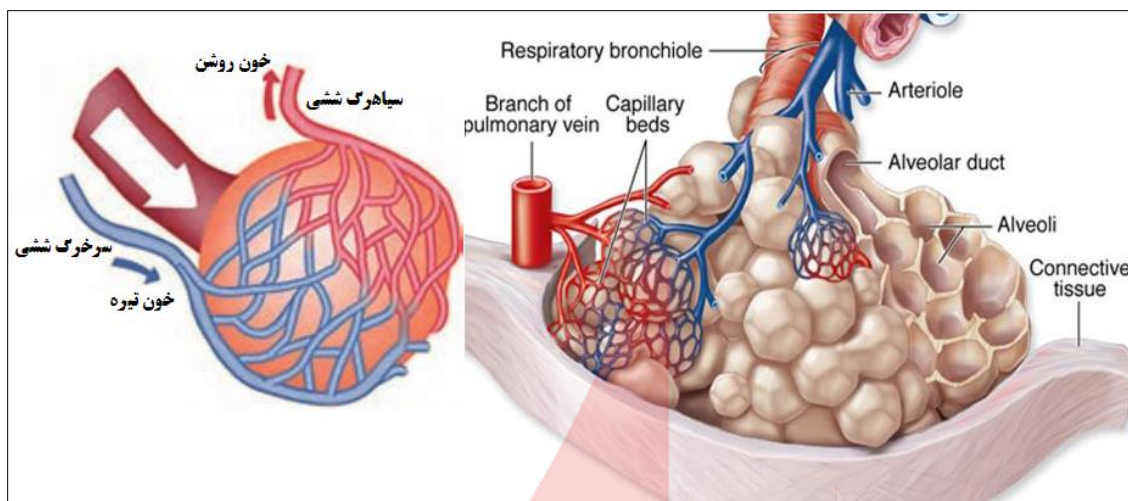


تست-یاخته های ترشح کننده عامل سطح فعال

- (۱) جزو بافتی هستند که یاخته های آن، حبابک ها را می سازند.
- (۲) یاخته هایی با ویژگی بیگانه خواری و توانایی حرکت هستند.
- (۳) مژک های فراوان دارند و در ترشح موسین شرکت دارند.
- (۴) در اوایل دوران جنینی شروع به ترشح این ماده می کنند.

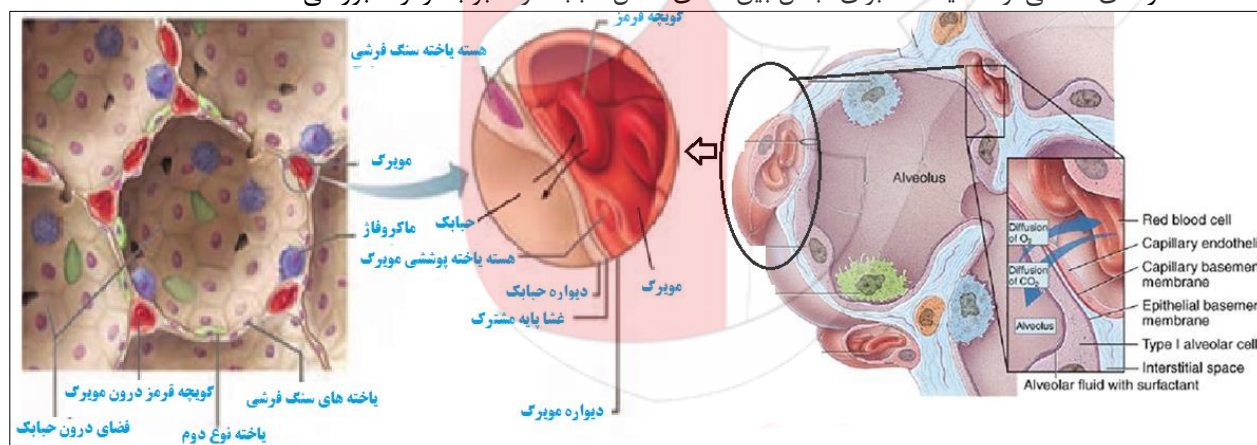
اطراف حبابک ها را **مویرگ های خونی فراوان**، احاطه کرده اند و به این ترتیب، امکان تبادل گازها بین هوا و خون فراهم شده است. برای اینکه اکسیژن و کربن دی اکسید بین هوا و خون مبادله شوند، این مولکول ها باید از **ضخامت دیواره حبابک ها** و **دیواره مویرگ ها** عبور کنند. هر دو دیواره، از بافت پوششی **سنگ فرشی** یک لایه ساخته شده اند که بسیار نازک است. در جاهای متعدد، بافت پوششی حبابک و مویرگ هر دو از یک غشای پایه مشترک استفاده می کنند؛ در نتیجه مسافت انتشار گازها به حداقل ممکن رسیده است.

- ☞ به تعداد حبابک ها سرخرگ ششی و سیاهرگ ششی وجود دارد
- ☞ سرخرگ ششی برخلاف سایر سرخرگ ها دارای خون تیره می باشد
- ☞ سیاهرگ ششی برخلاف سایر سیاهرگ ها دارای خون روشن می باشد
- ☞ انشعابات سرخرگی و سیاهرگی در سطح حبابک برابر هستند
- ☞ انشعابات مویرگی در همه جای سطح حبابک دیده نمی شود و در برخی قسمت ها غشای پایه حبابک و مویرگ مشترک می شود
- ☞ جهت حرکت خون در سرخرگ ششی هم جهت هوای ورودی (دارای اکسیژن بیشتر) به حبابک می باشد
- ☞ جهت حرکت خون در سیاهرگ ششی هم جهت هوای خروجی (دارای اکسیژن کمتر) از حبابک می باشد



دیواره حبابک از دو نوع یاخته ساخته شده است. نوع اول، سنگ فرشی است و فراوان تر است. نوع دوم، با ظاهری کاملاً متفاوت، به تعداد خیلی کمتر دیده می شود و ترشح عامل سطح فعال را بر عهده دارد. درشت خوارها را جزء یاخته های دیواره حبابک، طبقه بندی نمی کنند.

- ✍ دیواره حبابک از دو نوع یاخته از یک بانوع بافت ساخته شده است.
- ✍ نوع اول، سنگ فرشی است و فراوان تر (حدود ۹۰ درصد) است.
- ✍ نوع دوم، با ظاهری کاملاً متفاوت، به تعداد خیلی کمتر دیده می شود و ترشح عامل سطح فعال را بر عهده دارد
- ✍ درشت خوارها در بین سلول های نوع اول و دوم به شکل پراکنده و متحرک وجود دارند
- ✍ دیواره برخی سلول های مویرگ ها و حبابک ها از سطح دارای غشا پایه در برخی نقاط مشترک شده اند
- ✍ در نقاط دارای غشا پایه مشترک فاصله فضای داخل هر دو سو به هم نزدیک تر است.
- ✍ تبادل گاز های تنفسی بین فضای داخلی حبابک و سطح داخلی گلبوب های قرمز انجام می شود
- ✍ گاز های تنفسی از ۹ لایه غشا برای تبادل بین فضای داخل حبابک و گلبوب قرمز عبور می کنند



تست-تعداد یاخته های در دیواره حبابک ها، فراوان تر از یاخته های است

- (۱) درشت خوار - سنگفرشی
- (۲) سنگفرشی - تولیدکننده عامل سطح فعال
- (۳) درشت خوار - تولیدکننده عامل سطح فعال
- (۴) تولیدکننده عامل سطح فعال - سنگفرشی



مورد مقایسه	پاکسازی هوا	گرم کردن هوا	مرطوب کردن هوا
بینی	ابتدای مسیر: از طریق پوست مودار بقیه جاهاش: از طریق مژه های مخاط	از طریق شبکه مویرگی وسیعی نزدیک به سطح جدار درونی	از طریق ماده مخاطی که ترشح می کند
حلق	از طریق ماده مخاطی که ترشح می کند	نقشی ندارد	از طریق ماده مخاطی که ترشح می کند
حنجره	از طریق مخاط مژک دار و نیز ماده مخاطی که ترشح می کند	نقشی ندارد	از طریق ماده مخاطی که ترشح می کند
نای	از طریق مخاط مژک دار و نیز ماده مخاطی که ترشح می کند	نقشی ندارد	از طریق ماده مخاطی که ترشح می کند
نایژه ها (اصلی و فرعی)	از طریق مخاط مژک دار و نیز ماده مخاطی که ترشح می کند	نقشی ندارد	از طریق ماده مخاطی که ترشح می کند
نایژک ها (معمولی، انتهایی و مبادله ای)	از طریق مخاط مژک دار و نیز ماده مخاطی که ترشح می کند	نقشی ندارد	از طریق ماده مخاطی که ترشح می کند
حبابک ها	از طریق درشت خوار ها (ماکروفاژها)	نقشی ندارد	لایه نازک آب در جدار درونی آن

حمل گازها در خون

کار دستگاه تنفس با همکاری دستگاه گردش خون، کامل می شود. خون، اکسیژن را به یاخته ها می رساند و کربن دی اکسید را از آنها می گیرد و به سمت شش ها می آورد تا از بدن خارج شود. در دمای بدن، اکسیژن و کربن دی اکسید به مقدار کمی در خوناب حل می شوند. تنها ۳ درصد از اکسیژن و ۷ درصد از کربن دی اکسیدی که در خون جابه جا می شود به صورت محلول در خوناب حمل می شوند. بنابراین به ساز و کار دیگری برای حمل این مولکول ها در خون نیاز است.

تبادل گازهای تنفسی در کیسه هوایی صورت می گیرد که از طریق انتشار ساده است.

هنگام تبادل، گازها از دو لایه یاخته سنگفرشی ساده عبور می کنند؛ یکی جدار مویرگ ها و یکی جدار حبابک.

انتشار CO_2 بسیار سریع تر از انتشار اکسیژن است. مهمترین عامل برای تبادل گازها اختلاف فشار آنها است

حمل گاز دی اکسید کربن (CO_2) در خون:

۷۰٪ به صورت محلول در پلاسما

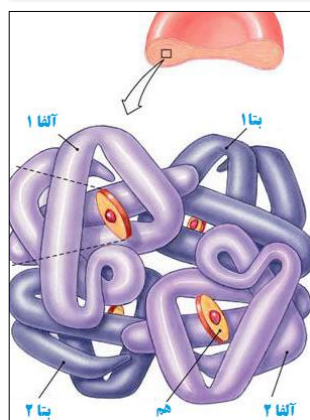
۲۳٪ متصل به هموگلوبین ($HbCO_2$)

۷٪ دی اکسید کربن با آب ترکیب می شود و به صورت یون بیکربنات حل می شود.

حمل گاز اکسیژن (O_2) در خون:

۹۷٪ متصل به هموگلوبین (HbO_2)

۳٪ به صورت محلول در پلاسما

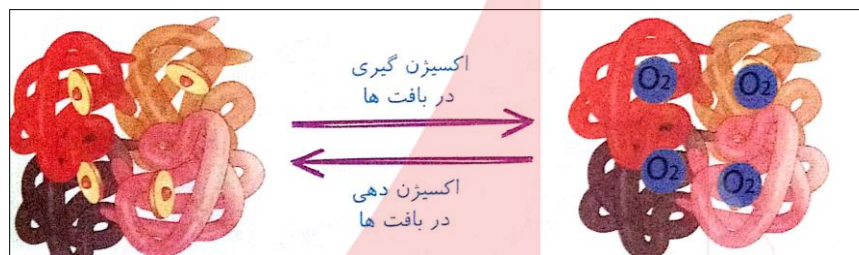


کوچک قرمز سرشار از هموگلوبین است. هموگلوبین، پروتئینی است که از چهار زنجیره آمینو اسیدی تشکیل شده است. هر رشته، به یک گروه غیر پروتئینی به نام هم متصل است. هر گروه هم یک اتم آهن دارد که می تواند به طور برگشت پذیر به یک مولکول اکسیژن متصل شود؛ یعنی اینکه اکسیژن متصل شده، توانایی جدا شدن از هموگلوبین را نیز دارد.

غلظت اکسیژن در اطراف هموگلوبین مشخص می کند که باید اکسیژن به هموگلوبین متصل یا از آن جدا شود. در شش ها که غلظت اکسیژن در خون مویرگ های ششی زیاد است، اکسیژن به هموگلوبین می پیوندد و در مجاورت بافت ها، که غلظت اکسیژن به علت مصرف شدن توسط



یاخته‌ها کاهش یافته است، اکسیژن از هموگلوبین جدا و به یاخته‌ها داده می‌شود. پیوستن یا گسستن کربن دی اکسید نیز تابع غلظت آن است. در مجاورت بافت‌ها، کربن دی اکسید به هموگلوبین متصل و در شش‌ها از آن جدا می‌شود. کربن مونوکسید، مولکول دیگری است که می‌تواند به هموگلوبین متصل شود با این تفاوت که وقتی متصل شد، به آسانی جدا نمی‌شود. محل اتصال این مولکول به هموگلوبین، همان محل اتصال اکسیژن است. بنابراین کربن مونواکسید با اتصال به هموگلوبین، مانع پیوستن اکسیژن می‌شود و چون به آسانی جدا نمی‌شود ظرفیت حمل اکسیژن را در خون کاهش می‌دهد. این وضعیت ممکن است چنان شدید باشد که به مرگ منجر شود. از این رو کربن مونواکسید گاز سمی به شمار می‌رود. تنفس این گاز باعث مسمومیت می‌شود و به گاز گرفتگی شهرت دارد.



هموگلوبین ۹۷ درصد اکسیژن و ۲۳ درصد کربن دی اکسید خون را حمل می‌کند. چنان که ملاحظه می‌شود هموگلوبین سهم کمتری در حمل کربن دی اکسید دارد. ۷۰ درصد کربن دی اکسید به صورت یون بیکربنات حمل می‌شود. در گویچه قرمز، آنزیمی به نام کربنیک انیدراز هست که کربن دی اکسید را با آب ترکیب می‌کند و کربنیک اسید پدید می‌آورد. کربنیک اسید به سرعت به یون بیکربنات و هیدروژن تجزیه می‌شود. یون هیدروژن به هموگلوبین می‌پیوندد و به همین علت، هموگلوبین مانع اسیدی شدن خون می‌شود. یون بیکربنات از گویچه قرمز خارج و به خوناب وارد می‌شود. با رسیدن به شش‌ها، کربن دی اکسید از ترکیب یون بیکربنات آزاد می‌شود و از آنجا به هوا انتشار می‌یابد.

هموگلوبین از دو بخش هم (آهن دار) و گلوبین (پروتئین) تشکیل شده است

هر هموگلوبین دارای ۴ اتم آهن است و می‌تواند با چهار مولکول اکسیژن ترکیب شود.

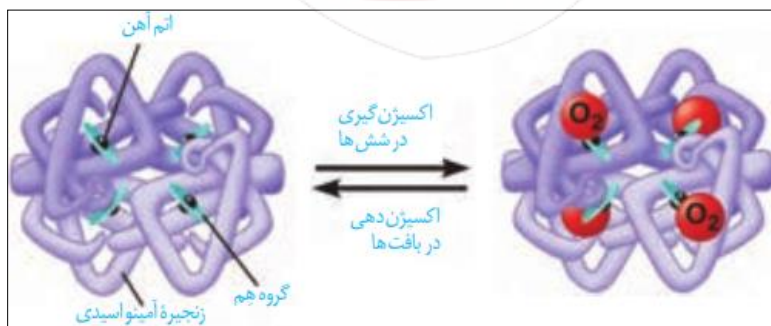
هر هموگلوبین دارای چهار مولکول گلوبین می‌باشد

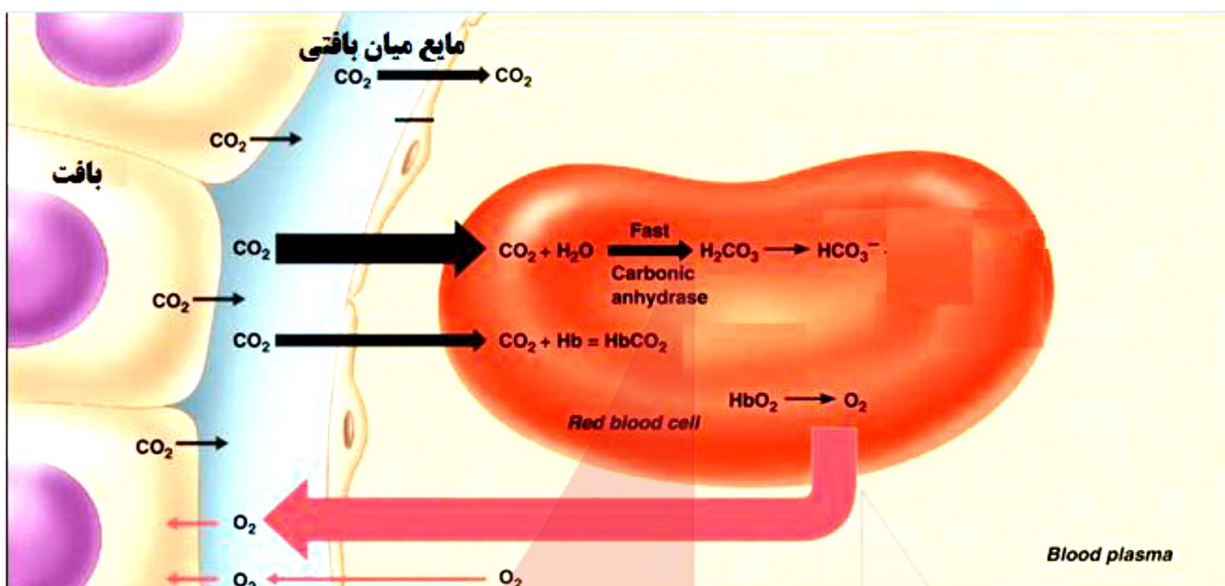
زنجیره‌های گلوبین دو به دو با هم برابر هستند

هموگلوبین با ۴ مولکول (۸ اتم) اکسیژن ترکیب می‌شود.

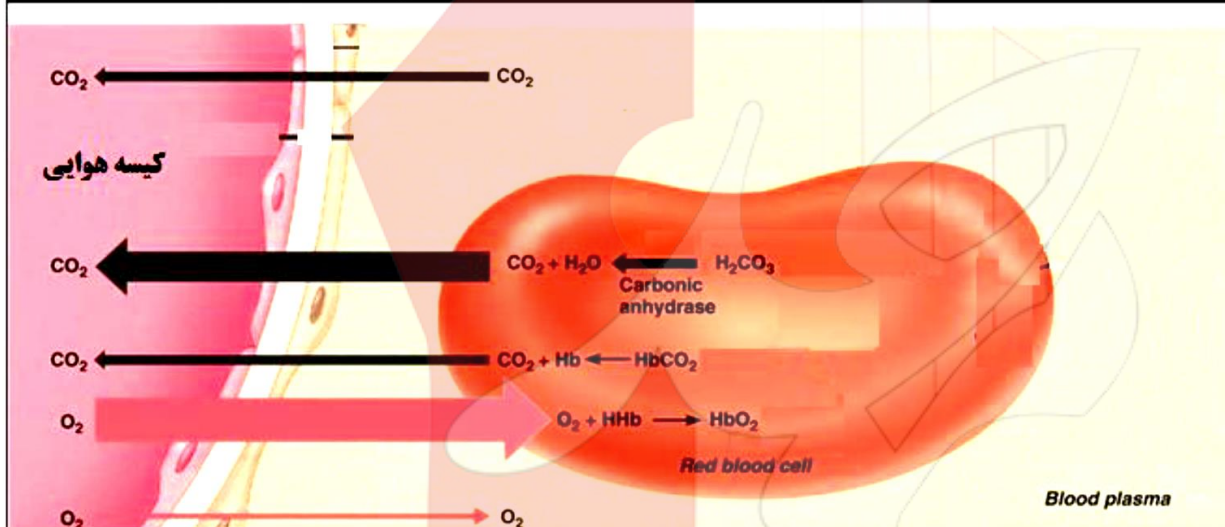
میل ترکیبی هموگلوبین با مونوکسید کربن (CO) بیشتر از میل ترکیبی اکسیژن و دی اکسید کربن است.

هموگلوبین پس از برگشتن به شش‌ها می‌تواند دارای مقداری اکسیژن یا کاملاً خالی از اکسیژن باشد





(a) اکسیژن آزاد و دی اکسیدکربن برداشته می شود



(b) دی اکسیدکربن آزاد و اکسیژن برداشته می شود

تست-سیاهرگ ، اکسیژن کم و دی اکسیدکربن زیادی دارد

(۱) ششی برخلاف سرخرگ ششی

(۲) فوق کبدی برخلاف سیاهرگ باب

(۳) فوق کبدی همانند سیاهرگ ششی

(۴) باب همانند سرخرگ ششی

تست-چند مورد درباره پروتئین هموگلوبین درست است؟

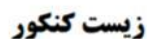
(الف) دارای چهار رشته پلی پپتیدی است و در انتقال درصد اکسیژن شرکت دارد.

(ب) حداکثر توان اتصال به چهار اتم اکسیژن را دارد.

(ج) دارای چهار گروه هم است که هر هم دارای یک اتم آهن است.

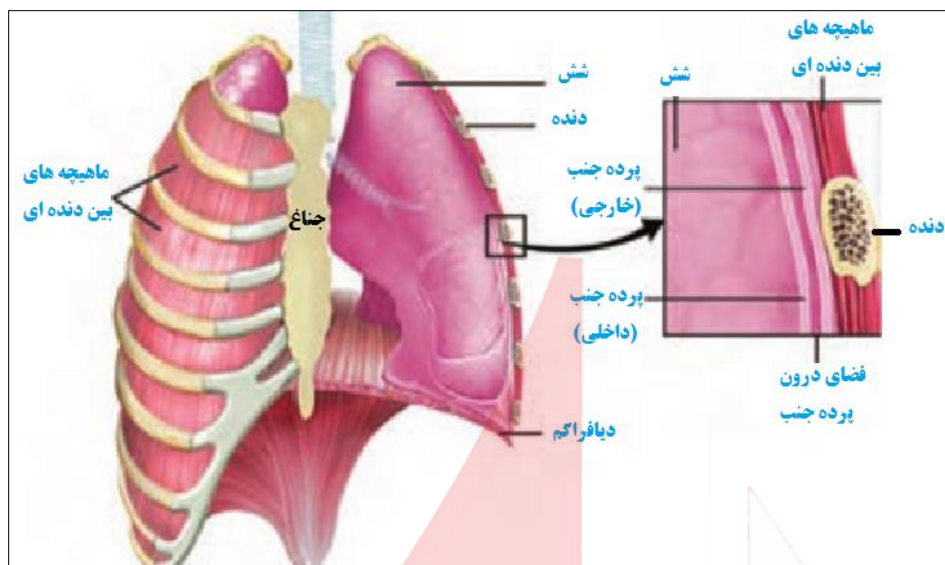
(د) در هم ایستایی خوناب، با گرفتن یون های هیدروژن نقش دارد.

۱(۱) ۲(۲) ۳(۳) ۴(۴)



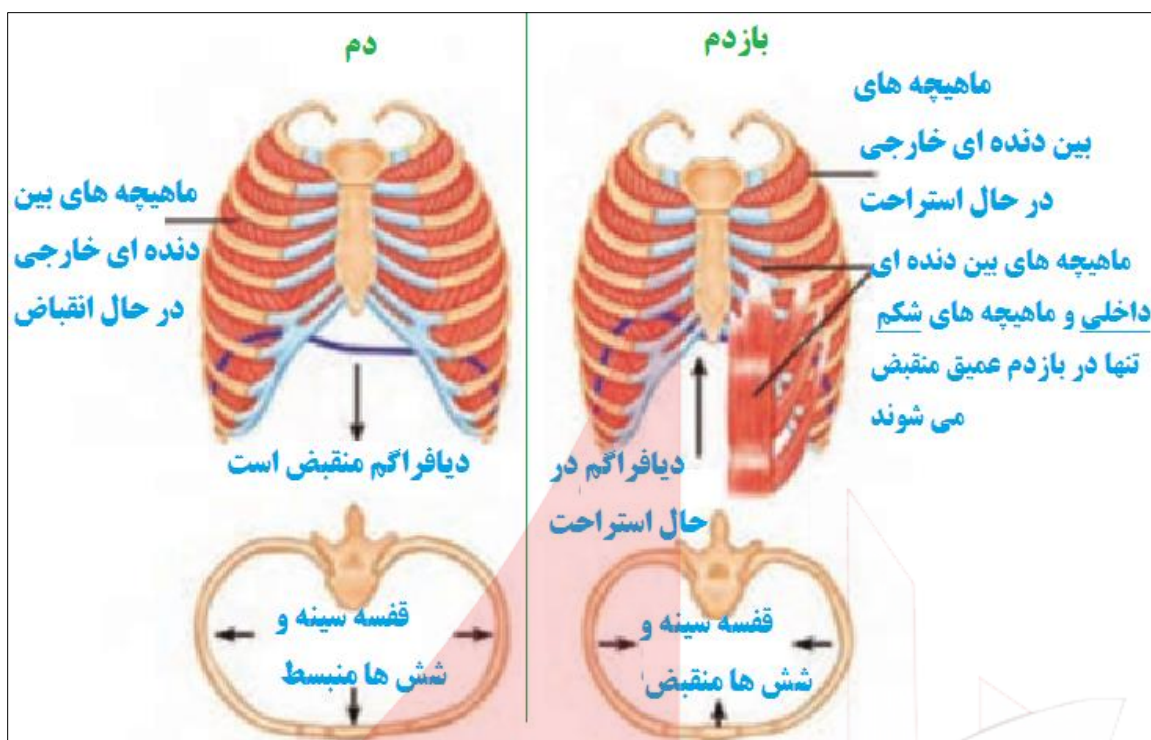
تهویه نشی

نشتر، ها



- شش ها به صورت جفت در قفسه سینه قرار گرفته اند
- به هر شش انشعابی از نای وارد می شود
- شش چپ کوچکتر از شش راست می باشد
- بیشتر استخوان های دنده ها با اتصال به جناغ از شش ها محافظت می کنند. همه استخوان ها به جناغ متصل نیستند
- دیافراگم ماهیچه ای است که در بخش زیرین دستگاه تنفس قرار گرفته است
- پرده دو لایه جنب شش ها را به قفسه سینه متصل می کند
- بین دو لایه جنب فضای وجود دارد که در آن را مایع جنب پر می کند این مایع به حرکات شش ها کمک می کند
- بخش داخلی پرده جنب به شش ها متصل است و بخش خارجی به ماهیچه های بین دنده ای و استخوان های دنده متصل هستند

دم، فرایندی است که در نتیجه افزایش حجم قفسه سینه رخ می دهد. دو عامل در دم دخالت دارد. اول، ماهیچه دیافراگم (میان بند) که در حالت استراحت، گنبدی شکل است اما وقتی منقبض می شود، به حالت مسطح در می آید. دوم، انقباض ماهیچه های بین دند های خارجی که دنده ها را به سمت بالا و جلو جابه جا می کند و جناغ را به جلو می راند. در تنفس آرام و طبیعی، دیافراگم نقش اصلی را بر عهده دارد. در دم عمیق، انقباض ماهیچه های ناحیه گردن نیز، به افزایش حجم قفسه سینه کمک می کند. با به استراحت در آمدن ماهیچه دیافراگم و ماهیچه های بین دند های خارجی، و بر اثر ویژگی کشسانی شش ها، حجم قفسه سینه و در نتیجه، حجم شش ها کاهش می یابد و هوای درون آنها به بیرون رانده می شود. در بازدم عمیق، انقباض ماهیچه های بین دند های داخلی و نیز ماهیچه های شکمی، به کاهش حجم قفسه سینه کمک می کند.



- ک افزایش و کاهش حجم قفسه سینه تعیین کننده دم و بازدم می باشد
- ک انبساط شش ها به دلیل افزایش حجم قفسه سینه، و منقبض شدن شش ها در پی روی از کاهش حجم قفسه سینه می باشد
- ک ماهیچه دیافراگم در حالت دم مسطح تر و در حالت انقباض می باشد و در زمان استراحت منبسط تر و گنبدی شکل می باشد
- ک در دم ماهیچه های بین دنده ای خارجی همانند دیافراگم منقبض هستند و به افزایش حجم شش ها کمک می کنند
- ک در باز دم ماهیچه های بین دنده ای داخلی بر خلاف ماهیچه های بین دنده ای خارجی و دیافراگم منقبض هستند
- ک در دم جناغ و دنده ها به سمت بیرون قفسه سینه و در باز دم به سمت داخل قفسه سینه حرکت می کند

تنفس	دیافراگم	ماهیچه های بین دنده ای داخلی	ماهیچه های بین دنده ای خارجی	ماهیچه های شکم	ماهیچه های گردن	جناغ	دنده ها
دم	منقبض	استراحت	منقبض			حرکت به سمت بیرون	حرکت به سمت بیرون
باز دم	استراحت	منقبض	استراحت			حرکت به سمت داخل	حرکت به سمت داخل
دم عمیق	منقبض	استراحت	منقبض		منقبض	حرکت به سمت بیرون	حرکت به سمت بیرون
باز دم عمیق	استراحت	منقبض	استراحت	منقبض		حرکت به سمت داخل	حرکت به سمت داخل



فعالیت تشریح شش گوسفند

۱- ویژگی ظاهری :

- ✓ شش به علت دارا بودن کیسه های حبابکی فراوان، حالتی اسفنج گونه دارد
- ✓ شش راست از شش چپ بزرگ تر است
- ✓ شش راست از سه قسمت یا لپ (لوب) و شش چپ از دو قسمت تشکیل شده است.

۲- تشخیص شش راست و چپ:

- ✓ نای در جلو و مری در پشت قرار گرفته است و به این ترتیب می توانید سطح جلویی و پشتی نای و شش ها (ودر نتیجه راست و چپ آنها) را نیز مشخص کنید.
- ✓ برای تشخیص سطح جلویی و پشتی نای در حالتی که مری از آن جدا شده است به یاد داشته باشید که غضروف های نای C شکل اند. این وضعیت باعث می شود که در نای، قسمت دهانه حرف C از سایر قسمت ها نرم تر باشد. با لمس کردن، این قسمت را پیدا کنید. این قسمت، محل اتصال نای به مری و بنابراین سطح پشتی نای است.

۳- بررسی انبساط پذیری شش ها:

- ✓ انبساط پذیری و قابلیت کشسانی شش ها با دمیدن باد با تلمبه قابل مشاهده است

۴- بررسی ساختارهای درونی:

- ✓ در برش نای گوسفند، قبل از دو نایژه اصلی، یک انشعاب سوم هم مشاهده می شود که به شش راست می رود
- ✓ بریدن نایژه اصلی به سادگی نای نیست و این به علت ساختار غضروف های نایژه است که در ابتدا به صورت حلقه کامل و بعد به صورت قطعه قطعه است
- ✓ در برش مقطع شش سوراخ هایی مشاهده می شود که به سه گروه. نایژه ها، سرخرگ ها و سیاهرگ ها قابل تقسیم اند
- ✓ لبه نایژه ها به علت دارا بودن غضروف، زبر است و به این ترتیب از رگ ها قابل تشخیص است. سرخرگ ها دیواره محکم تری نسبت به سیاهرگ ها دارند و به همین علت، برخلاف سیاهرگ ها دهانه آنها حتی در نبود خون هم باز است اما دهانه سیاهرگ ها در نبود خون بسته است.

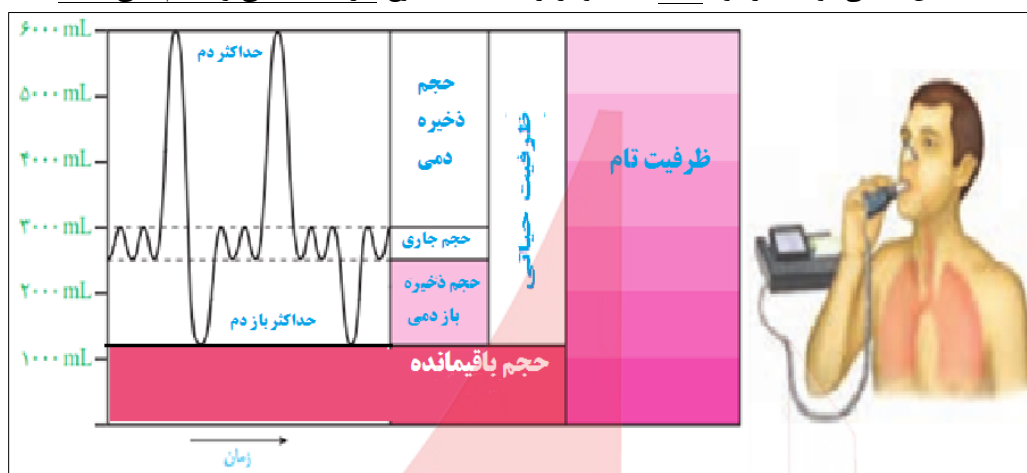
حجم های تنفسی

مقدار هوایی که به شش ها وارد یا از آن خارج می شود به چگونگی دم و بازدم ما بستگی دارد. بنابراین، حجم های مختلفی از هوا را می توان به شش وارد و یا از آن خارج کرد. حجم های تنفسی را با دستگاه دم سنج (اسپیرومتر) اندازه می گیرند. نموداری که دم سنج از دم و بازدم های فرد رسم می کند، دم نگاره (اسپیروگرام) نامیده می شود. تحلیل دم نگاره در تشخیص درست بیماری های ششی کاربرد دارد. به مقدار هوایی که در یک دم عادی وارد یا در یک بازدم عادی خارج می شود حجم جاری می گویند. حجم جاری حدود ۵۰۰ mL می باشد. از حاصل ضرب حجم جاری در تعداد تنفس در دقیقه، حجم تنفسی در دقیقه به دست می آید. اما می دانیم که با دم یا بازدم عمیق می توانیم مقدار بیشتری هوا را به شش ها وارد یا از آنها خارج کنیم. حجم ذخیره دمی، به مقدار هوایی گفته می شود که می توان پس از یک دم معمولی، با یک دم عمیق، به شش ها وارد کرد. حجم ذخیره بازدمی، به مقدار هوایی گفته می شود که می توان پس از یک بازدم معمولی، با یک بازدم عمیق از شش ها خارج کرد. حتی بعد از یک بازدم عمیق، مقداری هوا در شش ها باقی می ماند و نمی توان آن را خارج کرد. این مقدار را حجم باقی مانده می نامند. حجم باقی مانده، اهمیت زیادی دارد چون باعث می شود حبابک ها همیشه باز بمانند. همچنین تبادل گازها را در فاصله بین دو تنفس ممکن می سازد. باید توجه کرد که بخشی از هوای دمی در بخش هادی دستگاه تنفس می ماند و به بخش مبادله ای نمی رسد. به این هوا که در حدود ۱۵۰ میلی لیتر است، هوای مرده می گویند.

ظرفیت های تنفسی



ظرفیت تنفسی، مجموع دو یا چند حجم تنفسی است. ظرفیت حیاتی مقدار هوایی است که پس از یک دم عمیق و با یک بازدم عمیق می توان از شش ها خارج کرد و برابر با مجموع حجم های جاری، ذخیره دمی و ذخیره بازدمی است. ظرفیت تام، حداکثر مقدار هوایی است که شش ها می توانند در خود جای دهند و برابر است با مجموع ظرفیت حیاتی و حجم باقیمانده.



کدم سنج و دم نگاره مقدار حجم های تنفسی یک فرد سالم به سن و جنسیت او بستگی دارد.

کدم سنج دستگاه تعیین کننده مقدار حجم های تنفسی است که نتیجه را به صورت یک نمودار به نام دم نگاره در اختیار کاربر قرار می دهد

کدم دستگاه دم سنج بر اساس فشار هوای دمی و بازدمی نمودار دم نگاره را ثبت مینماید

کدم با تفسیر نمودار دم نگاره می توان به بیماریها و نارسایی های دستگاه تنفس تا حدودی پی برد

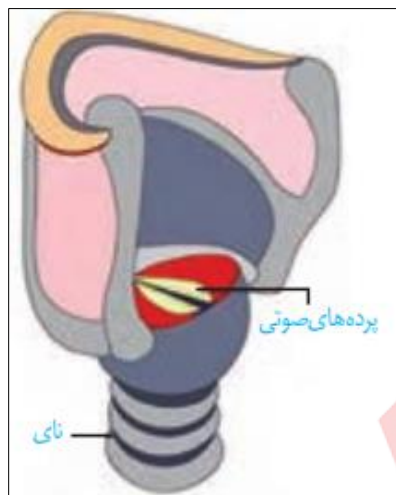
حجم تنفسی	ظرفیت میلی لیتر	ظرفیت حیاتی	ظرفیت تام	ظرفیت حیاتی میلی لیتر	ظرفیت تام میلی لیتر
حجم جاری	۵۰۰	✓	✓	۲۸۶۶=۱۶۱۰+۱۰۷۶	۶۰۰۰
حجم ذخیره دمی	۳۰۰۰	✓	✓		
حجم ذخیره بازدمی	۱۳۰۰	✓	✓		
حجم هوای باقیمانده	۱۲۰۰	-	✓		
حجم هوای مرده	۱۶۷	-	✓		

سایر اعمال دستگاه تنفس



تکلم: حنجره محل قرارگیری پرده های صوتی است. این پرده ها حاصل چین خوردگی مخاط به سمت داخل اند. پرده های صوتی صدا را تولید می کنند. واژه سازی به وسیله لب ها و دهان (شامل زبان و دندان ها) صورت می گیرد. پرده های صوتی را هوای بازدمی به ارتعاش درمی آورد.

سرفه و عطسه: چنانچه ذرات خارجی یا گازهایی که ممکن است مضر یا نامطلوب باشند به مجاری تنفسی وارد شوند، باعث واکنش سرفه یا عطسه می شود؛ در این حالت هوا با فشار از راه دهان (سرفه) یا بین ی و دهان (عطسه) همراه با مواد خارجی به بیرون رانده می شود. در افرادی که دخانیات مصرف می کنند، به علت از بین رفتن یاخته های مؤکدار مخاط تنفسی، سرفه راه مؤثرتری برای بیرون راندن مواد خارجی است و به همین علت این گونه افراد به سرفه های مکرر مبتلا هستند.

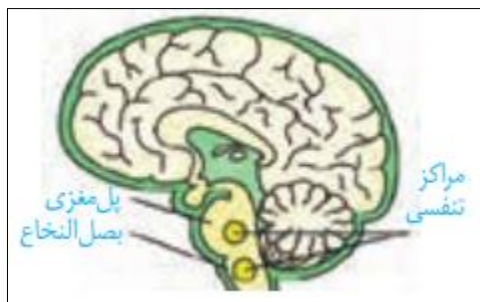


- حنجره بخش غضروفی است که بعد از حلق و بالای نای قرار دارد
- حنجره از قسمت های مختلفی که بیشتر بافت غضروفی است تشکیل شده است
- در انتهای حنجره چین خوردگی های مخاط پرده های صوتی را نشان می دهد
- تارهای صوتی درون پرده ها قرار دارند که توسط حنجره احاطه شده اند
- خروج هوای بازدم از پرده های صوتی باعث ارتعاش تار های صوتی و ایجاد صدا می شود
- یک زائده غضروفی به نام اپی گلوت در هنگام بلع غذا دهانه حنجره را می بندد و مانع ورود غذا به درون نای می شود.
- تارهای صوتی از جنس بافت پیوندی ارتجاعی هستند
- در حنجره ما هیچچه های وجود دارد که باعث حرکت غضروف های حنجره در کنار هم می شود
- تولید صدا با ارتعاش تارهای صوتی حنجره صورت می گیرد و واژه سازی با کمک لب ها و دندان و زبان صورت می گیرد.

تنظیم تنفس

دم، با انقباض ماهیچه های دیافراگم (میان بند) و بین دند های خارجی آغاز می شود. انقباض این ماهیچه ها با دستوری انجام می شود که از طرف مرکز تنفس در بصل النخاع صادر شده است. با پایان یافتن دم، بازدم بدون نیاز به پیام عصبی، با بازگشت ماهیچه ها به حالت استراحت و نیز ویژگی کشسانی شش ها انجام می شود.

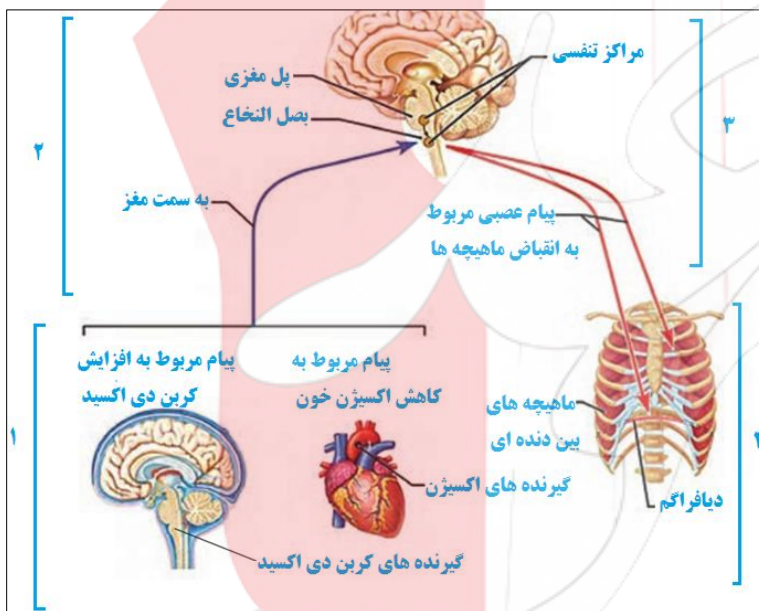
تنفس، مرکز دیگری هم دارد که در پل مغز، واقع است و با اثر بر مرکز تنفس در بصل النخاع، دم را خاتمه می دهد. مرکز تنفس در پل مغز می تواند مدت زمان دم را تنظیم کند. عامل دیگری که در پایان دم مؤثر است، پیامی است که از شش ها ارسال می شود. اگر شش ها بی شاز حد پر شوند، آنگاه ماهیچه های صاف دیواره نایژه ها و نایژک ها بیش از حد کشیده می شوند که خطرناک است. در این صورت، از این ماهیچه ها پیامی توسط عصب به مرکز تنفس در بصل النخاع ارسال می شود که بلافاصله ادامه دم را متوقف می کند.



- ✓ بصل انخاع ، پل مغزی و مغز میانی ، ساقه مغزی را تشکیل می دهند
- ✓ مراکز تنفس در ساقه مغزی قرار دارند یکی از این مراکز در پل مغزی و دیگری در بصل انخاع می باشد
- ✓ حرکات غیر ارادی تنفس در پل مغزی و بصل انخاع کنترل می شود و بخش ارادی تنفس تحت کنترل مخ می باشد
- ✓ مراکز تنفس در جلوی مخجه قرار دارد

- ✓ پل مغزی با تنظیم زمان دم می تواند با اثر بر مرکز تنفس در بصل انخاع، دم را خاتمه دهد
- ✓ سیستم عصبی بطور طبیعی میزان ورود و خروج گاز های تنفسی را بسته به نیازهای بدن تنظیم می کند.

افزایش کربن دی اکسید و کاهش اکسیژن خون، از دیگر عوامل مؤثر در تنظیم تنفس اند. در بصل انخاع گیرنده های حساس به افزایش کربن دی اکسید وجود دارد که با تحریک آنها آهنگ تنفس افزایش می یابد. در خارج از مغز، گیرنده هایی وجود دارند که به کاهش اکسیژن حساسند. این گیرنده ها بیشتر در سرخرگ آئورت و سرخرگ های ناحیه گردن که خون رسانی به سر و مغز را بر عهده دارند، واقع اند. چنانچه اکسیژن خون کاهش یابد، این گیرنده ها به بصل انخاع پیام عصبی ارسال می کنند.

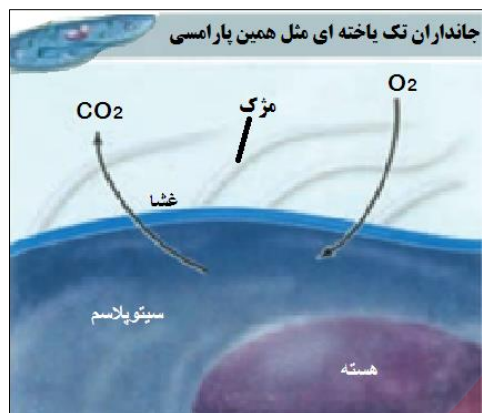


یکی از اهداف دستگاه تنفس تنظیم غلظت شیمیایی گاز های تنفسی محلول در خون می باشد. مراکز تنفسی نیز باید اطلاعاتی عصبی و شیمیایی را از سطح بدن دریافت نمایند تا بتواند پاسخ های مناسبی را در مقابل تغییرات شیمیایی حاصل از تنفس صادر نماید در ابتدای قوس آئورت و سرخ رگ های ناحیه گردنی گیرنده های حساس به کاهش اکسیژن و بخشی از بصل انخاع گیرنده های حساس به افزایش کربن دی اکسید در مسیر بیشترین گردش خون در بدن هستند هرچند که افزایش کربن دی اکسید در اولویت نسبت به کاهش اکسیژن قرار دارد در هر صورت با تحریک هریک از این گیرنده ها پیامی از طریق اعصاب مغزی به مراکز تنفس ارسال می شود این مراکز با ارسال پیام تحریکی به ماهیچه های تنفسی و شش ها باعث افزایش تنفس و جبران اختلال مورد نظر می شوند

تئوع تبادلات گازی

گفتار ۳

در تک یاخته ای ها و جانورانی مثل کرم پهن یا هیدر آب شیرین، گازها می توانند بین یاخته ها و محیط مبادله شوند. اما در سایر جانوران، ساختارهای تنفسی ویژهای مشاهده می شود که ارتباط یاخته های بدن را با محیط فراهم می کنند. در این جانوران، چهار روش اصلی برای تنفس مشاهده می شود که عبارت اند از تنفس نایدیسی (تراشه ای)، تنفس پوستی، تنفس آبششی و تنفس ششی.



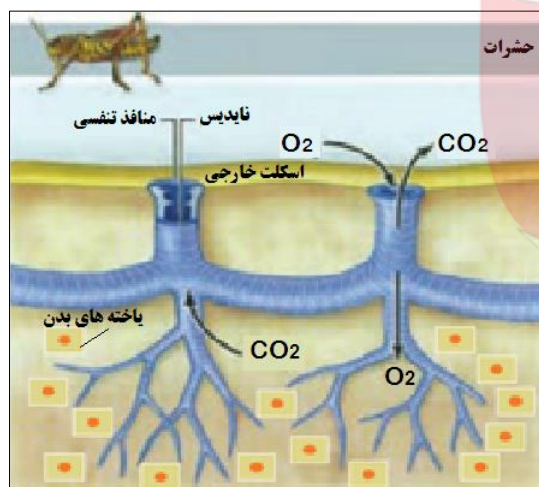
۱- در تک سلولی ها، تبادل گازهای تنفسی (جذب اکسیژن و دفع دی اکسید کربن) از طریق فرآیند انتشار صورت می گیرد.

۲- فرآیند انتشار بدون صرف انرژی زیستی انجام می شود ولی انرژی جنبشی مولکول های حل شونده در غشا باعث حرکت آن ها می شود

۳- بعضی از جانداران پرسلولی از همه ی سطح بدن برای تنفس استفاده می شود. (مانند هیدر آب شیرین و کرم های پهن)

تنفس نایدیسی

نایدیس ها، لوله های منشعب و مرتبط به هم هستند که از طریق منافذ تنفسی سطح بدن، به خارج راه دارند و معمولاً ساختاری جهت بستن منافذ دارند که مانع از هدر رفتن آب بدن می شود. منافذ تنفسی در ابتدای نایدیس قرار دارد. نایدیس به انشعابات کوچک تری تقسیم می شود. انشعابات پایانی، که در کنار تمام یاخته های بدن قرار می گیرند، بن بست بوده و دارای مایعی است که تبادلات گازی را ممکن می کند. چون متوسط فاصله یاخته ها از نایدیس های انتهایی، چند میکرون است، گازها بین نایدیس و یاخته های بدن از طریق انتشار مبادله می شوند. این نوع تنفس در بی مهرگان خشکی زی مانند حشرات و صدپایان وجود دارد. در این جانوران (بی مهرگان خشکی زی) دستگاه گردش مواد، نقشی در انتقال گازهای تنفسی ندارد.



۱. حشرات دارای تنفس نایدیسی هستند که در آن لوله هایی درونی به نام نایدیس تشکیل شده است که شاخه های آن در سراسر بدن منشعب می شوند تا شاخه ی انتهایی به سلول ها می رسند.

۲. در تنفس نایدیسی تبادل گازها مستقیماً بین انتهای انشعاب ها و سلول ها انجام می گیرد و نیازی به همکاری سیستم گردش مواد نیست.

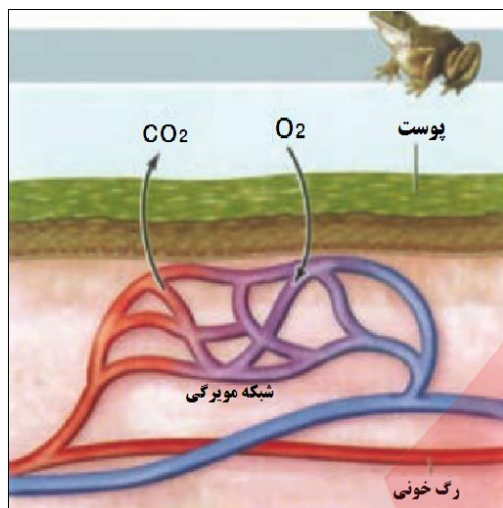
۳. تنفس نایدیسی ساده ترین و کارآمدترین سیستم تنفسی جانوران محسوب می شود

۴. منافذ تنفسی در این سامانه درون بدن قرار ندارند و قابلیت باز و بسته شدن دارند.



تنفس پوستی

بی مهرگانی نظیر کرم خاکی که در محیط های مرطوب زندگی می کنند از تبادلات پوستی استفاده می کنند. کرم خاکی دارای شبکه مویرگی زیرپوستی با مویرگ های فراوان است و گازها را با هوای درون فضاهای خالی بین ذرات خاک، تبادل می کند. در دوزیستان، بیشتر تبادلات گازی از طریق پوست است. پوست دوزیستان ساده ترین ساختار در اندام های تنفس مهره داران است. در قورباغه ها، شبکه مویرگی یکنواخت و وسیعی در زیر پوست قرار دارد که تبادل گازها را با محیط آسان می کند ماده مخاطی لغزنده که پوست دوزیستان را مرطوب نگه می دارد، به افزایش کارایی تنفس پوستی کمک می کند.

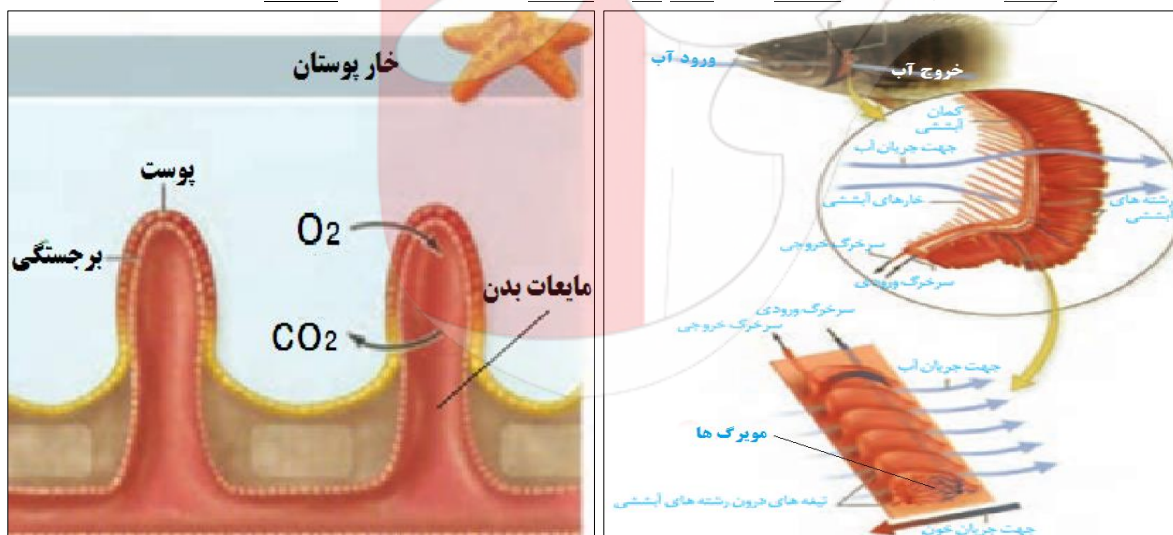


جانداران دارای تنفس پوستی باید:

- ✓ در محیط مرطوب و یا آبی زندگی کنند تا پوستی مرطوب داشته باشند تا گازها به راحتی حل شده و تبادل شوند.
- ✓ جثه ی آنها باید کوچک باشد تا نسبت سطح به حجم بالا باشد تا سطح بتواند نیازهای حجم را فراهم کند.
- ✓ برای افزایش سطح بدن دراز یا پهن شده باشند.
- ✓ پوست باید مویرگهای فراوان داشته باشد.
- ✓ پوست بسیار نازک باشد.

تنفس آبششی

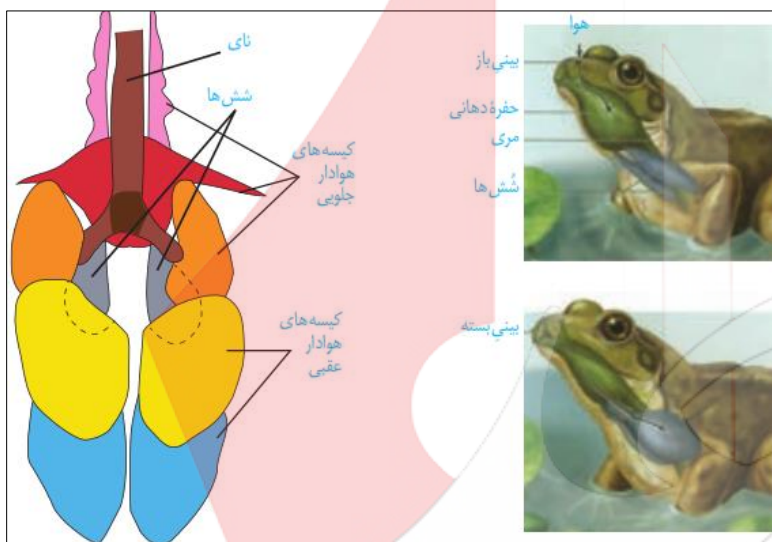
ساده ترین آبشش ها، برجستگی های کوچک و پراکنده پوستی هستند، مانند آبشش های ستاره دریایی در سایر بی مهرگان (آبی)، آبشش ها به نواحی خاص محدود می شوند. ماهیان بالغ و نوزاد دو زیستان آبشش دارند. تبادل گاز از طریق سطوح آبشش، بسیار کارآمد است. جهت حرکت خون در مویرگ ها، و عبور آب در طرفین تیغه های آبششی، برخلاف یکدیگر است.



تنفس آبششی در ماهی به تفاوت جهت حرکت آب و خون دقت کنید خار های آبششی از خروج مواد غذایی از شکاف آبششی جلوگیری می کند

تنفس ششی

نرم تنانی مانند حلزون و لپسه از بی مهرگان خشکی زی هستند که برای تنفس، از شش استفاده می کنند. در مهره داران خشکی زی، شش ها جایگزین آبشش ها شدند. بیشتر جانوران ساز و کارهایی دارند که باعث می شود جریان پیوسته ای از هوای تازه در مجاورت سطح تنفسی برقرار شود که به ساز و کارهای تهویه ای شهرت دارند. مهره داران دو نوع ساز و کار متفاوت در تهویه دارند؛ مثلاً قورباغه به کمک ماهیچه های دهان و حلق، با حرکتی شبیه قورت دادن هوا را با فشار به شش ها می راند؛ به این ساز و کار پمپ فشار مثبت می گویند. در انسان ساز و کار فشار منفی وجود دارد که در آن، هوا به وسیله مکش حاصل از فشار منفی، به شش ها وارد می شود. پرندگان به علت پرواز، نسبت به سایر مهره داران انرژی بیشتری مصرف می کنند و بنابر این به اکسیژن بیشتری نیاز دارند. پرندگان علاوه بر شش، دارای ساختارهایی به نام کیسه های هوادار هستند که کارایی تنفس آنها را نسبت به پستانداران افزایش می دهد.



- ✓ پرندگان می توانند در ارتفاع ۹ کیلومتری سطح زمین که سرمای شدید و کمبود اکسیژن حاکم است پرواز کنند.
- ✓ سازگاری های پرندگان برای این حالت عبارتند از:
 - ✓ کارایی بالای شش های آنها
 - ✓ قدرت پیوستگی زیاد بین هموگلوبین و اکسیژن در آنها
 - ✓ تعداد مویرگهای بسیار فراوان در شش ها و ماهیچه های پروازی آنها
 - ✓ وجود ماده ای شبیه به هموگلوبین به نام میوگلوبین در ماهیچه های پروازی آنها که همیشه مقداری اکسیژن را در ماهیچه ها ذخیره می کنند.
- ✓ دلیل کارایی بالای شش ها در پرندگان این است که جریان هوا در شش های پرندگان یک طرفه و از عقب به سمت جلو است.
- ✓ ساختمان دستگاه تنفس پرندگان تشکیل شده است از تعدادی کیسه های هوایی (۹ عدد) عقبی و جلویی و شش ها.
- ✓ مکانیسم تنفس در پرندگان به این صورت است که:
 - ✓ در هنگام دم، حدود ۷۰٪ هوا وارد کیسه های هوایی عقبی می شود و هوای تهویه شده از داخل شش ها به کیسه های هوایی جلویی (پیشین) منتقل می شود.
 - ✓ در هنگام بازدم، هوای تهویه نشده از کیسه های هوایی عقبی وارد شش ها می شود و در همان حال، هوای تهویه شده ی موجود در کیسه های هوایی جلویی تخلیه شده و از بدن خارج می شود.

