جزوه‌ی کنکور ۱۴۰۰ دکتر معصوم‌نیا

فصل ۳ دهم: تبادلات گازی

گفتار نخست: دستگاه تنفس

ترمینولوژی

خون تیره: خون کم‌اکسیژن

خون روشن: خون پراکسیژن

تنفس یاخته‌ای: سوزاندن ماده‌ای آلی جهت تولید انرژی زیستی

بخش هادی: بخش هدایت‌کننده‌ی هوا در مجاری هوایی

بخش مبادله‌ای: بخش مبادله‌کننده‌ی گازهای تنفسی در مجاری هوایی

اپی‌گلوت: ساختار غضروفی ابتدای حنجره که سبب باز و بسته شدن آن می‌شود.

نایژه‌های اصلی: راه‌هوایی وارد شده به شش‌ها

نایژک: قسمتی از راه هوایی که فاقد غضروف می‌باشد.

نایژک انتهایی: آخرین قسمت بخش هادی راه هوایی.

نایژک مبادله‌ای: نایژکی که بر روی آن حبابک‌ها قرار می‌گیرند.

کیسه‌ی حبابکی: کیسه‌ای از حبابک‌های کنار هم

ماکروفاژ (درشت خوار): نوعی یاخته‌ی ایمنی غیراختصاصی

عامل سطح فعال (سورفاکتانت): ماده‌ی مترشحه از یاخته‌ها نوع دوم دیواره‌ی حبابک سبب تسهیل دم می‌شود.

هموگلوبین: مولکولی پروتئینی در گویچه‌ی قرمز که حامل گازهای تنفسی است.

گازگرفتگی: مسمومیت با گاز مونواکسید کربن

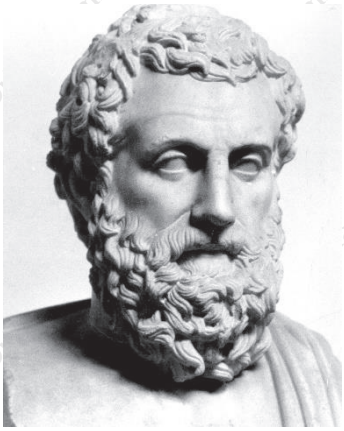
کربنیک انیدراز: آنزیمی درون گویچه‌های قرمز که سبب تولید یا ترکیب دی‌اکسید کربن و آب می‌شود.

تبادلات گازی

همه‌ی جانوران برای زنده ماندن با محیط اطراف خود تبادلات گازی انجام می‌دهند ولی بسیاری از آن‌ها نفس می‌کشند! منظور از تبادلات گازی گرفتن اکسیژن و از دست دادن دی‌اکسید کربن است و منظور از نفس کشیدن مبادله‌ی گازهای تنفسی با کمک حرکات تنفسی است.

ساز و کار دستگاه تنفس در انسان

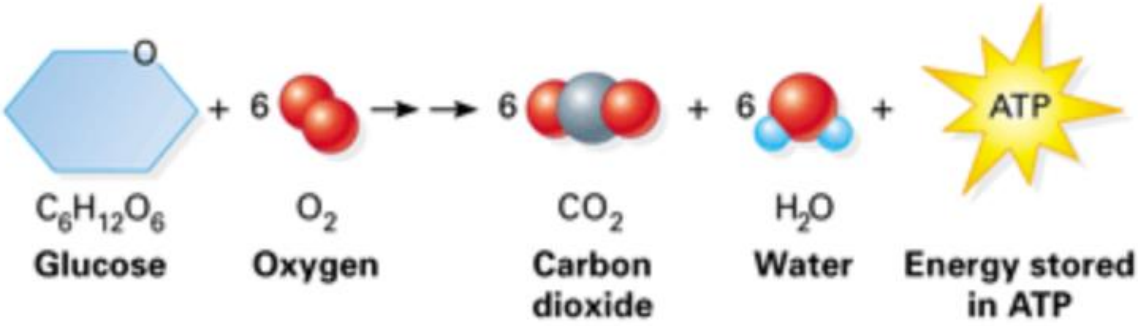
چرا نفس می‌کشیم؟ ارسطو معتقد بود: ۱- نفس کشیدن باعث خنک شدن قلب می‌شود. ۲- هوا از یک نوع گاز تشکیل شده است. ۳- هوای دمی و بازدمی ترکیب شیمیایی یکسانی دارند.



- طبق تفکرات ارسطو می‌توان نتیجه گرفت دمای هوای دمی از هوای بازدمی کمتر است.
- هوای دمی و بازدمی تفاوت دارند. هوای دمی اکسیژن بالا دی‌اکسید کربن کم و هوای بازدمی دی‌اکسید کربن بیشتر و اکسیژن کمتری دارد.

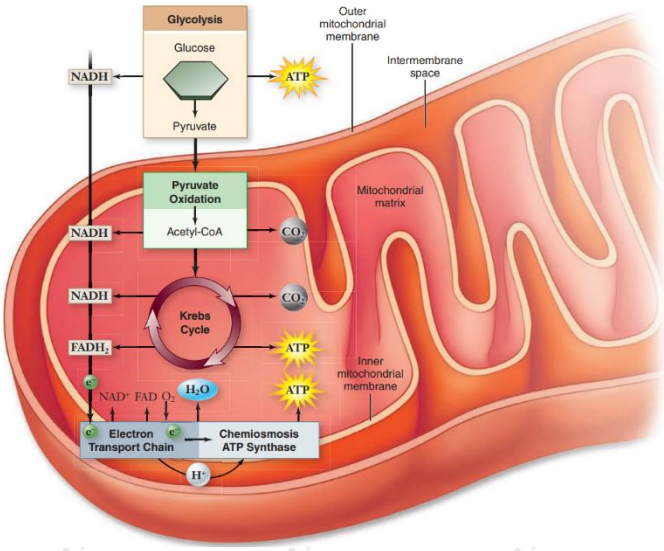
دستگاه تنفس زمینه را برای تبادل گازهای تنفسی با خون را فراهم می‌کند. با کمک دستگاه تنفس خون تیره به خون روشن تبدیل می‌شود. خون تیره خون کم‌اکسیژن و خون روشن خون پراکسیژن است .

- حامل گازهای تنفسی در خون مولکولی آهن‌دار به نام هموگلوبین است. با ایجاد پیوند اکسیژن با آهن خون رنگ روشن‌تری پیدا می‌کند. به تیراهن و زنگ آهن فکر کنید!
- با کمک دستگاه تنفس و گردش مواد همواره با یاخته‌های بدن اکسیژن می‌رسد و کربن دی‌اکسید از آن‌ها دور می‌شود.



دلیل اصلی‌ای که ما به اکسیژن نیاز داریم، تولید انرژی است. یاخته‌های بدن ما با انجام واکنشی به نام تنفس یاخته‌ای انرژی تولید می‌کنند.

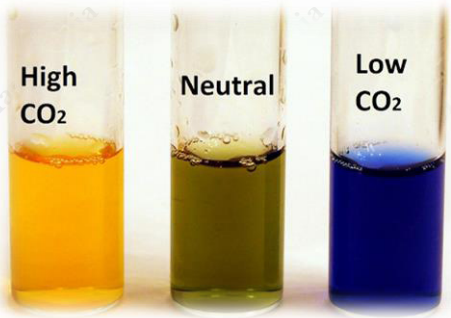
- در تنفس یاخته‌ای اکسیژن مصرف و دی‌اکسید کربن تولید می‌شود.



- در تنفس یاخته‌ای منبع تامین انرژی مولکول‌های آلی‌ای چون گلوکز، لیپید و پروتئین است.
- تنفس یاخته‌ای طی واکنش‌های متعددی در مراحل مختلفی انجام می‌شود. اولین مرحله از تنفس یاخته‌ای گلیکولیز نام دارد که در تمام یاخته‌هایی زنده رخ می‌دهد. طی گلیکولیز گلوکز در ماده‌ی زمینه‌ای سیتوپلاسم تجزیه می‌شود و پیوندهای درون گلوکز شکسته می‌شوند.
- اگر طی تنفس دی‌اکسید کربن دفع نگردد، در بدن ما این مولکول با آب ترکیب می‌شود با تولید اسید کربنیک باعث اسیدی‌تر شدن pH خون می‌گردد. تغییر pH سبب تغییر شکل سه بعدی و در نتیجه عملکرد پروتئین‌های خون می‌گردد و می‌تواند برای انسان مرگبار باشد.
- افزایش دی‌اکسید کربن از کاهش اکسیژن خطرناک‌تر است.

آیا هوای دمی و بازدمی متفاوت است؟

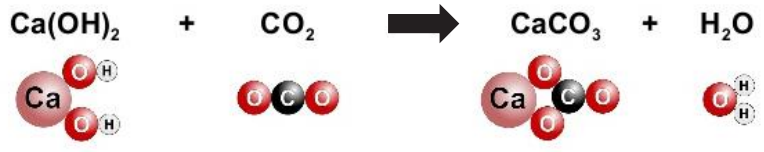
هوای دمی و بازدمی متفاوت هستند. در هوای بازدمی میزان دی‌اکسید کربن بیشتر و میزان اکسیژن کمتر است.

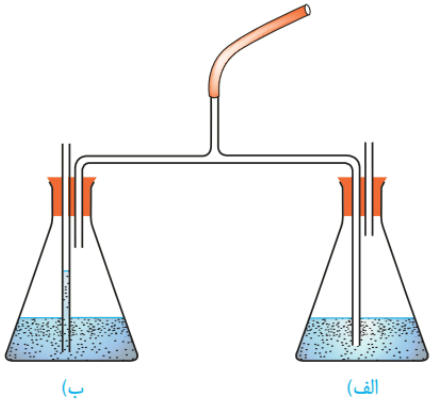


رنگ Bromothymol Blue در pH های مختلف

- معرف‌های دی‌اکسیدکربن: آب آهک و Bromothymol Blue
- آب آهک در حالت عادی شفاف و بی‌رنگ است و در حضور کربن‌دی‌اکسید شیری رنگ می‌شود.
- Bromothymol Blue در حالت عادی آبی و در حضور دی‌اکسید کربن با اسیدی‌تر شدن محلول به رنگ زرد تغییر می‌کند.

تغییر رنگ آب آهک در حضور دی‌اکسید کربن



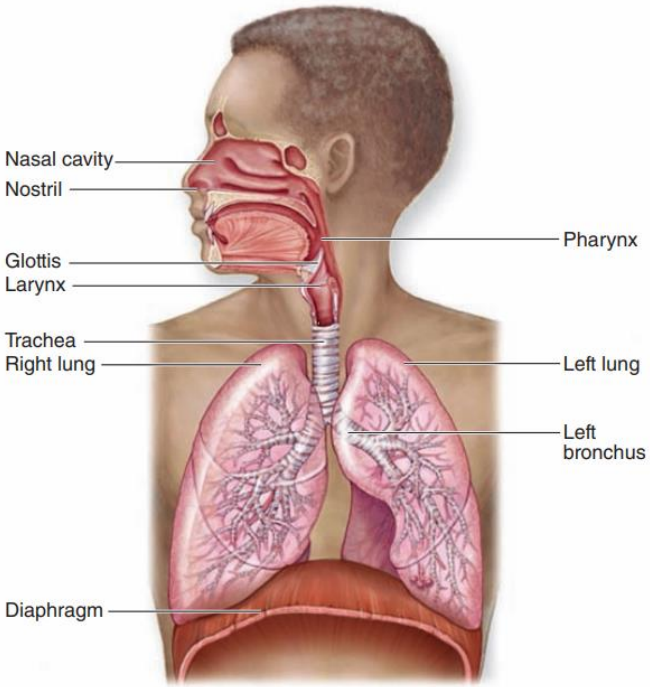


- در تصـــویر مقابل با هوای دمی در طرف «ب» وارد و هوای بازدمی در سمت «الف» وارد شناساگر می‌شود. از این جهت طرف «الف» زودتر تغییر رنگ می‌دهد.

بخش‌های عملکردی دستگاه تنفس

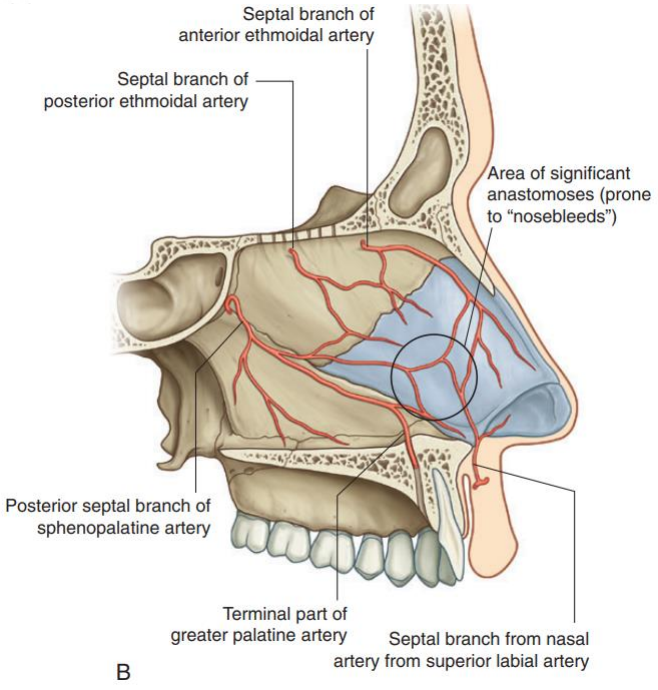
از نظر عملکردی دستگاه تنفس به دو بخش هادی و مبادله‌ای تقسیم می‌شود.

بخش هادی: این قســمت از دســتگاه تنفســی وظیفه‌ی هدایت هوا از بیرون به درون دســتگاه تنفس و بلعکس بر عهده دارد. در حین هدایت هوا ناخالصــی‌های آن یعنی میکروب‌ها و گرد و غبار تا حدی گرفته و در عین حال گرم و مرطوب می‌شود تا آماده‌ی مبادله‌ی گازهای تنفسی با خون شود.



- از ابتـدای بینی تـا انتهای نـایژک‌های انتهـایی جزو بخش هادی دستگاه تنفس است.
- در ابتدای بینی پوست نازک مودار قرار دارد.
- با پایان یافتن این پوست بافت پوشـشـی مخاطی مژکـدار راه هـوایـی آغـاز مـی‌شـــود و در طول نایژک‌های مبادله‌ای به پایان می‌رسد.
- ترشحات مخاطی سبب به دام افتادن گرد و غبار و میکروب‌ها می‌گردد.
- مژک مـانـنـد جـارو می‌مـانـد و راه هوایی را جـارو می‌کند! زنش مژک‌ها ماده‌ی مخاطی و مواد به دام افتاده در آن را به سمت حلق هدایت می‌کند.
- سـقف بینی فاقد یاخته‌های پوشـشـی مژکدار اسـت. در سـقف بینی گیرنده‌های بویایی (نورون) مژکدار داریم.
- وجود ماده‌ی مخاطی سبب مرطوب شدن هوای ورودی به دستگاه تنفس می‌شود.
- گازهای تنفسی تنها در صورتی مبادله می‌شوند که محلول در آب باشند.
- یک قطره عطر برای اینکه در اتاق منتشر شود ابتدا باید بخار شود!

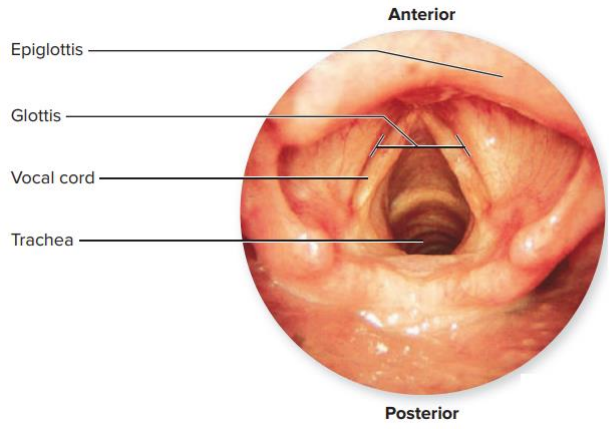
بینی



بینی با داشتن شبکه‌ی وسیع عروقی در دیواره‌ی داخلی خود سبب تنظیم دمای هوای ورودی به دستگاه تنفس می‌گردد.

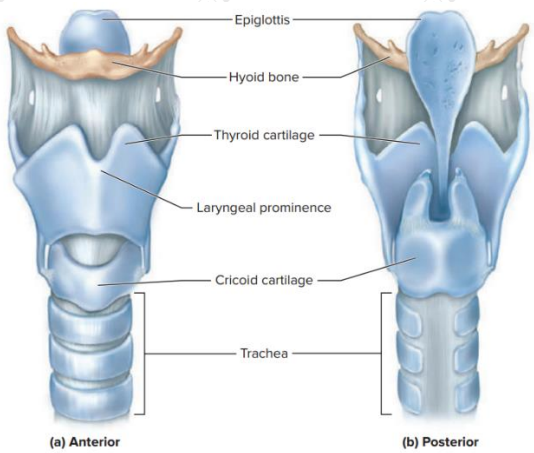
- یکی از عوامل مهم در تبادل گازهای تنفسی دما است. دمای پایین هوای ورودی به دستگاه تنفسی می‌تواند تبادل گاز را کاهش دهد. شبکه‌ی عروقی موجود در دیواره‌ی درونی بینی سبب کاهش اختلاف دمای ورودی با دمای بدن می‌گردد.
- رگ‌های موجود در دیواره‌ی درونی بینی دیواره‌ی نازک دارند و این رگ‌ها بسیار سطحی هستند و منشا بیشتر خونریزی‌های بینی هستند.

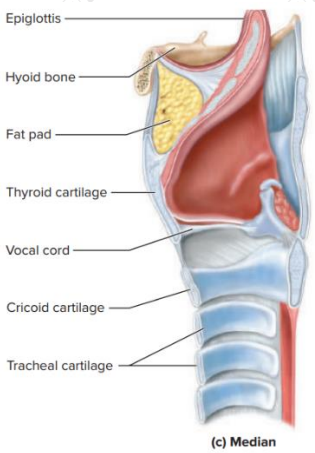
حنجره



هوا پس از بینی از طریق حلق به حنجره می‌رسد. حنجره محلی در ابتدای نای است راه ورودی آن توسط ساختاری غضروفی به نام اپی‌گلوت (برچاکنای) باز و بسته می‌شود.

- درپوش = اپی‌گلوت
- حنجره دیواره‌ی تماماً غضروفی دارد.
- اپی‌گلوت در هنگام بلع پایین میاید و از ورود غذا به حنجره جلوگیری می‌کند.
- پرده‌ی صوتی قسمتی از حنجره است.

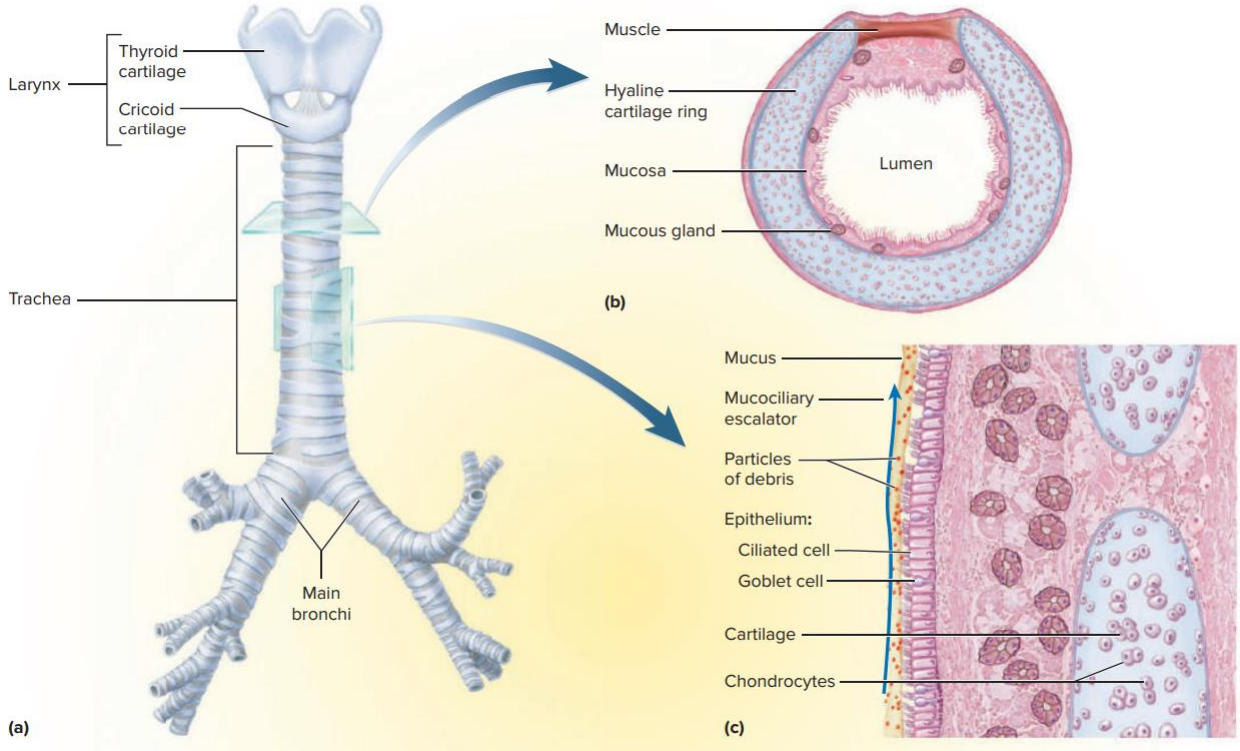




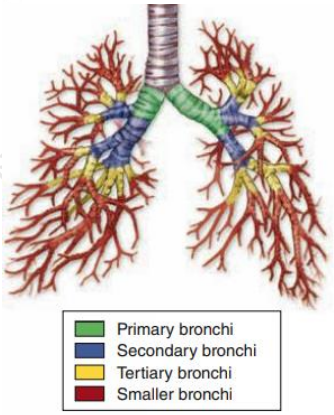
نای

نای لوله‌ای غضروفی است که در جلوی مری قرار گرفته است. دیواره‌ی غضروفی نای باعث می‌شود تا همواز باز باشد و اجازه‌ی عبور هوا را بدهد. دیواره‌ی نای ساختار کم و بیش مشابهی با دیواره‌ی لوله‌ی گوارش دارد و از ۴ لایه تشکیل شده است:

۱- مخاط ۲- زیرمخاط ۳- لایه‌ی غضروفی، عضلانی ۴- لایه‌ی پیوندی بیرونی



- بافت پوششی لایه‌ی مخاطی نای تعداد بیشتری یاخته‌های مژکدار و تعداد کمتری یاخته‌های بدون مژک دارد. این بافت پوششی می‌تواند در قسمت‌هایی، غده‌های مخاطی رو تشکیل دهد و در لایه‌ی زیرین یا همان زیر مخاط نفوذ کند.
- در مقطع عرضی دیواره‌ی نای در لایه‌ی زیرمخاط غدد ترشحی، عروق و اعصاب دیده می‌شوند.
- در لایه‌ی غضروفی – عضلانی قسمت غضروفی در سمت جلو و قسمت عضلانی در قسمت عقبی به سمت مری قرار گرفته است.
- حلقه‌ی غضروفی دیواره‌ی نای بصورت ناقص و نعل اسبی یا C مانند است. دهانه‌ی این C به سمت مری قرار گرفته است.
- قسمت عضلانی لایه‌ی سوم اجازه می‌دهد تا نای قطر خود را تا حدی تغییر دهد. برای مثال اگر لقمه‌ی غذا بزرگ باشد این قسمت عضلانی به سمت نای برجسته می‌شود یا اگر فرد دم عمیق انجام دهد این لایه‌ی عضلانی به سمت مری برجسته می‌شود.
- لایه ی پیوندی بیرونی نای می‌تواند در قسمت‌هایی با لایه‌ی پیوندی بیرونی مری یکی شود.



نای در انتهای مسیر خود در پشت جناع به دو شاخه تقسیم می‌شود. هر کدام از این شاخه‌های وارد یکی از ریه‌های می‌شوند. به این شاخه‌های نایژه‌ی اصلی گفته می‌شود.

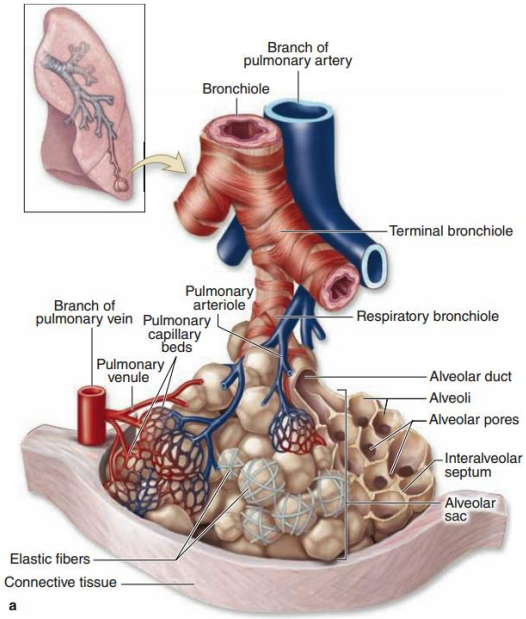
- در ابتدای هر نایژه‌ی اصلی، در ساختار دیواره‌ی آن، حلقه‌ی غضروفی کامل دیده می‌شود.
- در شش‌ها هر نایژه‌ی اصلی به چندین نایژه‌ی کوچکتر تقسیم می‌شود که نایژه‌ی فرعی نام دارند.
- با کوچکتر شدن قطر نایژه‌ها، از میزان غضروف دیواره‌ی آن‌ها کاسته می‌شود.

نایژک‌ها

در ادامه‌ی نایژه‌های فرعی، زمانی که دیواره تمام غضروف خود را از دست می‌دهد، نایژه به نایژک تبدیل می‌شود. در دیواره‌ی نایژک‌ها به جای غضروف رشته‌های کشسان و عضلات صاف جایگزین می‌گردد و برای همین موضوع توانایی تغییر قطر بیشتری دارند.

- نایژک‌ها اگر حبابک داشته باشند نایژک‌های مبادله‌ای و در غیر این صورت نایژک‌های انتهایی نامیده می‌شوند.
- آخرین انشعاب از بخش هادی دستگاه تنفس، نایژک‌های انتهایی است.
- نایژک‌ها می‌توانند هوای ورودی و خروجی به دستگاه تنفس را تنظیم کنند.

بخش مبادله‌ای



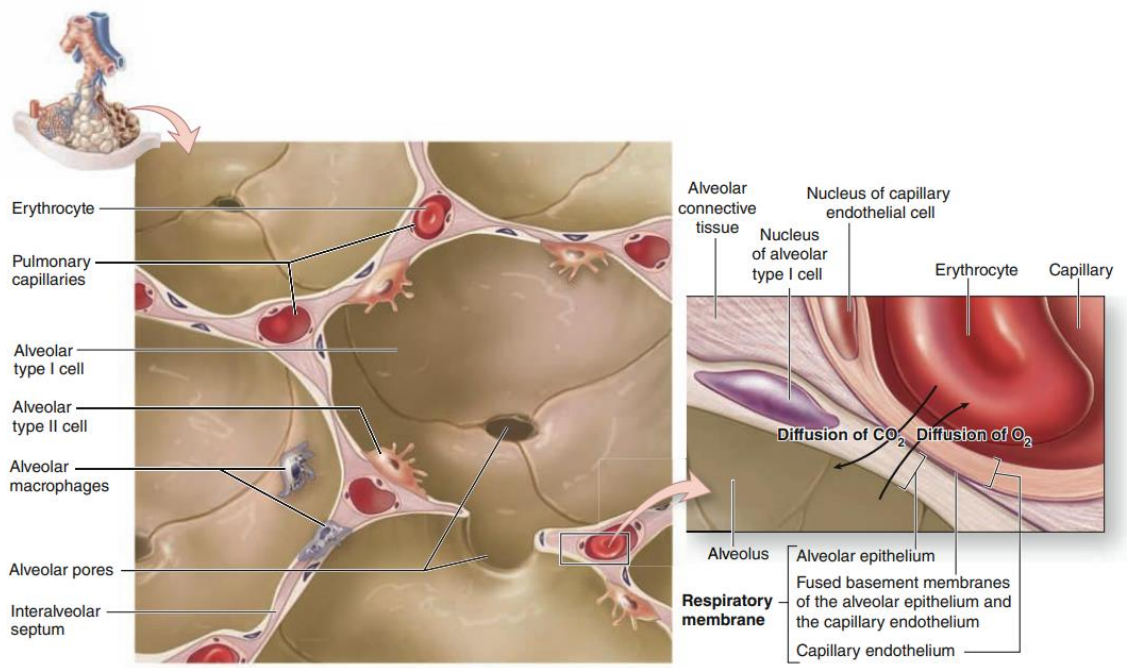
قسمتی از راه‌هوایی که شامل حبابک‌ها می‌شود را بخش مبادله‌ای می‌گوییم. در بخش مبادله‌ای حبابک‌ها بر روی ساختارهایی به نام نایژک‌ها مبادله‌ای قرار می‌گیرند.

- حبابک‌ها در بخش مبادله‌ای به دو صورت دیده می‌شوند: ۱- اجتماع خوشه انگوری ۲- تک‌تک
- اجتماع حبابک‌ها در انتهای نایژک‌های مبادله‌ای را کیسه‌ی حبابکی می‌گوییم.
- مخاط مژکدار در طول نایژک‌های مبادله‌ای به پایان می‌رسد.

- حبابک به جای ماده‌ی مخاطی ماکروفاژ دارد که آخرین خط دفاع دستگاه تنفسی می‌باشد.
- ماکروفاژ توانایی فاگوسیتوز و حرکت دارد. این یاخته‌ها در قسمت‌های مختلف بدن از جمله پوست، کبد، حبابک‌ها و نایژک‌ها دیده می‌شوند.

حبابک‌ها کیسه‌ای از بافت پوششی هستند که با ورود هوا افزایش حجم و خروج هوا دچار کاهش حجم می‌شوند. در دیواره‌ی حبابک‌ها دو نوع یاخته وجود دارد: ۱- یاخته‌ی نوع یک ۲- یاخته‌ی نوع دو

یاخته‌های دیواره‌ی حبابک	نوع بافت پوششی	وظیفه	فراوانی
نوع یک	سنگفرشی ساده	تبادل گازها	۹۵ درصد
نوع دو	مکعبی ساده	ترشح سورفاکتانت	۵ درصد



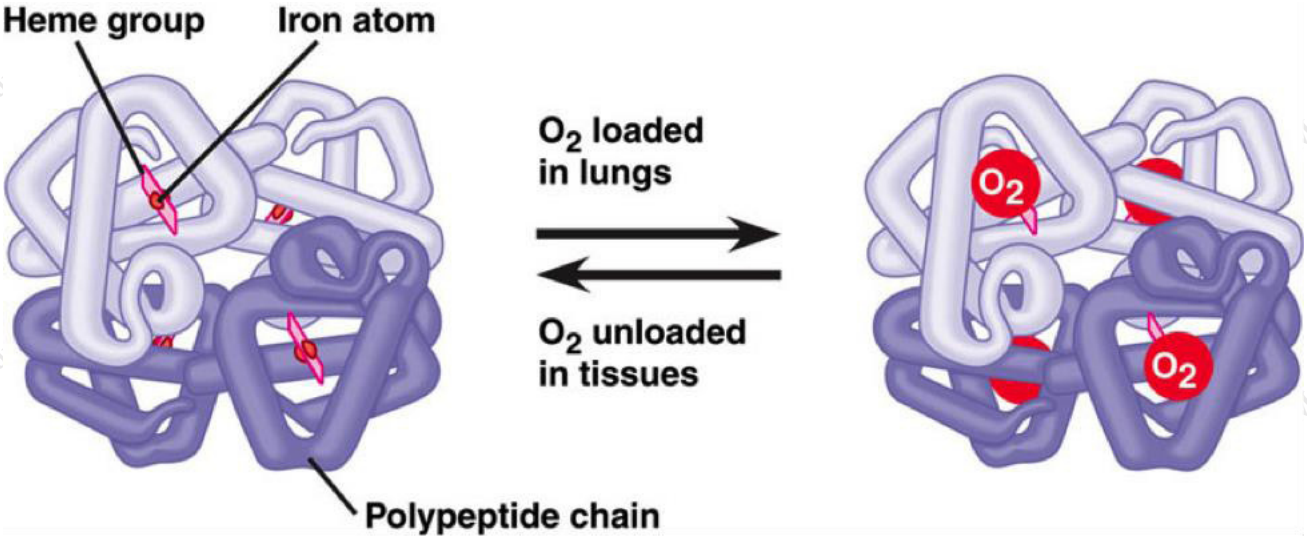
- در سطح درونی حبابک‌ها لایه‌ی نازکی از آب وجود دارد. این لایه‌ی نازک آب بدلیل ایجاد نیروی کشش سطحی از افزایش حجم حبابک‌ها جلوگیری می‌کند. تولید سورفاکتانت در انتهای دوران جنینی سبب می‌شود تا حبابک‌ها بهتر باز شوند.
- در صورت اختلال در تولید سورفاکتانت یا تولد زودرس نوزاد، فرد دچار سندرم زجر تنفسی می‌شود و نمی‌تواند به خوبی نفس بکشد. در این سندم حین بازدم به جای خروج هوا از ریه‌ها از هوا از حبابک‌های کوچکتر به حبابک‌های بزرگتر می‌رود. چرا؟
- در بین حبابک‌ها منافذی وجود دارد که از ترکیدن آن‌ها جلوگیری می‌کند.

در سطح بیرونی حبابک‌ها شبکه‌ی مویرگی وسیعی وجود دارد که امکان تبادل گازهای تنفسی را به خون ممکن می‌کند. غشای پایه‌ی بافت پوششی سنگفرشی مویرگ‌ها و غشای پایه‌ی یاخته‌های نوع یک بصورت مشترک است تا با کاهش مسافت انتشار گازهای تنفسی بهتر رخ دهد.

حمل گازها در خون

برای جابه‌جایی گازهای تنفسی در خون گویچه‌های قرمز نقش ویژه‌ای بازی می‌کنند. این یاخته‌های خونی از مولکول پروتئینی به نام هموگلوبین پر شـــده‌اند. هموگلوبین بیشـــترین نقش را برای جابه‌جایی اکسیژن در خون برعهده دارد. از سمت دیگر گویچه‌های قرمز آنزیمی دارند به نام انیدراز کربنیک که سبب تغییر دی‌اکسید کربن می‌شود. از این رو در جابه‌جایی این گاز هم نقش بسیار زیادی دارند.

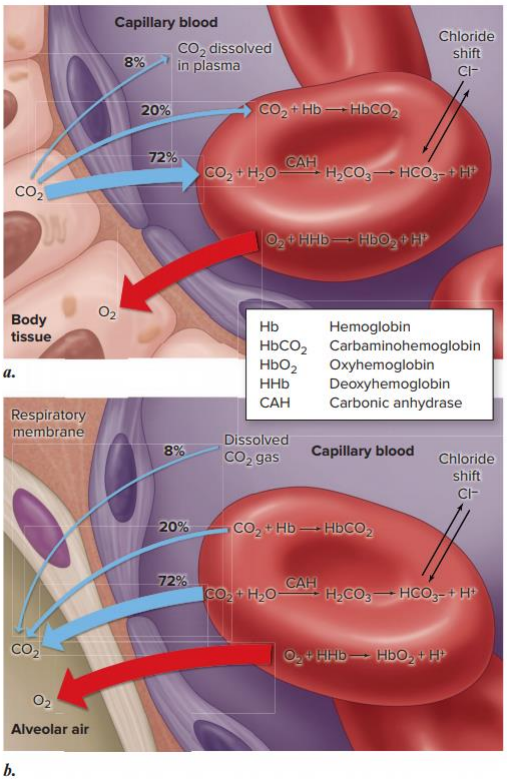
	O_2 در خون روشن	CO_2 در خون تیره
متصل به هموگلوبین	۹۷٪	۲۳٪
محلول در پلاسما	۳٪	۷٪
HCO_3^-	-	۷۰٪



هموگلوبین مولکولی اســت که ۴ زنجیره‌ی پروتئینی تشـکیل شـده اسـت. معمولاً دو زنجیره‌ی آن زنجیره‌ی آلفا و دو زنجیره‌ی آن زنجیره‌ی بتا هستند. به هر زنجیره‌ی هموگلوبین یک گروه هم متصل است. گروه هم مولکولی آلی ولی غیرپروتئینی است. در هر گروه هم یک یون آهن فرو (Fe^{+2}) وجود دارد.

- به هر آهن موجود در گروه هم یک مولکول اکسیژن متصل می‌شود.
- محل اتصال دی‌اکسید کربن در مولکول هموگلوبین، زنجیره‌های پروتئینی است.
- با اتصال هموگلوبین به مولکول‌هایی چون اکسیژن و دی‌اکسید کربن شکل آن تغییر می‌کند.
- اتصال گازهای اکسیژن و دی‌اکسید کربن به هموگلوبین برگشت پذیر است.
- اتصال گازهای تنفسی به هموگلوبین تابع غلظت گاز، pH و دما است.

- محل اتصال گازهای تنفسی مونوکسید کربن و اکسیژن به هموگلوبین یکسان است و چون affinity مولکول مونوکسیدکربن به هموگلوبین ۴۰۰ برابر اکسیژن است در با سوختن ناقص سوخت‌های فسیلی و تولید مونوکسید کربن، فرد دچار مسمومیت با مونوکسید کربن و خفگی می‌شود! مرگ با مونوکسید کربن به مرگ خاموش معروف است.
- برای درمان مسمومیت با کربن از اکسیژن تراپی استفاده می‌شود.
- در مجاورت بافت‌های بدن، اکسیژن آزاد و دی‌اکسید کربن جذب هموگلوبین می‌شود.
- آنزیم انیدراز کربنیک در کنار بافت‌ها سبب ترکیب دی‌اکسید کربن و آب می‌شود. حاصل این واکنش H_2CO_3 است که بصورت خودبه‌خودی به H^+ و HCO_3^- تبدیل می‌شود. در کنار حبابک‌ها آنزیم انیدراز کربنیک واکنش را بصورت عکس انجام می‌دهد و سبب آزاد شدن دی‌اکسید کربن از بی‌کربنات می‌شود.
- مولکول‌های پروتئینی نامحلول در پلاسما مانند هموگلوبین و مولکول‌های محلول پلاسما مانند گلوبولین‌ها با داشتن بارهای الکتریکی منفی می‌توانند یون هیدروژن را به سمت خود جذب کنند و مانع از اسیدی شدن pH خون شوند.



گفتار دوم: تهویه‌ی ششی

ترمینولوژی

پرده‌ی جنب: پرده‌ای از جنس بافت پیوندی در که سبب اتصال ریه‌ها به قفسه‌ی سینه می‌شود.

مایع جنب: مایعی در اطراف ریه‌ها

پیروی از حرکات قفسه‌ی سینه: پیروی ریه‌ها از حرکات قفسه‌ی سینه بدلیل حضور پرده‌ی جنب

ویژگی کشسانی: خاصیت کشسانی شش‌ها بدلیل حضور بافت‌ها پیوندی

اسپیرومتر: دستگاهی برای اندازه‌گیری حجم‌های تنفسی

اسپیروگرام: نموداری از حجم‌های تنفسی

حجم جاری: حجمی از هوا که طی دم و بازدم عادی از طریق راه‌هوایی جابه‌جا می‌شود.

حجم تنفسی در دقیقه: میزان جابه‌جایی حجم جاری در یک دقیقه

حجم ذخیره‌ی بازدمی: حجمی از هوا که با بازدم عمیق از شش‌های خارج می‌شود.

حجم باقی‌مانده: حجمی از هوا که در حبابک‌ها باقی می‌ماند.

هوای مرده: قسمتی از هوای جاری که در قسمت هادی می‌ماند.

ظرفیت حیاتی: مقدار هوایی اســـت که پس از یک دم عمیق و با یک بازدم عمیق می‌توان از شش ها خارج کرد.

ظرفیت تام: حداکثر مقدار هوایی است که شش ها می‌توانند در خود جای دهند و برابر است با مجموع ظرفیت حیاتی و حجم باقیمانده.

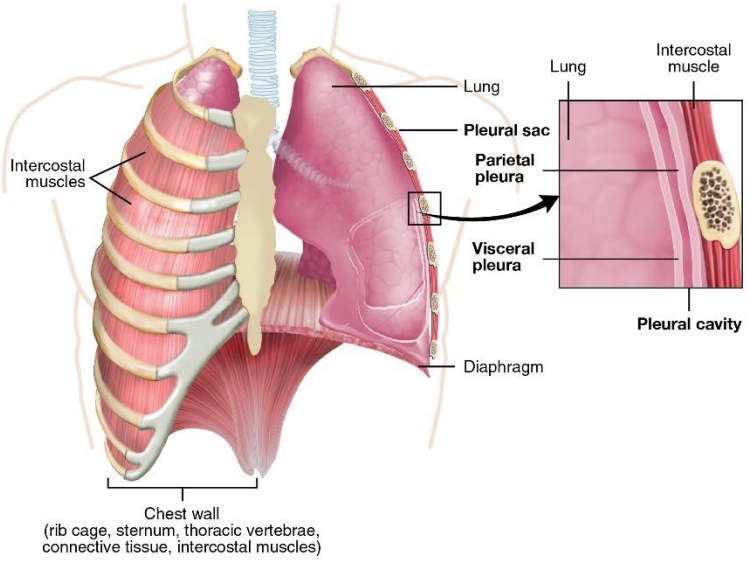
سازو کارهای تهویه‌ای: پمپ فشار مثبت و منفی

شش‌ها

شش‌ها مهم‌ترین اندام تنفسی موجود در بدن هستند که به فرایند تهویه‌ی ششی کمک می‌کنند. این اندام‌ها درون قفسه‌ی سینه در طرفین قلب و بالای دیافراگم قرار دارند.

- تهویه‌ی ششی شامل ۱- دم و ۲- بازدم می‌شود.
- حجم بیشتر شش‌ها را (۷۰ درصد) حبابک‌های تشکیل می‌دهد.
- بدلیل وجود حبابک‌ها، شش‌ها ساختاری اسفنج‌گونه دارند.
- به جز راه هوایی و اجزای آن در شش‌ها مقدار زیادی از بافت پیوندی کشسان در شش‌ها وجود دارد.
- به دلیل وظیفه‌ی شش‌ها مویرگ‌ها فراوان خونی مانند تارعنکبوت در اطراف حبابک‌ها قرار دارد از همین رو از بافت‌های فراوان شش‌های محسوب می‌شود.

پرده‌ی جنب

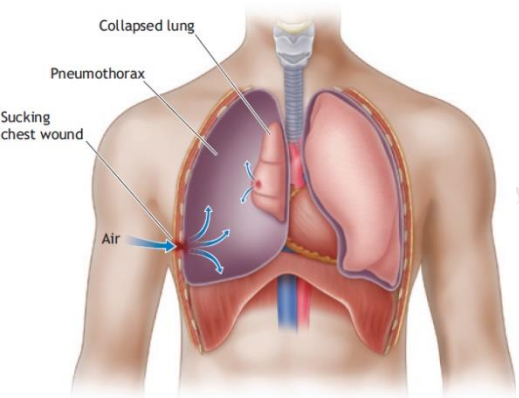


در اطراف شش‌ها پرده‌ای به نام پرده‌ی جنب وجود دارد. این پرده سبب تسهیل تهویه‌ی ششی می‌شود.

- پرده‌ی جنب دو لایه دارد:

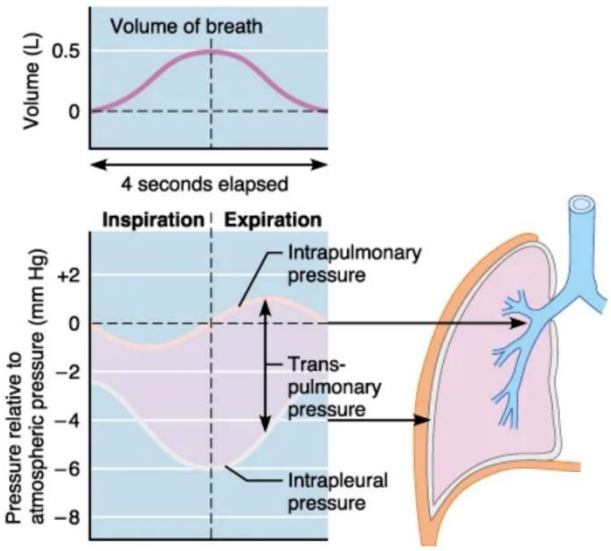
۱- لایه‌ی داخلی ۲-لایه‌ی خارجی

- لایه‌ی داخلی پرده‌ی جنب به دیواره‌ی شش‌ها و لایه‌ی خارجی به دیواره‌ی قفسه‌ی سینه متصل است.
- در بین دو پرده‌ی جنب مایعی وجود دارد که فشار آن نسبت به جو کمتر است یا به عبارتی فشار مایع جنب منفی است.
- چرا فشار مایع جنب منفی است؟
- وجود مایع جنب سبب می‌شود تا شش‌ها در حالت بازدم نیمه باز باشند.
- اگر دیواره‌ی قفسه‌ی سینه سوراخ شود ریه‌ها به روی خود جمع می‌شوند. چرا؟



دم و بازدم

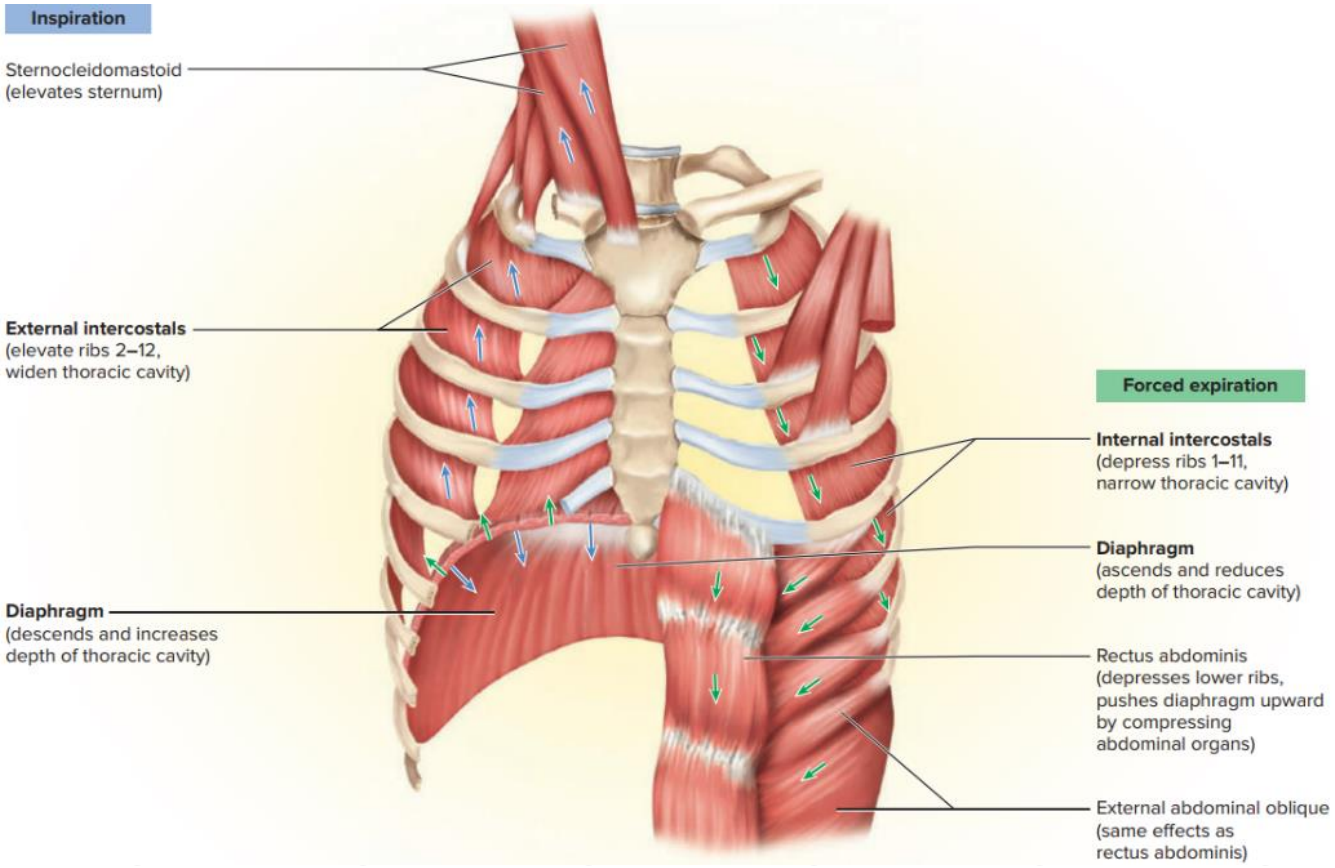
دم و بازدم فرایندهای تهویه‌ای هستند که سبب تبادل گازهای تنفسی در شش‌ها می‌شوند. در هنگام دم با ورود هوا به شش‌ها، امکان ورود اکسیژن و دیگر گازها به درون خون محیا می‌شود و در هنگام بازدم با خروج هوا از شش‌ها امکان دفع گاز دی‌اکسید کربن امکان‌پذیر می‌شود. برای انجام این فرایندها ویژگی‌های شش‌ها، انقباض عضلات تنفسی و ساختار قفسه‌ی سینه مؤثر است.



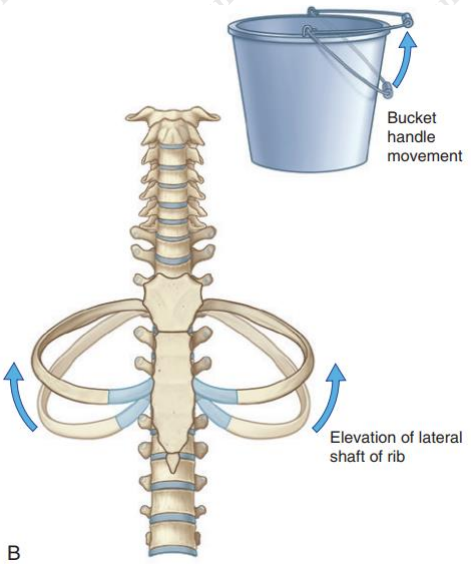
- در هنگام دم به دلیل وجود پرده‌ی جنب، شش‌ها از حرکات قفسه‌ی سینه پیروی می‌کنند.
- در انسان دم با مکانیسم فشار منفی صورت می‌گیرد. با انقباض عضلات دمی، قفسه‌ی سینه منبسط می‌شود و با کشیدن پرده‌ی جنب و سپس شش‌ها سبب افزایش حجم آن‌ها می‌شود.
- بدلیل وجود بافت پیوندی کشسان در ریه‌ها هنگام بازدم عادی، ریه‌ها بدون نیاز به انقباض عضلات تنفسی به حالت عادی خود برمی‌گردند.

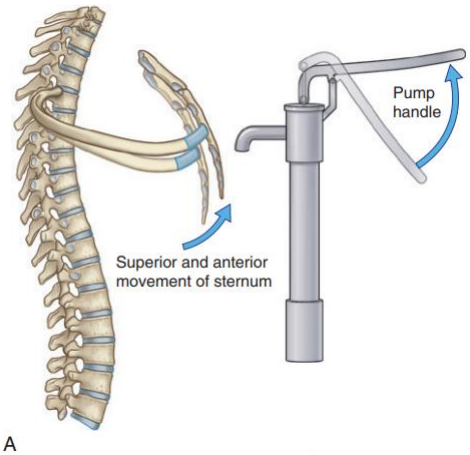
برای انجام دم و بازدم عضلات تنفسی مختلفی می‌توانند فعالیت کنند و وضعیت دنده‌ها و قفسه‌ی سینه بدنبال فعالیت آن‌ها تغییر می‌کند.

- مهم‌ترین عضله در تنفس آرام طبیعی دیافراگم است. در هنگام دم دیافراگم مسطح و در هنگام بازدم گنبدی می‌شود.
- در دم عادی دیافراگم و عضلات بین‌دنده‌ای خارجی منقبض می‌شوند.
- در دم عمیق عضلات گردنی نیز همراه با دیافراگم و عضلات بین‌دنده‌ای خارجی به انقباض در می‌آیند.
- در بازدم عادی با استراحت عضلات دمی، شش‌ها به حالت عادی خود باز می‌گردند و هنگام بازدم عمیق عضلات شکمی و بین‌دنده‌ای داخلی سبب کاهش حجم شدیدتر ریه‌ها می‌شوند.
- در هنگام دم مسطح شدن دیافراگم سبب افزایش ارتفاع ریه‌ها می‌گردد.
- در هنگام دم دنده‌ها به سمت جلو و خارج و جناغ با سمت بالا و جلو حرکت می‌کند و در هنگام بازدم به وضعیت ابتدایی خود باز می‌گردند.



- حرکت دنده‌ها در حین تهویه‌ی ششی مانند حرکت دسته‌ی سطل می‌ماند از این رو به آن حرکت دسته سطلی گفته می‌شود.
- حرکت جناغ در حین تهویه‌ی ششی مانند دسته‌ی پمپ می‌ماند از این رو به آن حرکت دسته پمپی می‌گویند.
- همه‌ی دنده‌ها به ستون مهره و بسیاری به جناغ متصل هستند.





جمع‌بندی

تهویه‌ی ششی	فشار حبابک‌ها	فشار مایع جنب	عضلات تنفسی	دیافراگم	وضعیت دنده‌ها و جناغ
دم عادی	ابتدا کم سپس زیاد	منفی‌تر می‌شود	دیافراگم و بین‌دنده‌ای خارجی	مسطح	بالا و بیرون
بازدم عادی	ابتدا زیاد سپس کم	مثبت‌تر می‌شود	-	گنبدی	پایین و داخل
دم عمیق	ابتدا کم سپس زیاد	منفی‌تر می‌شود	+ گردنی	مسطح	بالا و بیرون
بازدم عمیق	ابتدا زیاد سپس کم	مثبت‌تر می‌شود	شکمی و بین‌دنده‌ای داخلی	گنبدی	پایین و داخل

تشریح شش گوسفند

ویژگی‌های ظاهری: شش دارای کیسه‌های حبابکی فراوان و حالت اسفنج گونه است. شش چپ بدلیل محل قرارگیری قلب اندکی از شش راست کوچکتر است. شش چپ از ۲ لوب و شش راست از ۳ لوب تشکیل شده است.

تشخیص شش چپ و راست: مری در پشت نای قرار دارد. نای دارای غضروف‌های C شکلی است که دهانه‌ی این غضروف‌ها به سمت عقب است. اگر نای را به سمت جلو قرار دهیم ریه‌ی راست و چپ در جهت مناسب خود قرار می‌گیرند.

زاویه‌ی نایژه‌ی راست با نای حادتر از زاویه‌ی نایژه‌ی چپ با نای است.

ریه‌ی راست ۳ لوب دارد که توسط شیارهایی جدا شده‌اند و ریه‌ی چپ دو لوب دارد.

بررسی انعطاف‌پذیری شش‌ها: با وارد کردن هوا به درون شش‌ها با تلمبه خاصیت انبساط پذیری و قابلیت کشسانی شش‌ها مشهود است.

بررسی ساختارهای درونی: قبل از دو شاخه شدن نای، نایژه‌ی اصلی سومی به ریه‌ی راست وارد می‌شود. در ابتدای هر نایژه‌ی اصلی حلقه‌ی غضروفی کاملی وجود دارد که برش آن را از نای سخت‌تر می‌کند.

ساختارهای دارای منفذ در ریه‌ها		
سیاهرگ	سرخرگ	نایژه
بسته	باز	باز
دیواره‌ی نازک	دیواره‌ی قطور عضلانی	دیواره‌ی غضروفی

حجم و ظرفیت‌های تنفسی

هر فردی طی دم و بازدم عادی و عمیق با توجه به سن، جنس و داشتن بیماری‌های قلبی – ریوی می‌تواند حجم‌های متفاوتی از هوا را جابه‌جا کند. این حجم‌ها را می‌توان بصورت مستقیم یا غیرمستقیم اندازه‌گیری کرد. یکی از ابزارهای اندازه‌گیری حجم‌های تنفسی اسپیرومتر است. شما با نفس کشیدن در لوله‌ی مخصوص این دستگاه می‌توانید حجم‌های تنفسی مختلف خود را با سایر افراد جامعه که هم جنس و هم سن شما هستند بررسی کنید.

حجم تنفسی	مقدار معمول (CC)	تعریف
هوای جاری	۵۰۰	میزان هوای جابه‌جا شده طی یک دم و بازدم عادی
هوای ذخیره‌ی دمی	۳۰۰۰	هوای وارد شده با یک دم عمیق پس از یک دم عادی
هوای ذخیره‌ی بازدمی	۱۳۰۰	هوای خارج شده با یک بازدم عمیق پس از یک بازدم عادی
هوای باقیمانده	۱۲۰۰	هوایی که هر چقدر فوت کنیم از ریه‌ها خارج نمیشه!

- در حدود یک‌سوم از هوای جاری در قسمت‌های هادی می‌ماند و به قسمت‌های مبادله‌ای نمی‌رسد. به این حجم از هوا هوای مرده گفته می‌شود. هوای مرده در حدود ۱۵۰ cc می‌باشد. قسمتی از هوای جاری که قسمت‌های مبادله‌ای می‌رسد را می‌توان هوای قابل تهویه نامید.
- هوای مرده با قطر مجاری تنفسی ارتباط مستقیمی دارد. هرچه قطر مجاری تنفسی بیشتر گردد، میزان هوای مرده نیز بیشتر می‌شود.
- برای ثبت هر کدام از حجم‌های هوایی عضلات تنفسی مرتبط با فعالیت تنفسی درگیر می‌شوند برای مثال برای ثبت هوای ذخیره‌ی بازدمی، عضلات شکمی و بین‌دنده‌ای خارجی نقش دارند.
- هوای باقیمانده را نمی‌توان بصورت مستقیم با دم یا بازدم ثبت کرد بلکه آن را بصورت غیرمستقیم اندازه‌گیری می‌کنند.
- هوای باقیمانده حجمی از هواست که پس از بازدم عمیق در حبابک‌ها باقی می‌ماند و باعث می‌شود تا حبابک‌ها همواره باز باشند. این حجم از هوا امکان تبادلات گازی را بین دو تنفس می‌دهد.

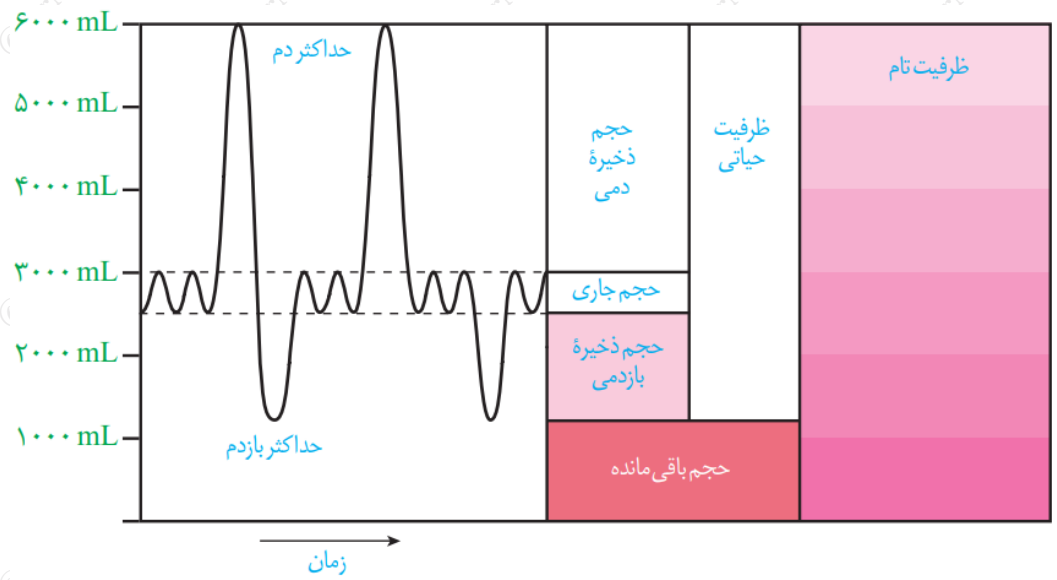
- **حجم تنفسی در دقیقه:** حجم جاری × تعداد تنفس در یک دقیقه

ظرفیت‌های تنفسی: به مجموع دو یا چند حجم تنفسی ظرفیت تنفسی گفته می‌شود. مجموع تمام حجم‌های هوایی موجود در شش‌ها را **ظرفیت تام** یا **کل** شش‌ها گفته می‌شود که در حدود ۶ لیتر است. و به قسمتی از این ظرفیت که در شش‌ها باقی نمی‌ماند **ظرفیت حیاتی** گفته می‌شود.

ظرفیت حیاتی = هوای باقی‌مانده – ظرفیت تام

اسپیروگرام

به نمودار ثبت شده‌ی حجم‌های تنفسی توسط اسپیرومتر، **اسپیروگرام** گفته می‌شود. با بررسی اسپیروگرام یک فرد با اسپیروگرام قبلی خود یا با دیگر افراد جامعه می‌توان عده‌ای از بیماری‌های تنفسی را تشخیص داد.



- در اسپیروگرام در حداکثر دم همه‌ی حجم‌های هوایی و در حداکثر بازدم تنها حجم باقی‌مانده در شش‌ها وجود دارد.

سایر اعمال دستگاه تنفس

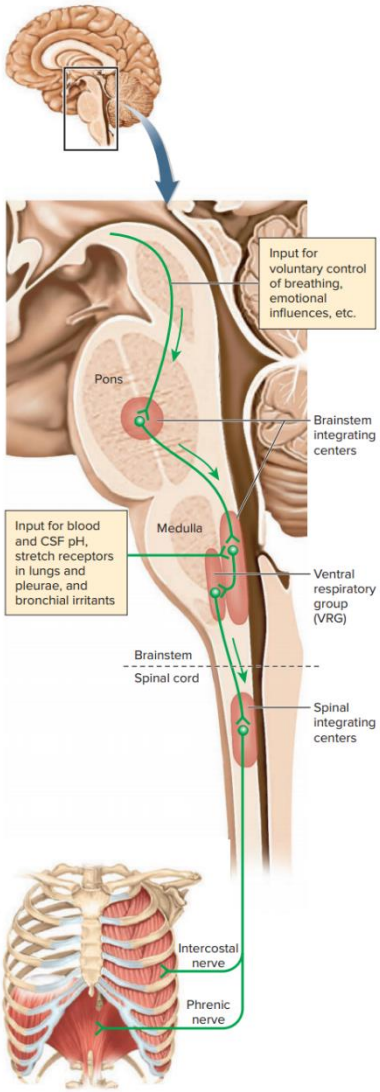
دستگاه تنفس ما به جز مبادله‌ی گازهای تنفسی کارهای دیگری نیز برعهده دارد مانند تکلم، سرفه و عطسه و کمک به تنظیم pH خون.

تکلم: صحبت کردن ما به کمک پرده‌های صوتی اتفاق می‌افتد. این پرده‌ها در ابتدای نای (حنجره) قرار گرفته‌اند. باید دقت کرد این پرده‌های صوتی در حقیقت چین‌خوردگی لایه‌ی مخاطی است نه چیز دیگری!

سرفه و عطسه: سرفه و عطسه از مکانیسم‌های دفاع غیراختصاصی هستند که بصورت انعکاسی رخ می‌دهند. با ورود ذرات گرد و غبار به محیط دهان، سرفه می‌تواند سبب خروج این مواد از محیط دهان شود و با ورود ذرات گرد و غبار به محیط بینی عطسه می‌تواند سبب خروج این ذرات از دهان و بینی شود.

- مصرف دخانیات = از کار افتادن مژک‌های یاخته‌های پوششی راه هوایی = تجمع مخاط و ذرات گرد و غبار در راه‌هوایی = افزایش میزان سرفه و افزایش احتمال عفونت‌های تنفسی

تنظیم تنفس



فرایند تنفس همانند ضربان قلب بصورت خودکار رخ می‌دهد ولی شش‌های ما برخلاف قلب ضربان‌ساز ندارند.

- تنظیم تنفس با کمک دو مرکز اصلی تنظیم می‌شود:

۱- مرکز پل مغزی ۲- مرکز بصل‌النخاع

- مرکز موجود در پل مغزی با مراکز مغزی آگاهانه مرتبط است و تحت تاثیر تغییرات عاطفی و اراده‌ی ما فعالیت خود را تغییر می‌دهد.
- مرکز موجود در پل مغزی تنها کاری که می‌کند مهار مرکز تنفس موجود در بصل‌النخاع است.
- مرکز موجود در بصل‌النخاع در عصب‌دهی عضلات تنفسی یعنی دیافراگم و عضلات بین‌دنده‌ای نقش دارد از این جهت در راستای شروع فرایند تنفس پیام عصبی را به عضلات تنفسی ارسال می‌کند.
- بصل‌النخاع = آغاز دم و عمق دم
- پل مغزی = خاتمه‌ی دم و تعداد تنفس
- عوامل مختلفی می‌تواند بر روی فعالیت مرکز تنفسی بصل‌النخاع اثر بگذارد:

۱- حجم شش‌ها ۲- غلظت اکسیژن و دی‌اکسید کربن خون

- افزایش بیش از حد حجم شش‌ها سبب کشیدگی بیش از ماهیچه‌های صاف موجود در دیواره‌ی نایژه‌ها و نایژک‌ها می‌شود. بدنبال این کشیدگی پیام عصبی‌ای بصورت مستقیم از این ماهیچه‌های صاف به مرکز عصبی موجود در بصل‌النخاع ارسال می‌گردد.
- گیرنده‌های حساس به افزایش دی‌اکسید کربن در مرکز بصل‌النخاع وجود دارند که بدنبال افزایش غلظت دی‌اکسید کربن و کاهش pH مایع مغزی – نخاعی تحریک می‌شوند و سبب افزایش فعالیت مرکز بصل‌النخاع و تعداد تنفس می‌شوند تا دی‌اکسید کربن بیشتری از بدن دفع شود.
- گیرنده‌های حساس به کاهش غلظت اکسیژن در سرخرگ آئورت و سرخرگ‌های ناحیه‌ی گردن وجود دارند که بدنبال کاهش میزان اکسیژن سبب تحریک مرکز بصل‌النخاع می‌گردند.

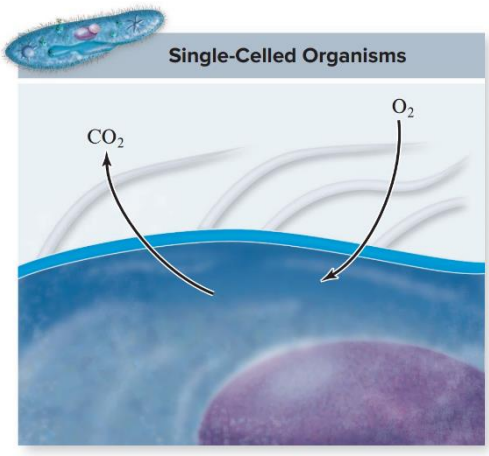
گفتار سوم: تنوع تبادلات گازی

ترمینولوژی:

سازوکار تهویه‌ای: پمپ فشار مثبت و منفی

کیسه‌های هوادار: ساختاری برای ذخیره‌ی موقت هوا در پرندگان

تنفس با کمک انتشار



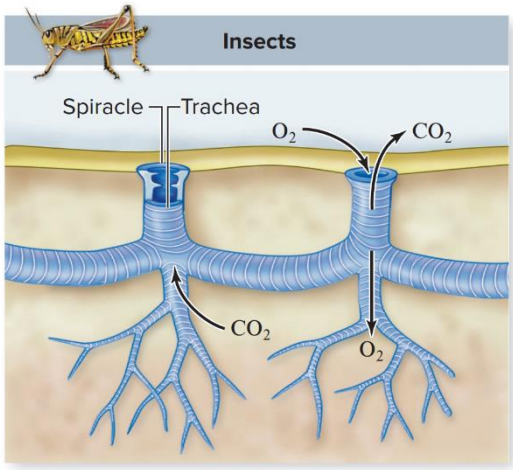
جانداران تک یاخته‌ای مانند پارامسی همانند یاخته‌های جانوران ابتدایی مانند هیدر و کرم پهن می‌توانند بصورت مستقیم به تبادل گازهای تنفسی با محیط اطراف خود بپردازند.

- هیدر در آب شیرین زندگی می‌کند.

در جانوران ۴ روش اصلی برای تنفس مشاهده می‌شود:

۱- نایدیسی ۲- پوستی ۳- آبششی ۴- ششی

تنفس نایدیسی



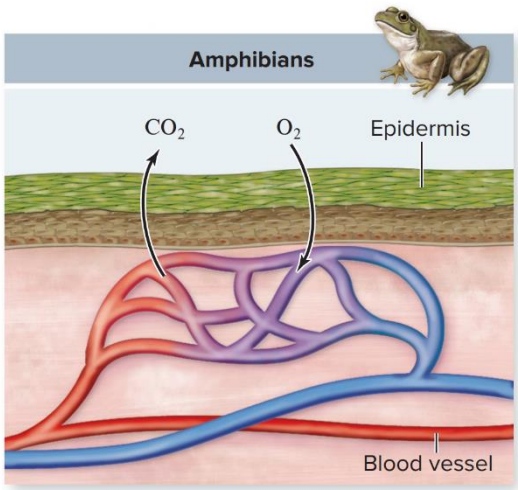
تنفس نایدیسی در بی‌مهرگان خشکی‌زی مانند حشرات و صدپایان دیده می‌شود. در جانورانی که تنفس نایدیسی دارند، دستگاه گردش مواد نقشی در رساندن گازهای تنفسی به یاخته‌های بدن ندارد.

- نایدیس = نای = تراشه = تراکئید
- در تنفس نایدیسی لوله‌های تنفسی هر چقدر بیشتر به درون پیکر جانور نفوذ می‌کنند، نازک‌تر می‌شوند.
- انشعابات پایانی نایدیس‌ها در کنار تمام یاخته‌های بدن قرار می‌گیرند.
- معمولاً ساختاری جهت بستن منافذ نایدیس‌ها وجود دارد تا از هدر رفتن آب جلوگیری کنند.
- در بن‌بست‌های نایدیسی آب وجود دارد تا امکان تبادلات گازی را بدهد.

تنفس پوستی

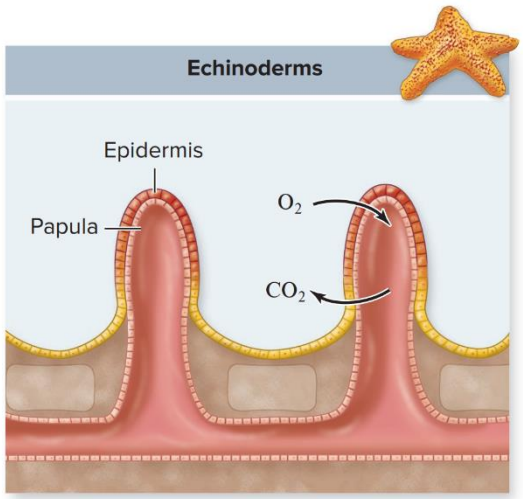
تنفس پوستی در کرم‌ها مانند کرم‌خاکی و دوزیستان بالغ دیده می‌شود.

- جانوران دارای تنفس پوستی در محیط‌های مرطوب زندگی می‌کنند یا سطح بدن خود را مستقیماً مرطوب می‌کنند.
- شبکه‌ی مویرگی زیر پوست نقش بسزایی در تبادلات گازی در این جانوران دارد.



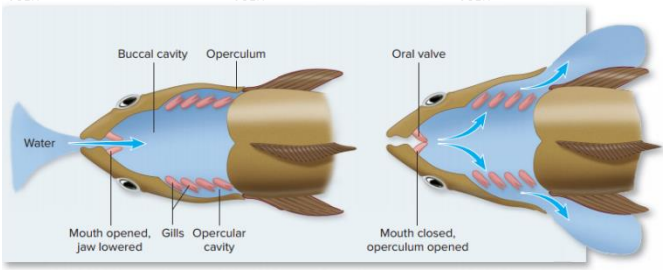
- دوزیستان بالغ تنفسی دوگانه دارند! هم ششی هم پوستی ولی تنفس پوستی برای آن‌ها کارایی بالاتری دارد.
- پوست دوزیستان ساده‌ترین ساختار در اندام‌های تنفس مهره‌داران است.
- در زیر پوست دوزیستان شبکه‌ی مویرگی یکنواخت و وسیعی قرار دارد.

تنفس آبششی

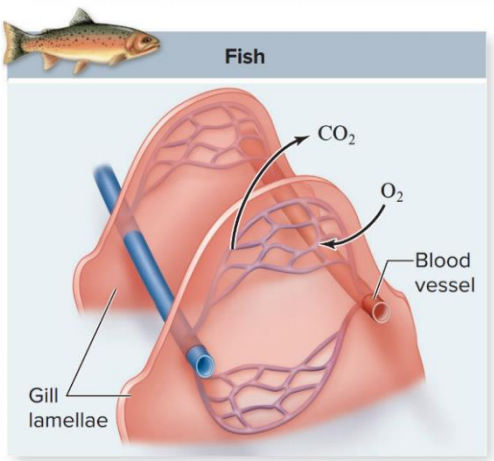


آبشش در بسیاری از جانوران آبزی دیده می‌شود. ساده‌ترین آبشش در ستاره‌ی دریایی (نوعی خارپوست) دیده می‌شود. آبشش‌های پیچیده‌تر در جانوران آبزی‌ای چون ماهی دیده می‌شود.

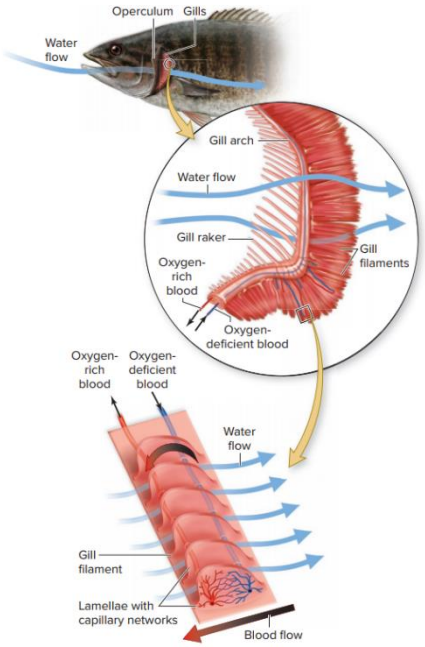
- برجستگی‌های پوستی و پراکنده‌ی ستاره‌ای دریایی در سمت داخل به یکدیگر مرتبط هستند و مایع درون محیط داخلی جانور در این برجستگی‌ها جریان دارد.
- در دیگر آبشش‌داران آبشش‌ها بصورت پراکنده نیستند بلکه به نواحی خاصی محدود شده‌اند.
- ماهی و دوزیست نابالغ تنفس آبششی دارند.



در ماهی آب از دهان وارد و با عبور از شیارهای آبششی اطراف سر، آب در کنار آبشش‌ها قرار میگیرد تا به مبادله‌ی مواد مختلف با خون بپردازد.

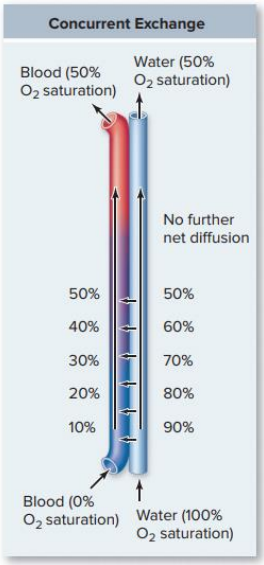


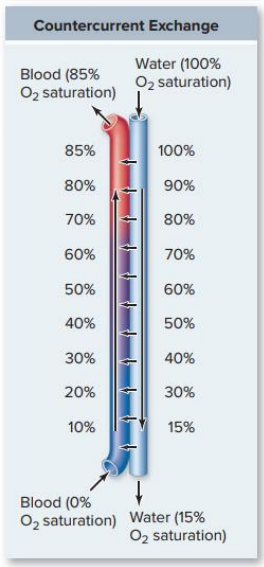
- در هر سمت سر ماهی در حدود ۵ کمان آبششی قرار دارد که به تبادل مواد مختلف با آب می‌پردازد.
- در سمت داخل (دهان) کمان آبششی ساختارهایی به نام خارهای آبششی قرار گرفته است. خارهای آبششی از خروج ذرات غذایی بزرگ از مسیر شیار آبششی جلوگیری و مواد غذایی را به سمت لوله‌ی گوارش هدایت می‌کنند.
- هر کمان آبششی دارای تعداد زیادی رشته‌های آبششی است.



- هر رشته‌ی آبششی دارای تعداد زیادی تیغه‌های آبششی است.
- تیغه‌های آبششی بر رشته‌های آبششی عمود هستند.
- در تیغه‌های آبششی مویرگ‌های خونی بین دو سرخرگ شکمی و پشتی ماهی شکل گرفته است.
- جهت حرکت خون در مویرگ‌های تیغه‌های آبششی به سمت سر ماهی است و جهت حرکت آب در اطراف تیغه‌های آبششی به سمت دم ماهی است. این جریان مخالف جهت سبب افزایش تبادل مواد مختلف بین آب و خون می‌گردد.

جریان مخالف جهت و جریان هم‌جهت





جریان هم‌جهت و مخالف‌جهت دو نوع جریان مبادله‌ای هست برای درک نحوه‌ی جابه‌جایی گازهای تنفسی بسیار لازم است. می‌شود گفت که هیچ جانوری بدون کمک از جریان مخالف جهت تنفس و دریافت اکسیژن خودش را انجام نمی‌دهد.

جریان هم‌جهت: اگر دو لوله با دیواره‌ی نفوذپذیر به محتویات خود در کنار هم قرار داشته باشند و مواد را در یک جهت جابه‌جا کنند جریانی هم‌جهت را ایجاد کرده‌اند. در جریان هم‌جهت اگر ماده‌ای جدید وارد یکی از دو لوله شود در نهایت تنهای ۵۰ درصد آن در همان لوله باقی‌می‌ماند و لوله‌ی مخالف ۵۰ درصد را بر اساس قانون انتشار دریافت می‌کند.

جریان مخالف‌جهت: اگر دو لوله با دیواره‌ی نفوذپذیر به محتویات خود در کنار هم قرار داشته باشند و مواد را در دو جهت مخالف جابه‌جا کنند جریانی مخالف جهت داریم. در جریان مخالف جهت اگر ماده‌ای وارد یکی از دو لوله شود در انتهای مسیر شاید در حدود ۱۵ درصد از آن در همان لوله بماند و درصد ۸۵ بر اساس قوانین انتشار به لوله‌ی مقابل می‌روند.

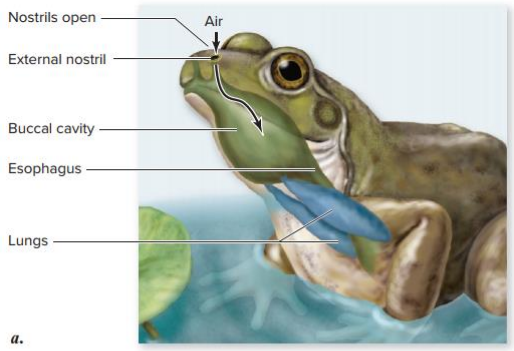
- در لوله‌ی هنله، جفت، دستگاه‌های تنفسی مانند آبشش ماهی اساس جابه‌جایی مواد جریان مخالف جهت است.
- در محل‌هایی که جریان مخالف جهت وجود دارد، علاوه بر مواد و مولکول‌ها گرما نیز جابه‌جا می‌شود و سبب تعادل دما می‌گردد.
- سرد شدن خون ماهی هنگام عبور آب از بین تیغه‌های آبششی، سبب افزایش تمایل اکسیژن به اتصال به هموگلوبین می‌شود.

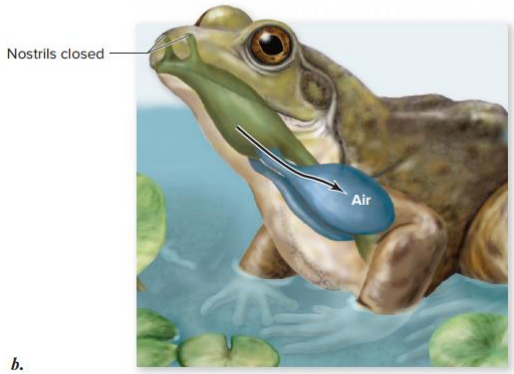
تنفس ششی

تنفس ششی فقط مخصوص مهره‌داران خشکی نیست! بلکه نرم‌تنان (حلزون و لیسه) و عده‌ای دیگر از بی‌مهرگان خشکی‌زی نیز می‌توانند تنفس ششی داشته باشند.

- در مهره‌داران خشکی‌زی، ششها جایگزین آبششها شده‌اند.

سازوکار تهویه‌ای: بیشتر جانوران سازوکارهایی برای ایجاد جریان پیوسته از هوا در سطوح تنفسی خود دارند. مهره‌داران دو نوع سازوکار تنفسی دارند: ۱- پمپ فشار مثبت ۲- مکش فشار منفی





پمپ فشار مثبت: قورباغه‌ی بالغ فاقد دیافراگم است برای همین برای ورود هوا به شش‌های خود مجبور است هوا را با کمک عضلات دهان خود به درون ششها پمپ کند. به این پمپ، پمپ فشار مثبت گفته می‌شود زیرا برخلاف تنفس در انسان عامل اصلی ورود هوا به شش‌ها، کشیدن هوا نیست بلکه هل دادن آن است.

- در قورباغه ششها نسبت به اندازه‌ی بدن در مقایسه با دیگر جانوران خشکی‌زی کوچکتر است.
- ابتدا هوا از راه بینی وارد حفره‌ی دهان می‌شود و برای ایجاد فشار مثبت، راه بینی نیز بسته می‌شود و با انقباض بعضی عضلات حفره‌ی دهان، هوا با فشار مثبت وارد ریه‌ها می‌گردد.

تنفس در پرندگان: در پرندگان حبابک نداریم! ساختار تنفسی آن‌ها کمی متفاوت است. در این دسته از جانوران کیسه‌هایی وجود دارد به نام کیسه‌های هوادار. این کیسه‌ها با ذخیره‌ی موقت هوا اجازه‌ی مخلوط شدن هوای پراکسیژن و کم‌اکسیژن را نمی‌دهند و به همین دلیل کارای دستگاه تنفس پرندگان از پستانداران بیشتر است.

- ۹ کیسه‌ی هوادار در پرندگان وجود دارد که یکی مشترک بین دو شش و ۴ تا اختصاصی برای هر شش است.
- کیسه‌های هوادار خود به دو گروه جلویی و پشتی تقسیم می‌شوند که کیسه‌ی هوایی مشترک در گروه جلویی قرار دارد.