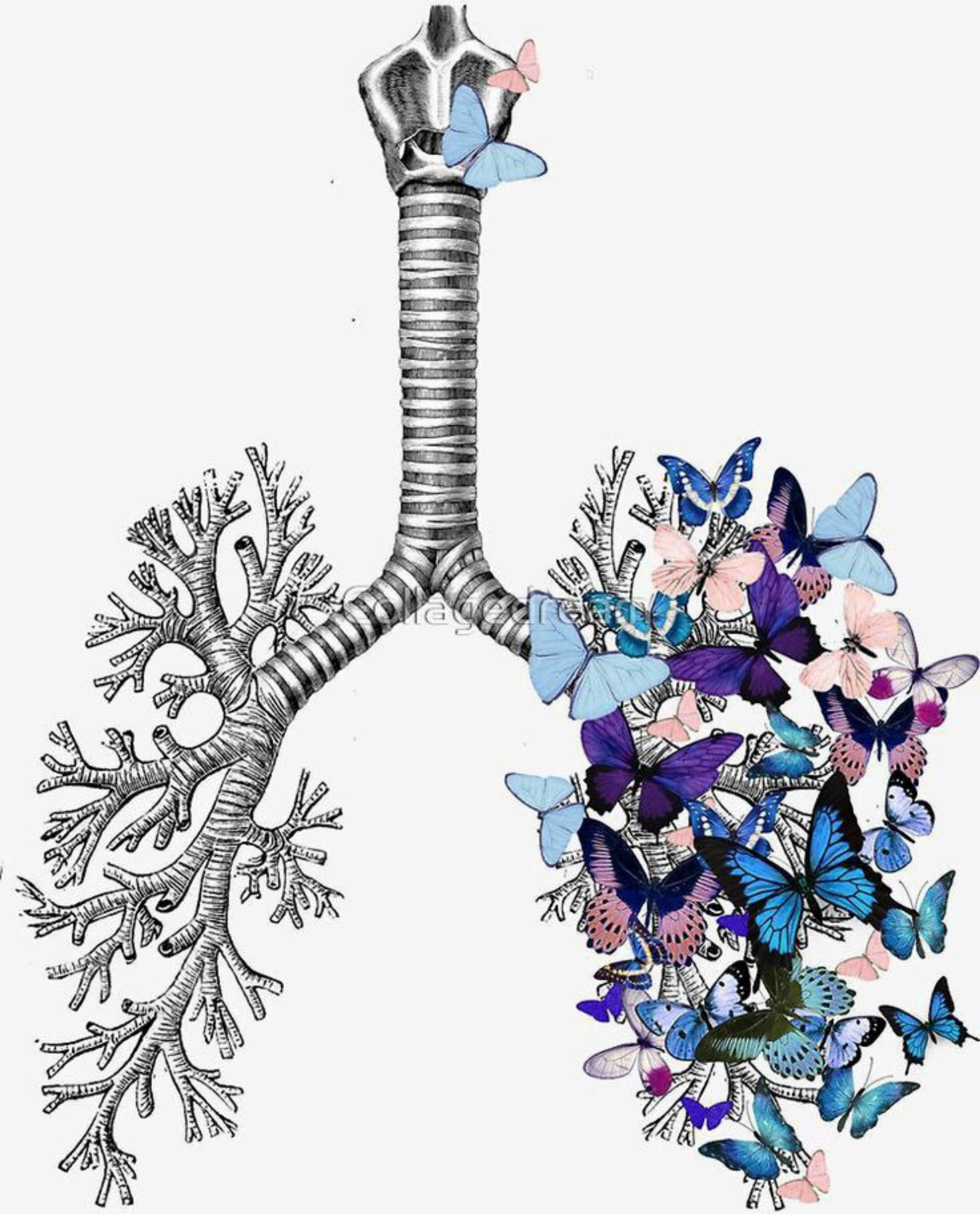
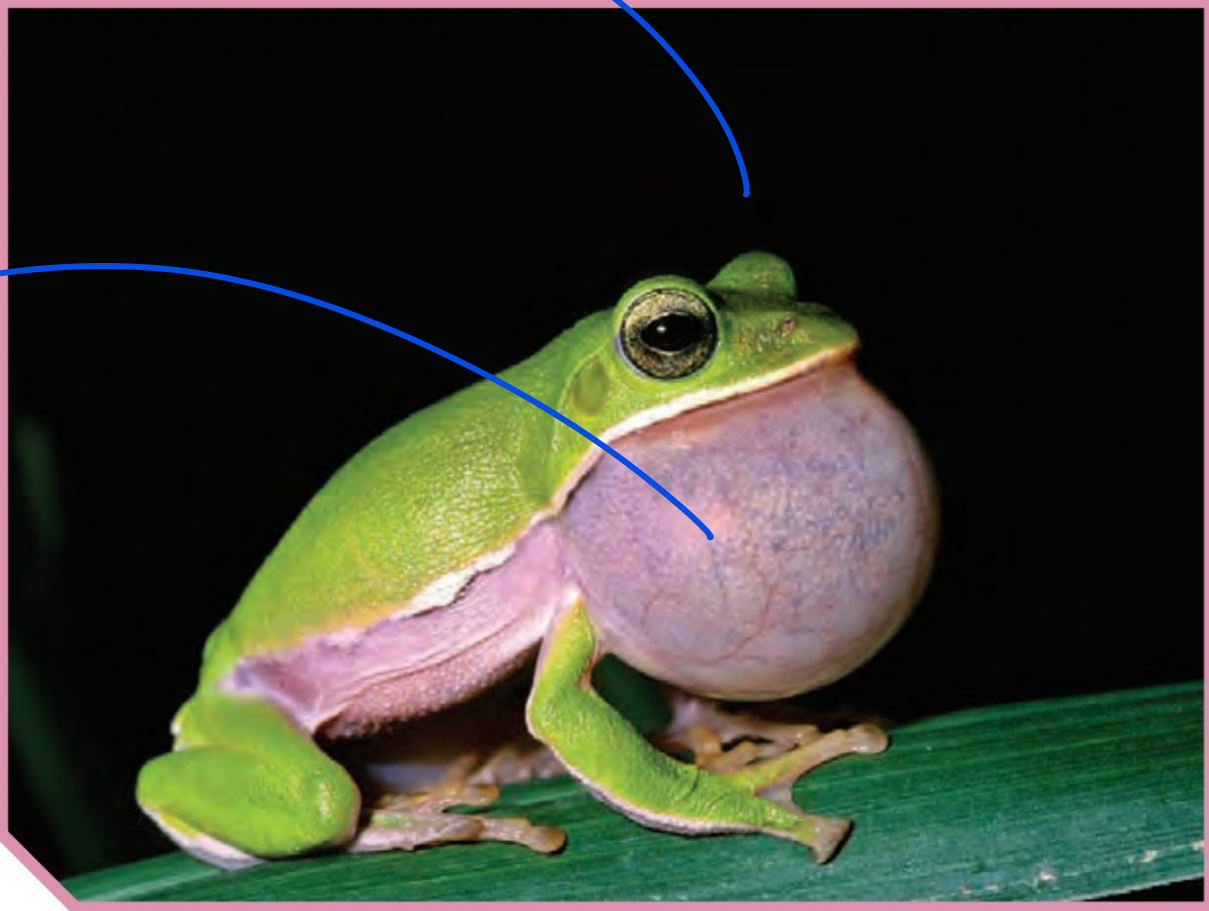




فصل ۳

تبادلات گازی

نفس کشیدن، یکی از ویژگی‌های آشکار در بسیاری از جانوران است. آیا آیا در همهٔ جانوران به یک شکل انجام می‌شود؟ هدف از آن چیست؟

در ذهن بسیاری از ما، نفس کشیدن به معنای زنده بودن است. برای تشخیص اینکه آیا فردی زنده است یا نه، غالباً نگاه می‌کنیم که آیا نفس می‌کشد یا خیر. به نظر می‌رسد این فرایند، کاری حیاتی را برای ما انجام می‌دهد. اما این کارِ حیاتی چیست؟

هوای آلوده به کدام بخش دستگاه تنفسی آسیب می‌رساند؟ افرادی که به دخانیات روی می‌آورند، چگونه به بدن خود آسیب می‌رسانند؟ اینها فقط بخشی از پرسش هایی است که پاسخ آنها را با مطالعهٔ این فصل به دست خواهیم آورد.

گفتار ۱ ساز و کار دستگاه تنفس در انسان

چرا نفس می کشیم؟

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؟

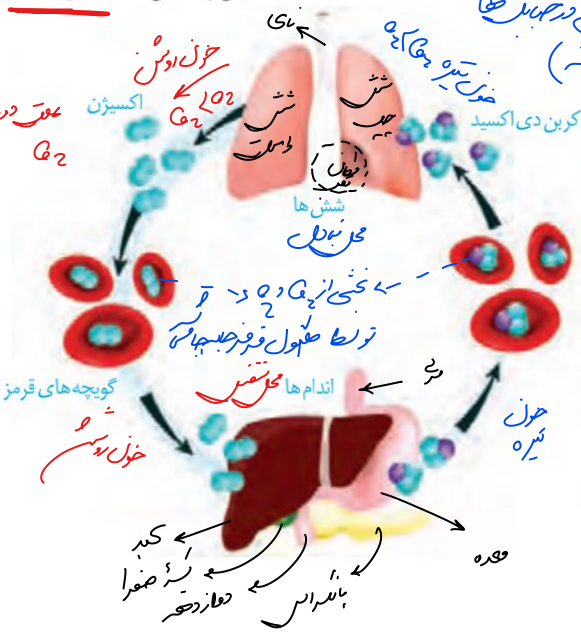
مقایسهٔ هوای دمی و بازدمی نشان می‌دهد که این دو هوا با هم متفاوت‌اند. هوای دمی، اکسیژن بیشتری دارد امّا در هوای بازدمی، کربن دی‌اکسید نسبت به هوای دمی بیشتر است. بنابراین، اهمیت فرایند تنفس از آنچه که ارسطو می پنداشت فراتر است. درک این اهمیت، زمانی ممکن شد که آدمی توانست ارتباط دستگاه تنفس و دستگاه گردش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

دستگاه گردش خون، خون را از اندام‌های بدن جمع‌آوری می‌کند و به سوی شش‌ها می‌آورد. این خون که به **خون تیره** معروف است اکسیژن کمتر و کربن‌دی اکسید بیشتری نسبت به خونی دارد که از شش‌ها خارج می‌شود. خون تیره در شش‌ها، کربن‌دی اکسید را از دست می‌دهد و از هوا اکسیژن می‌گیرد و به **خون روشن** تبدیل می‌شود. خون روشن توسط دستگاه گردش خون به اندام‌ها و یاخته‌ها فرستاده می‌شود (شکل ۱). به این ترتیب، همواره به یاخته‌های بدن، اکسیژن می‌رسد و کربن‌دی‌اکسید از آنها دور می‌شود. اما این کار چه ضرورتی دارد؟

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

$$\text{گلوکز} + \text{اکسیژن} + \text{ADP و فسفات} \rightarrow \text{کربن دی‌اکسید} + \text{آب} + \text{ATP}$$

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.



شکل ۱ـ یاخته‌های بدن، گازهای تنفسی را با خون و خون این گازها را در شش‌ها با هوا مبادله می کند.

* بافت‌ها خون تیره وارد می‌شود و پس از تبادل خون روشن خارج می‌شود.
سایر اندام‌ها خون روشن وارد می‌شود و خون تیره خارج می‌شود.

* بیشترین O_2 و کمترین CO_2 در خون ورودی به بافت‌ها (سیاهرگ ششی)

* کمترین O_2 و بیشترین CO_2 در خون خروجی از بافت‌ها (سیاهرگ ششی)

* سرخرگ و سیاهرگ هیچ ربطی به تیره و روشن بودن خون ندارد

سرخرگ ← اندامی ← سیاهرگ

سرخرگ ← بافت مغزی ↑ بافت دفعی به دور ↓

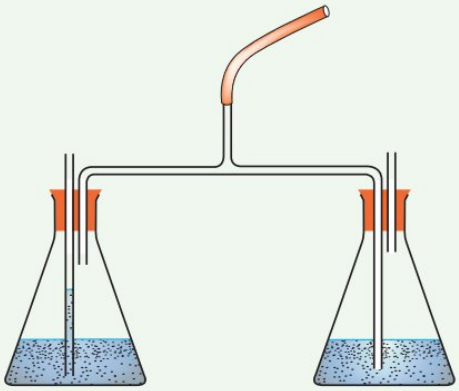
سیاهرگ ← بافت مغزی ↓ بافت دفعی به دور ↑

فعّالیت ۱

آیا هوای دمی با هوای بازدمی متفاوت است؟

پژوهش‌های دانشمندان در ابتدا، وجود سه گاز نیتروژن، اکسیژن و کربن‌دی 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 (بی رنگ) یا برم تیمول بلو رقیق (آبی رنگ) که معرّف کربن دی‌اکسید هستند استفاده کرد. با دمیدن کربن دی‌اکسید به درون این محلول ها، آب آهک شیری رنگ و برم تیمول بلو، زرد رنگ می‌شود.



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

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

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

۴ــ چند دقیقهٔ دیگر نیز به دم و بازدم ادامه دهید و تغییرات بعدی رنگ را در هر دو ظرف مشاهده، و یادداشت کنید.

۵ــ اکنون به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

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

ب) نخست در کدام ظرف تغییر رنگ مشاهده کردید؟

پ) آیا معرّف در هر دو ظرف سرانجام تغییر رنگ داد؟ این موضوع چه چیزی را برای ما روشن می‌کند؟

بخش‌های عملکردی دستگاه تنفس

از نظر عملکرد، می‌توان دستگاه تنفس را به دو بخش اصلی به نام‌های **بخش هادی** و **بخش مبادله‌ای** تقسیم کرد.

بخش هادی

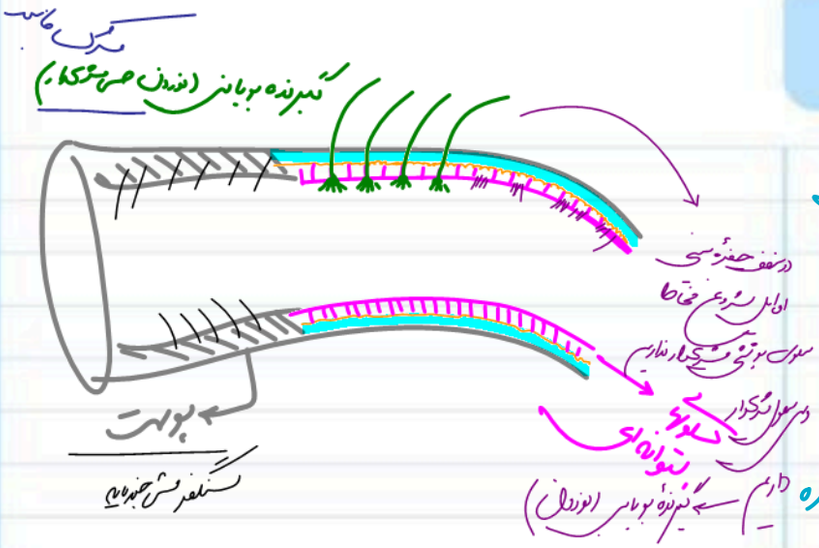
بخش هادی، از مجاری تنفسی ای تشکیل شده است که هوا را به درون و بیرون دستگاه تنفسی هدایت می‌کنند و آن را از ناخالصی‌ها، مثل میکروب‌های بیماری‌زا و ذرات گرد و غبار، پاک‌سازی و نیز، گرم و مرطوب می‌کنند تا برای مبادلهٔ گازها با خون آماده شود. از بینی تا نایژک انتهایی به بخش هادی تعلق دارد.

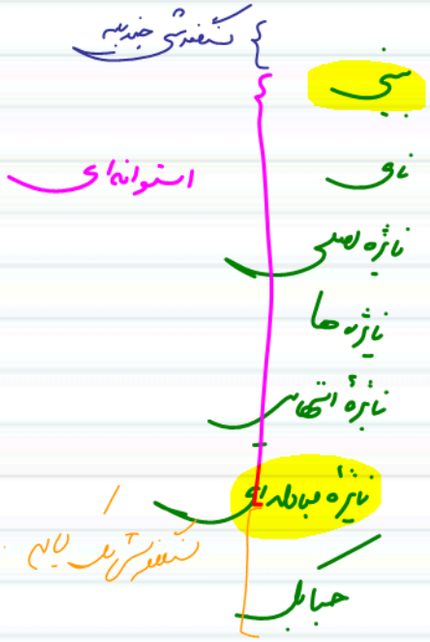
ابتدای مسیر ورود هوا در بینی، از پوست نازکی پوشیده شده است که موهای آن، مانعی در برابر ورود ناخالصی‌های هوا ایجاد می‌کند. با پایان یافتن این پوست، مخاط مژک‌دار در بینی آغاز می‌شود که در سراسر مجاری هادی ادامه پیدا می‌کند. این مخاط، یاخته‌های مژک‌دار فراوان و ترشحات

بیشتر بدانید

عوامل مختلفی بر عملکرد یاخته‌های مژک‌دار اثر می‌گذارند. هوای خیلی سرد، حرکت مژک‌های لایهٔ مخاطی را کند می‌کند. دود سیگار و قلیان و بعضی از آلاینده‌های شیمیایی موجود در هوا، باعث مرگ یاخته‌های مژک‌دار می‌شوند.

CamScanner





(A) حفره های ورودی و خروجی از مجاری منتهی به حفره بینی کاملاً از هم جدا هستند، حفره ورودی (دم) CO_2 بیشتری نسبت به حفره خروجی دارد.

(B) ناخالصی هایی توانند زنده مثل باکتری ها یا غیرزنده باشند. مثل آلاینده ها!

(C) در مجاری هادی مجاورت هوا با سلول هایی که به سطح داخلی مجرا بسیار نزدیکند باعث مطابق کردن دمای هوا و بدن می شود. (25° به 37°)

(D) لازمه تبادل گازها محلول در آب بودن آنهاست.

(E) بخشی مجاری هادی که 2 نوع بافت پوششی دارد مژکی است که این دو بافت همجوفت همزمان نیستند، ابتدا سنگفرشی چندلایه و سپس مخاط که دارای بافت پوششی استوانه ای مژکدار با آستر پیوندی است.

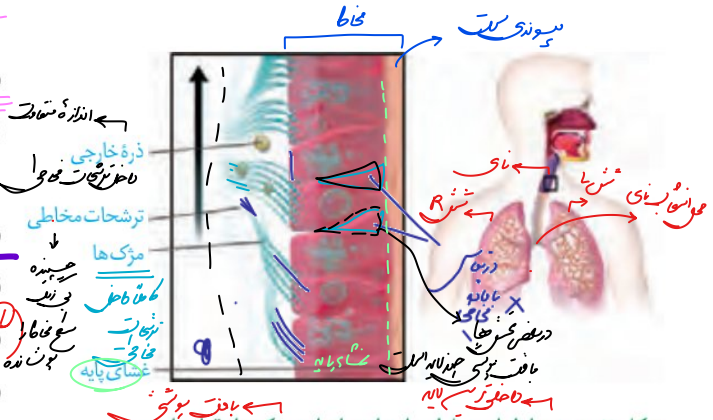
* سلول های استوانه ای همگی مژک ندارند و گیرنده هایی بویایی در لایه های این سلول ها در سقف حفره بینی هستند.

مخاطی دارد. در این ترشحات مواد ضدمیکروبی وجود دارد. (شکل ۲).

ترشحات مخاطی، ناخالصی‌های هوا را ضمن عبور به دام می‌اندازد. مژک‌ها 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، شیرهٔ 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.



شکل ۲ــ در مخاط نای سلول‌های استوانه‌ای مژک‌دار قرار دارند.

واژه شناسی

برچاکنای (Epiglottis/ اپی گلوت)

اپی‌گلوت زبانه‌ای است که در بالای حنجره قرار دارد و مانع ورود غذا به نای می‌شود. چاکنای به معنای شکاف میان تارهای صوتی است که در حنجره وجود دارد. اپی‌گلوت دریچه‌ای است که این شکاف را می‌پوشاند. پس برچاکنای به معنای پوشاننده چاکنای همان معنی را می‌دهد که در آن بر به معنای بالا و رو به کار رفته است.

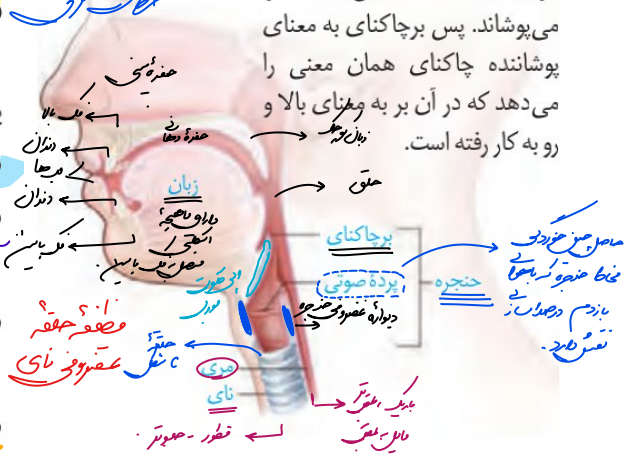
دریچینی، شبکه‌ای وسیع از رگ‌هایی با دیوارهٔ نازک وجود دارد که هوا را گرم می‌کند. این شبکه به سطح درونی بینی بسیار نزدیک است، بنابراین آسیب‌پذیری بیشتری دارد و آسان‌تر از دیگر نقاط، دچار خون‌ریزی می‌شود.

هوا با عبور از بینی، دهان، یا هر دو، به حلق وارد می‌شود (شکل ۳).

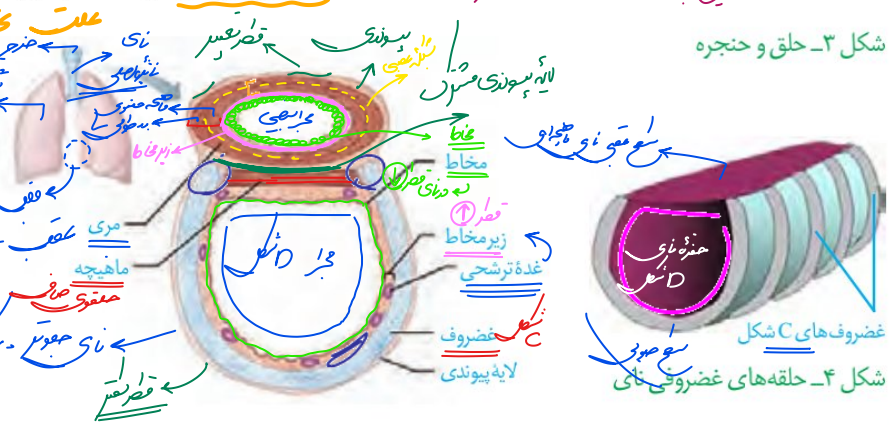
حلق، گذرگاهی ماهیچه‌ای است که هم هوا و هم غذا از آن عبور می‌کند. انتهای حلق به یک دو راهی ختم می‌شود. در این دوراهی، حنجره در جلو و مری در پشت قرار دارد.

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

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



شکل ۳ــ حلق و حنجره



شکل ۵ــ ساختار بافتی دیوارهٔ نای. دیوارهٔ نای از بیرون به درون شامل چهار لایه است:
۱ــ پیوندی
۲ــ غضروفی ماهیچه‌ای
۳ــ زیر مخاط
۴ــ مخاط

شکل ۴ــ حلقه‌های غضروفی نای

Ⓐ ترشحات مخاطی ← مانع شیردهی ناخالص می‌شود

زائده مژک‌ها ← حرکت ناخالصی‌های به دام افتاده به سمت حلق و بینی

* درصورتی که ناخالصی در ترشحات به دام نیفتاده باشد زائده مژک‌ها در حرکت آن نقشی ندارد.

Ⓑ ترشحات برون‌ریز گوارشی می‌توانند در ایجاد ادراکی که در شکاف نقش داشته باشد.

وظیفه ترشحات مخاطی دهانی: 1. مانع شیردهی ناخالصی‌ها در مجاری تنفسی

2. هدایت ناخالصی‌ها به حلق

3. تخریب باکتری‌ها

4. رطوبت و محلول کردن هوا

Ⓒ دندان ← پوشش مینا ولی بافت پیوندی چندلایه

شبکه‌ای رگ‌ها ✓ شبکه موئرگی ✗

دیواره رگ‌ها بسیار نازک ← مبادله آسان مواد

Ⓓ راه‌های بینی ← سطح خارجی پوشیده مژک

Ⓔ حلق توسط اپی‌گلوت از نای جدا می‌شود. مسیر نای از جلوی مری عبور می‌کند.

* بازگشت دانش آموز عبور هوا ← دیواره عضروفی منجمد

* بازگشت دانش آموز نای ← حلقه‌های عضروفی شکل

سطح 10 ← همه سلول‌ها استوانه‌ای مژک دارند. (اعلب جدا)

✓ مژک Pro از ۲ تا ۱۵ سلول شناخته می‌شود، نوع حرکت ضربانی ولی زمانی جهت حرکت مژک سلول‌ها یکسان نیست.

✓ مژک‌ها در انتهای خود انشعاب‌هایی دارند.

✓ تعدادی سلول‌های بزرگ فقط بافت پایه در تماس‌اند، حتی سلول‌های توجهی در بین مژک

مقایسه برش عرضی نای و مری

نای، در انتهای خود، به دو شاخه تقسیم می‌شود و **نایژه‌های اصلی** را پدید می‌آورد. هر نایژهٔ اصلی به یک شش وارد شده، در آنجا به نایژه‌های باریک‌تر تقسیم می‌شود (شکل ۶). همچنان که از نایژهٔ 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.

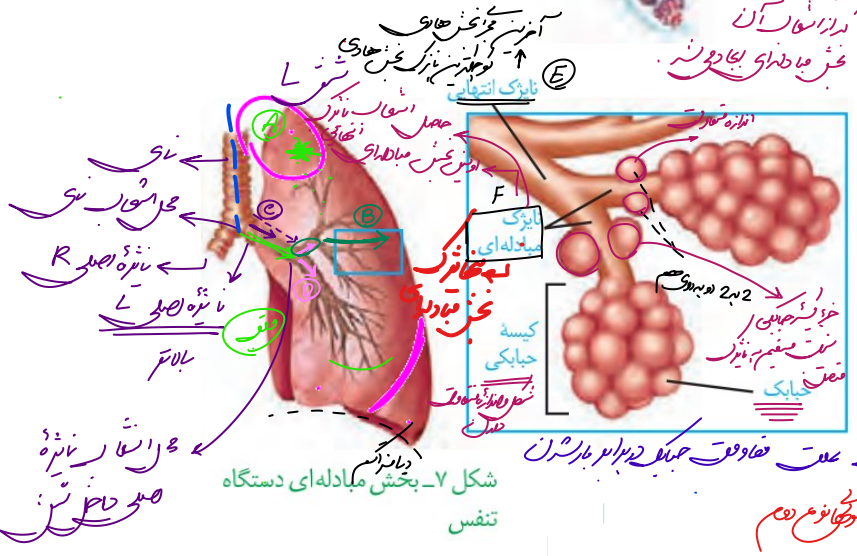
شکل ۶ـ انشعابات نای

بخش مبادله‌ای

بخش مبادله‌ای، با حضور اجزای کوچکی به‌نام حبابک مشخص می‌شود (شکل ۷). نایژکی را که روی آن حبابک وجود دارد، **نایژک مبادله‌ای** می‌نامیم. نایژک مبادله‌ای در انتهای خود به ساختاری شبیه به خوشهٔ انگور ختم می‌شود که از اجتماع حبابک‌ها پدید آمده است. هر یک از این خوشه‌ها را یک **کیسهٔ حبابکی** می‌نامند.

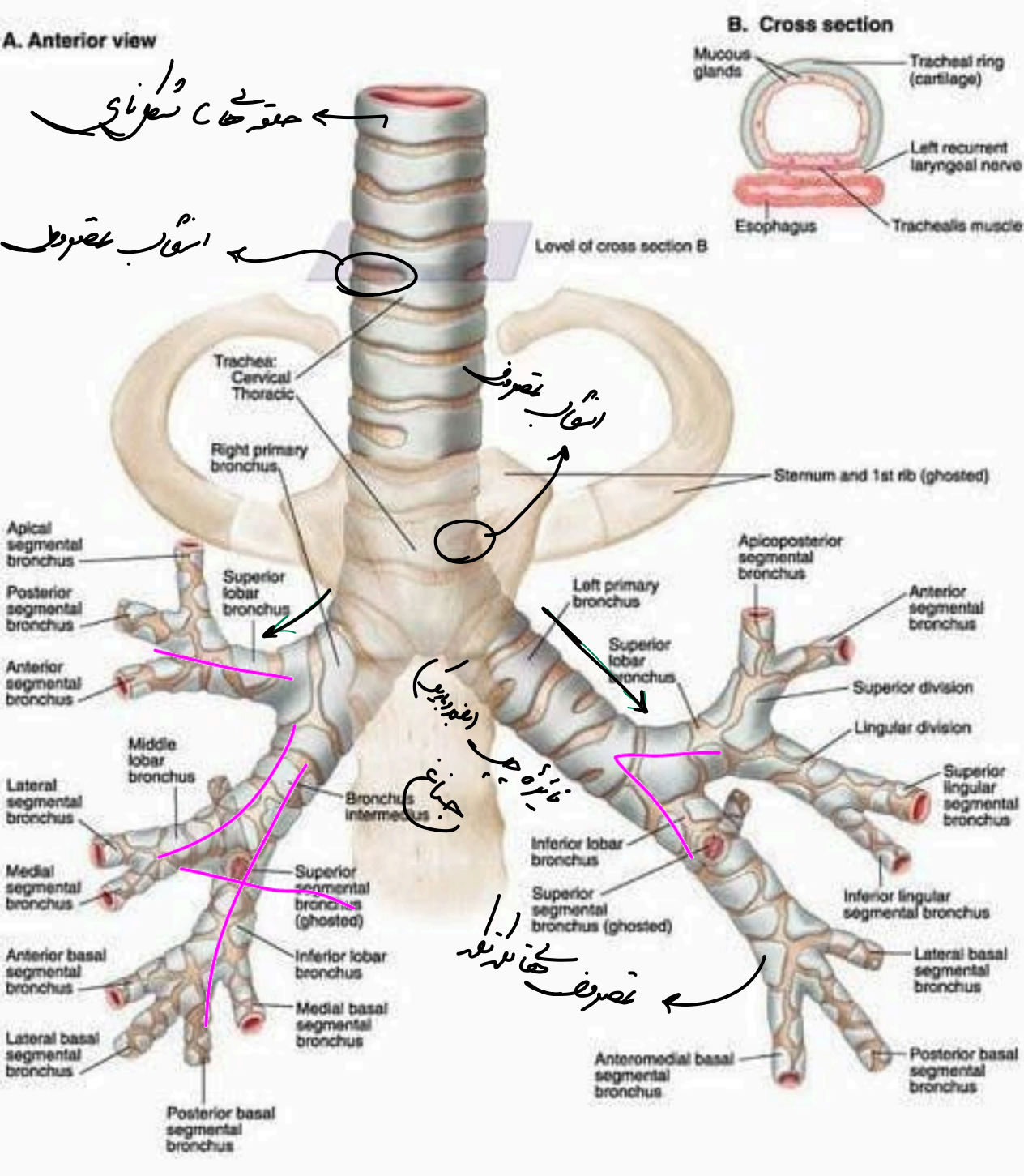
مخاط مژک‌دار در طول نایژک مبادله‌ای به پایان می‌رسد، بنابراین در محل حبابک‌ها، این مخاط وجود ندارد.

در حبابک‌ها، 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 مژک‌دار گریخته‌اند نابود می‌کنند. درشت‌خوارها یاخته‌هایی با ویژگی بیگانه‌خواری و توانایی حرکت‌اند. این یاخته‌ها، نه فقط در کیسه‌های حبابکیِ شش‌ها، بلکه در دیگر نقاط بدن نیز حضور دارند.



شکل ۷ـ بخش مبادله‌ای دستگاه تنفس

هنگام نفس کشیدن، حجم کیسه‌های حبابکی تغییر می‌کند. لایهٔ نازکی از آب، سطحی از حبابک را که در تماس با هواست پوشانده است؛ بنابراین حبابک به علت وجود نیروی کشش سطحی آب، در برابر باز شدن مقاومت می‌کند. ماده‌ای به نام **عامل سطح فعال (سورفاکتانت)** که از بعضی یاخته‌های حبابک‌ها ترشح می‌شود با کاهش نیروی کشش سطحی، باز شدن حبابک‌ها 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.


A. Anterior view
B. Cross section
Mucous glands
Tracheal ring (cartilage)
Left recurrent laryngeal nerve
Esophagus
Trachealis muscle
Level of cross section B
Trachea:
Cervical
Thoracic
Right primary bronchus
Sternum and 1st rib (ghosted)
Apical segmental bronchus
Posterior segmental bronchus
Anterior segmental bronchus
Superior lobar bronchus
Middle lobar bronchus
Lateral segmental bronchus
Medial segmental bronchus
Bronchus intermedius
Superior segmental bronchus (ghosted)
Inferior lobar bronchus
Anterior basal segmental bronchus
Medial basal segmental bronchus
Lateral basal segmental bronchus
Posterior basal segmental bronchus
Left primary bronchus
Apicoposterior segmental bronchus
Anterior segmental bronchus
Superior lobar bronchus
Superior division
Lingular division
Superior lingular segmental bronchus
Inferior lobar bronchus
Superior segmental bronchus (ghosted)
Inferior lingular segmental bronchus
Lateral basal segmental bronchus
Anteromedial basal segmental bronchus
Posterior basal segmental bronchus

مجاری تنفسی دارای 2 نوع بافت پوششی

① سینی : ابتدا استقرشی چند لایه سپس مخاط استوانه‌ای مژک‌دار

② نایژک مبادله‌ای : ابتدا استوانه‌ای مژک‌دار سپس مکعبی تک لایه

انواع بافت پوششی در مجاری

① مکعبی چند لایه ← اولین سینی

② استوانه‌ای مژک‌دار ← مهم‌ترین مراحل

③ مکعبی تک لایه ← آخرین نایژک مبادله‌ای و حبابک‌ها

تمام نایژک‌ها جزء بخش هادی نیستند (مهم)

تمام حبابک‌ها جزء لایه حبابکی نیستند (مهم)

* لایه حبابکی انتهای نایژک مبادله‌ای

A هرچه از ناحیه اصلی به نایژه مبادله‌ای پیش می‌رویم تعداد نایژه‌ها ↑ قطر نایژه‌ها ↓

مقدار غضروف و ماهیچه ↓ ماهیچه / غضروف ↑

* غضروف مجاری

حنجره ← دیواره غضروفی و سپوله‌دار و در برش غضروف C شکل

نای ← حلقه‌های C شکل که می‌توانند مشترک باشند

در محل انشعاب نای یک غضروف بزرگ وجود دارد.

نایژه‌ها ← ابتدا غضروف به صورت حلقه کامل و هرچه به انتها نزدیک می‌شیم میزان غضروف ↓

نایژک‌ها ← فاقد غضروف

B شروع بخش مبادله‌ای با نایژک مبادله‌ای و انتهای بخش مبادله‌ای وجود حبابک‌هاست.

* در نایژک‌های مبادله‌ای ابتدا بافت استوانه‌ای مژک‌دار و سپس تنفسی تک لایه وجود دارد.

C مادرخانه‌ها سلول‌های بزرگ و متحرکی هستند که داخل حبابک حضور دارند و می‌توانند خود دیواره حبابک محبوب را بشویند. این سلول‌ها از نوع گلبول سفید مشابه ماکروفاژ بوده و برای دستگیری مواد مورد نظر با آوردن خود سلول به درون سلولی نابود می‌کند

D لایه نازک آب موجود در حبابک‌ها از سطح داخلی دیواره با سلول‌های تیپ I لایه سورفاکتانت پوشیده شده

فصل 7 و 8

A تعدادی از مجاری تنفسی در بخش‌ها بالاتر از محل ورود نایژه اصلی به داخل ریه قرار دارند ولی انشعاب در بخش پایین‌تر قرار دارند.

B همه نایژک‌ها به سطح خارجی ریه کشیده می‌شوند انشعاب ↑ قطر ↓ تعداد ↑ پیدا می‌کند و سرانجام بخش مبادله‌ای وارد حبابک‌ها می‌شود و سطح خارجی ریه را تشکیل می‌دهد.

C نایژه اصلی از سطح داخلی ریه به آن وارد می‌شود

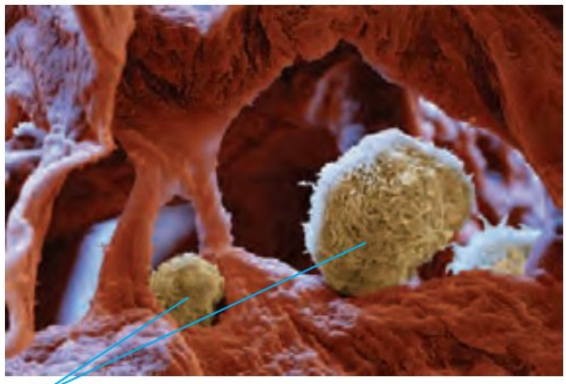
D نایژه اصلی L پس از ورود به ریه L به دو نایژه و نایژه اصلی R به R به سه نایژه تقسیم می‌شود

(ریه L 2 لوب و ریه R 3 لوب)

* تعداد: حبابک‌ها > ریزحبابک‌ها > نایژک مبادله‌ای > نایژک انتهایی > نایژه‌ها > نای

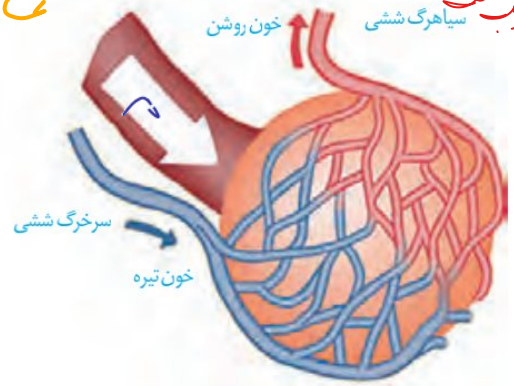
اطراف حبابک‌ها را مویرگ‌های خونی فراوان، احاطه کرده‌اند و به این ترتیب، امکان تبادل گازها بین هوا و خون فراهم شده است (شکل ۱۰).

دیوارهٔ حبابک از دو نوع یاخته ساخته شده است. نوع اوّل، 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 دیوارهٔ حبابک، طبقه‌بندی نمی‌کنند.

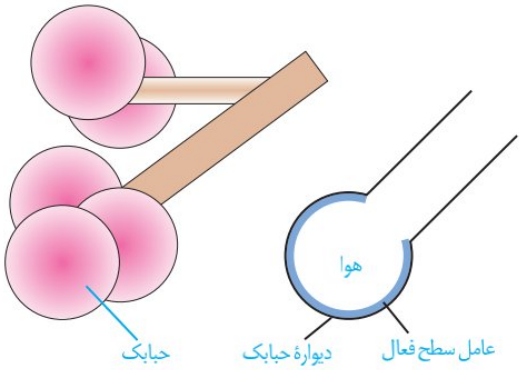

یاخته‌های درشت‌خوار

شکل ۸ـ یاخته‌های درشت‌خوار در حبابک‌ها

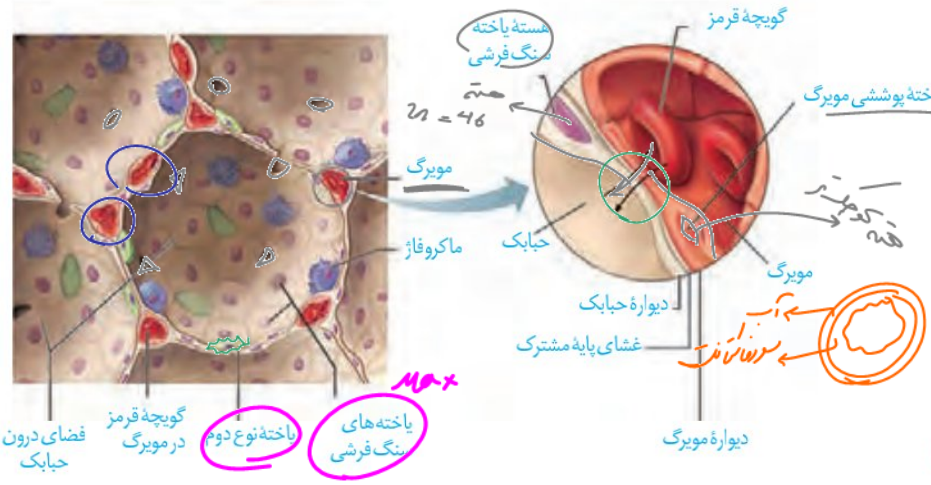
برای اینکه اکسیژن و کربن دی اکسید بین هوا و خون مبادله شوند، این مولکول‌ها باید از ضخامت دیوارهٔ حبابک‌ها و دیوارهٔ مویرگ‌ها عبور کنند. هر دو دیواره، از بافت پوششی سنگ‌فرشی یک لایه ساخته شده‌اند که بسیار نازک است. در جاهای متعدد، بافت پوششی حبابک و مویرگ هر دو غشای پایهٔ مشترک دارند؛ درنتیجه مسافت انتشار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



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



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



شکل ۱۱ـ ساختار حبابک‌ها

Study Title _____ Date _____

Hb ← در جایی که $C_2 < O_2$

C_2 ها می‌کنند جدا به O_2

$O_2 + Hb \rightarrow \boxed{HbO_2}$

* هر هموگلوبین از محل جدا می‌شود به تنهایی O_2 متصل شده

Hb در جایی که $O_2 < C_2$ ← O_2 ها می‌کنند جدا به C_2 می‌چسبند

HbO_2 ✗ تجزیه

HbC_2 ✓ می‌سازند

* محل اتصال Hb به O_2 با C_2 فرق دارد *

A ← تبادل در اطراف حبابک‌ها همواره به صورت منفذ (میزان O_2 با C_2 ↑) داخل تیره ($O_2 < C_2$) به داخل روشن ($C_2 < O_2$) تبدیل می‌شود.

B ← دیوارهٔ حبابک همیشه از یک لایه سلول پهن شده و در سطح خارجی دارای مویرگ پیوسته است.

* سلول‌های دیوارهٔ حبابک
① سنگفرشی (نازک) ← مخصوص تبادل گاز
② نوع دوم (مکعبی) ← مخصوص ترشح سورفاکتانت

* سلول‌های سنگفرشی مجاور تیغه‌دار و قطر کمتر *

* سلول‌های نوع دوم قطر بیشتر، دارای زائدهٔ میکروپی هستند *

← در بین ترشح سورفاکتانت به جریان هستند دارای شبکهٔ آندوپلاسمی صاف گسترده

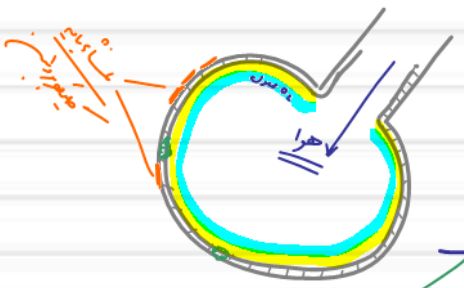
© ← درشت‌خوارها = ماکروفاژ

← گروهی از سلول‌های دستگاه ایمنی هستند که مسیرهای گردشی از مویرگ‌ها عبور می‌کنند

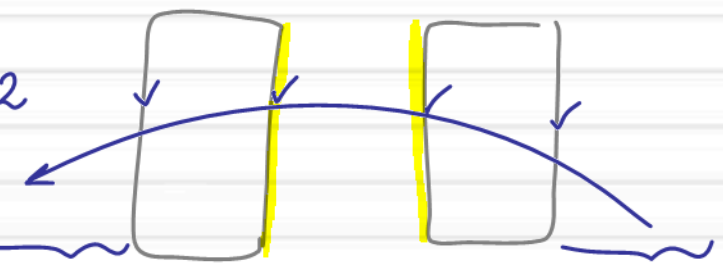
این سلول‌ها در همهٔ بخش‌های بدن حضور دارند. توانایی حرکت و درشت‌خواری دارند

درشت‌خواری = فاگوسیتوز ← توانایی درون سلولی عوامل بیماری‌زا توسط آنزیم‌های لیزوزومی داخل درشت‌خوار

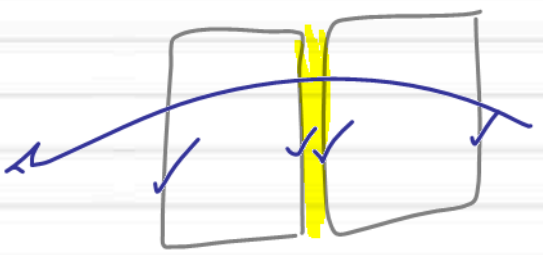
← خط دوم دفاعی

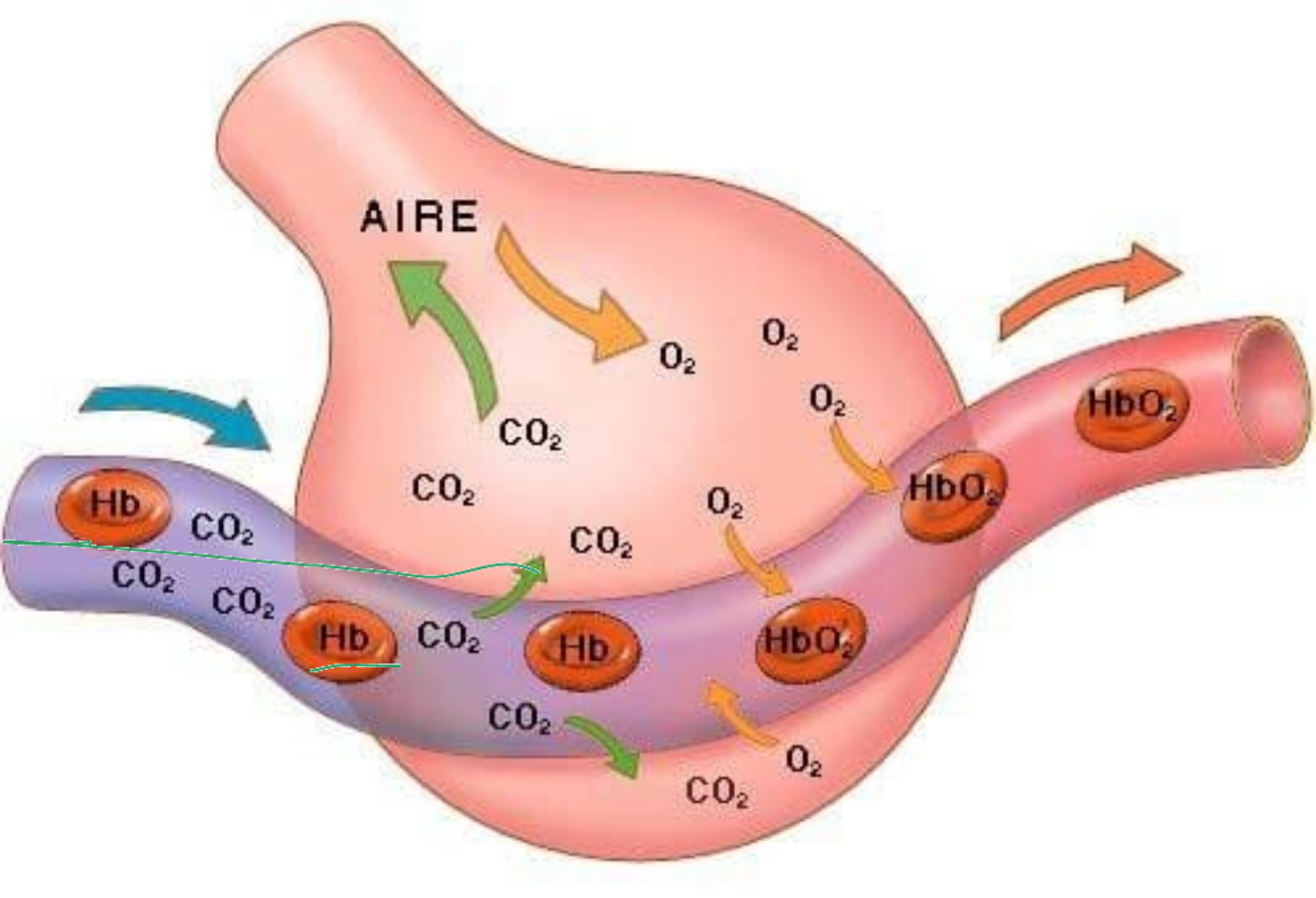


2 ردیف سلول
4 ردیف غشاء سلولی
و لایه سنگفرشی
2 غشاء پایه
6 لایه غشاء



2 ردیف سلول
4 " غشاء سلولی
و لایه سنگفرشی
اغشاء پایه
5 لایه غشاء




AIRE
O_2
O_2
O_2
CO_2
CO_2
HbO_2
Hb
CO_2
O_2
HbO_2
CO_2
CO_2
CO_2
Hb
CO_2
Hb
HbO_2
CO_2
O_2
CO_2

حمل گازها در خون

کار دستگاه تنفس با همکاری دستگاه گردش خون، کامل می‌شود. خون، اکسیژن را به یاخته‌ها می‌رساند و کربن دی‌اکسید را از آن‌ها می‌گیرد و به سمت شش‌ها می‌آورد تا از بدن خارج شود. با توجه به اینکه بخش اندکی از این گازها به‌صورت محلول در خوناب جابه‌جا می‌شوند، بنابراین به سازوکارهای دیگری برای حمل این مولکول‌ها در خون نیاز است.

گویچهٔ قرمز سرشار از **هموگلوبین** است. غلظت اکسیژن خونی که از قلب به شش‌ها می‌رود کمتر از غلظت اکسیژن در هوای حبابک‌ها است؛ در نتیجه در شش‌ها اکسیژن به هموگلوبین می‌پیوندد و در مجاورت بافت‌ها، که غلظت اکسیژن به علت مصرف شدن توسط یاخته‌ها کاهش یافته است، اکسیژن از هموگلوبین جدا و به یاخته‌ها داده می‌شود. پیوستن کربن‌دی‌اکسید به هموگلوبین و یا گسستن از آن نیز تابع غلظت کربن‌دی‌اکسید است. در بافت‌ها، کربن دی‌اکسید 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 گازی سمی به شمار می‌رود.

تنفس این گاز باعث مسمومیت می‌شود و به **گاز گرفتگی** شهرت دارد.

بیشترین مقدار حمل اکسیژن در خون به‌وسیله هموگلوبین انجام می‌شود؛ اما هموگلوبین در ارتباط با حمل کربن‌دی‌اکسید نقش کمتری دارد.

بیشترین مقدار کربن‌دی‌اکسید به‌صورت یون بیکربنات در خون حمل می‌شود. در گویچهٔ قرمز، آنزیمی به نام **کربنیک انیدراز** هست که کربن‌دی‌اکسید را با آب ترکیب می‌کند و کربنیک‌اسید پدید می‌آورد. کربنیک اسید به سرعت به یون بیکربنات و هیدروژن تجزیه می‌شود. یون بیکربنات از گویچه قرمز خارج و به خوناب وارد می‌شود. با رسیدن به شش‌ها، کربن دی‌اکسید از ترکیب یون بیکربنات آزاد می‌شود و از آنجا به هوا انتشار می‌یابد.

بیشتر بدانید

گاز کربن مونوکسید، بدون رنگ، بو یا طعم است و بنابراین وجود آن در محیط، قابل تشخیص نیست؛ به همین علت آن را **قاتل خاموش** می‌نامند. این گاز در دود حاصل از سوختن ناقص سوخت‌های فسیلی مثل نفت و گاز پدید می‌آید. به همین علت، اطمینان پیدا کردن از خروج دود از وسایلی که از سوخت فسیلی، به‌ویژه گاز استفاده می‌کنند کاملاً ضروری دارد.

بیشتر بدانید

تنفس از نگاه لاوازیه

آنتونی لاوازیه، دانشمند فرانسوی قرن هجدهم که به پدر علم شیمی نوین مشهور است، کارهایی در زمینه زیست‌شناسی نیز دارد. او برای توصیف آنچه در فرایند تنفس در جانوران رخ می‌دهد، آزمایش‌هایی انجام داد. لاوازیه براساس نتایج حاصل از این آزمایش‌ها عنوان کرد که آنچه در تنفس رخ می‌دهد، همانند سوختن شمع است که در آن یکی از اجزای هوا (که بعد اکسیژن نامیده شد) با جسم سوختنی ترکیب می‌شود. او بر این باور بود که گرمای بدن، حاصل چنین واکنشی است که در شش‌ها رخ می‌دهد؛ خون گرما را از شش‌ها می‌گیرد و به سراسر بدن هدایت می‌کند؛ البته امروز می‌دانیم که این موضوع نادرست است. این نظر که کار شش‌ها ایجاد گرما است تا مدت‌ها به عنوان یک حقیقت مسلم پذیرفته شده بود، شاید به این دلیل که دانشمندان آن زمان تحت تأثیر افکار **ارسطو** بودند که قلب و شش‌ها را محل وقوع مهم‌ترین فرایندهای حیاتی می‌دانست.

کمی بعد از مرگ لاوازیه در ۵۱ سالگی، **اسپالانزانی (Lazzaro Spallanzani)** دانشمند ایتالیایی دریافت که واکنش سوختن (تنفس)، حتی در بافت‌های جانوری تازه کشته شده و جانورانی که شش ندارند، نیز رخ می‌دهد. این یافته‌ها این باور را که شش‌ها محل سوختن مواد هستند، مورد تردیدی جدی قرار داد. سرانجام نزدیک به صد سال پس از لاوازیه، **فلوگر (Eduard Pflüger)** دانشمند آلمانی نشان داد، سوختن مواد در یاخته‌ها و نه در شش‌ها، رخ می‌دهد.

(A) CO_2 ماده دفعی متابولیک است و بیشتر دفع آن بازدم است.

(B) حلالیت خاص گازها O_2 و CO_2 در خون مختلف یکدیگر است

(O_2 از نظر حلالیت اندکی و CO_2 از اندکی به بعد بیشتر)

(C) هم O_2 و هم CO_2 به روش محلول در پلاسما به مقدار بسیار اندک جابه‌جا می‌شوند

(O_2 ٪3 و CO_2 ٪7)

(D) اغلب هموگلوبین داخل گلبول قرمز.

هموگلوبین ← Hb

گلبول قرمز ← RBC

اندیدراز کربنیک ← AC

* Hb ← داخل RBC

pro قرمز رنگ انتقال دهنده

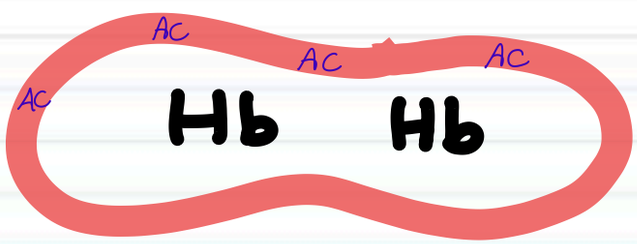
در جابه‌جایی O_2 و CO_2 نقش دارد

در جابه‌جایی O_2 نقش بیشتر دارد

* AC ← داخل عصاره سلولی RBC

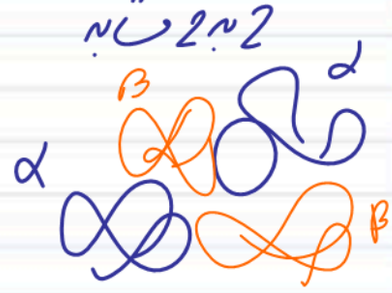
pro آنزیمی

در جابه‌جایی CO_2 نقش دارد



از عناصر سازنده

2 به 2 شبیه



(E) شیب غلظت گازها در مجاورت حبابک و

شیب غلظت O_2 و از حبابک به خون

شیب غلظت CO_2 و از خون به حبابک

(F) در مجاورت حبابک‌ها ($CO_2 < O_2$)

* تشکیل HbO_2 و تجزیه $HbCO_2$

CO_2 به داخل حبابک آزاد می‌شود

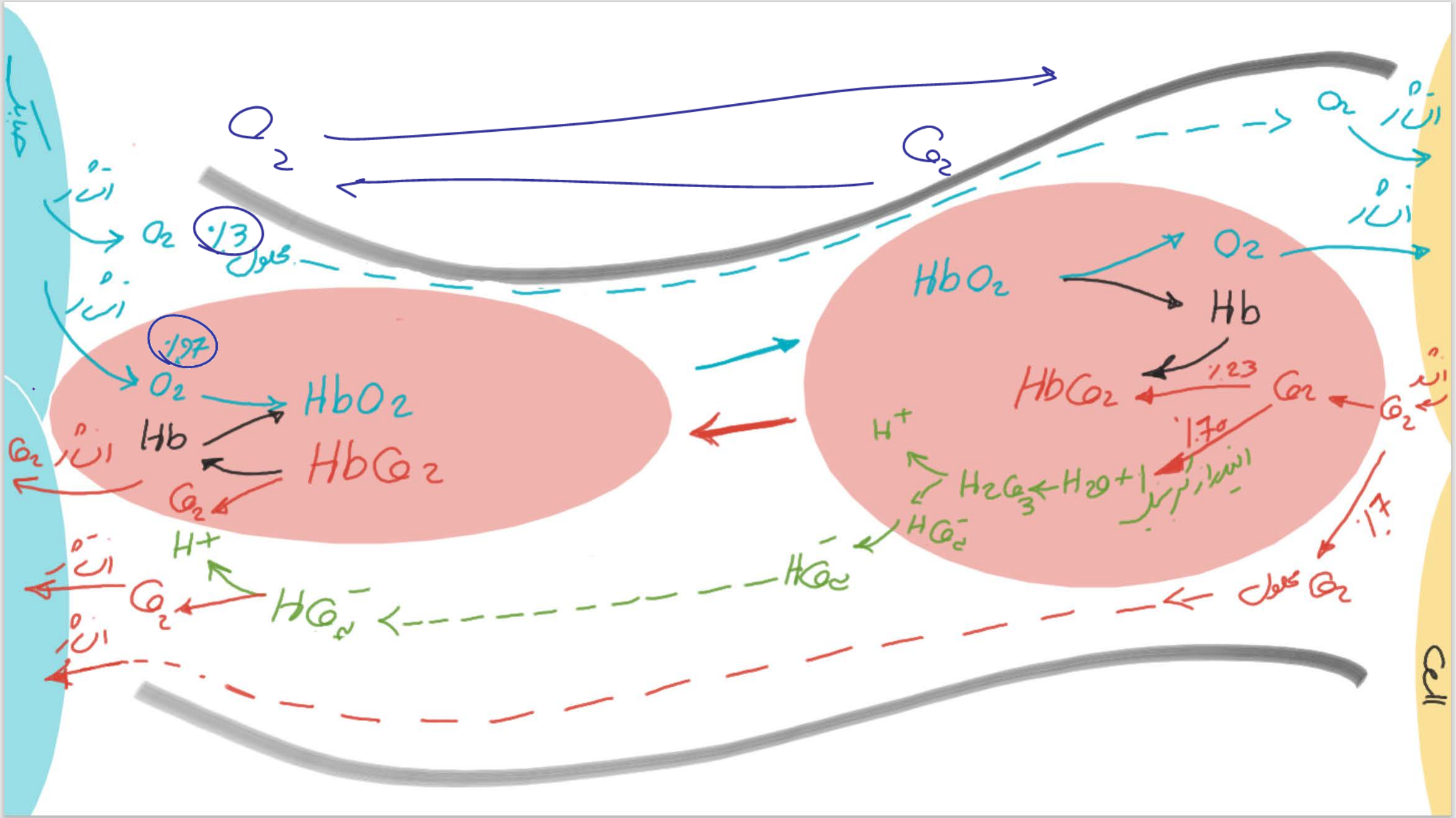
در مجاورت سلول‌های بافت ($O_2 < CO_2$)

* تشکیل $HbCO_2$ و تجزیه HbO_2

O_2 وارد سلول‌های بدن می‌شود

(G) حضور CO باعث کاهش ظرفیت هموگلوبین برای حمل O_2 می‌شود ولی تأثیری در ظرفیت حمل CO_2 ندارد.

(H) علت قرمز در آوردن گوشت تشکیل نیتریدن O_2 به سلول‌هاست.


O_2
CO_2
O_2
انتشار
.13
محلول
انتشار
.97
O_2
HbO_2
Hb
$HbCO_2$
CO_2
انتشار
HbO_2
O_2
Hb
$HbCO_2$
.23
CO_2
انتشار
H^+
$H_2CO_3 \leftarrow H_2O + CO_2$
انزيم كربونيك
.70
HCO_3^-
.07
CO_2 محلول
H^+
HCO_3^-
HCO_3^-
CO_2
انتشار
انتشار
CO_2
انتشار
انتشار
حمار
الخلية

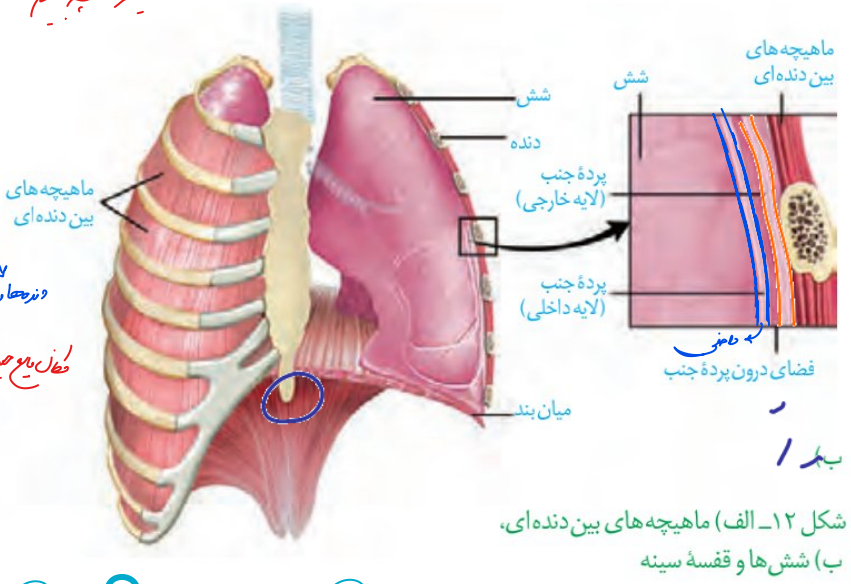
گفتار ۲ تهویهٔ شُشی

تهویهٔ شُشی شامل دو فرایند دم و بازدم است. برای درک چگونگی دم و بازدم، لازم است ابتدا با ساختار و عمل شش‌ها آشنا شویم.

شُش‌ها

شش‌ها درون قفسهٔ سینه و روی پردهٔ ماهیچه‌ای **میان‌بند** (دیافراگم) قرار دارند. شش چپ به علت مجاورت با قلب، از شش راست قدری کوچک‌تر است. بیشتر حجم شش‌ها را کیسه‌های حبابکی به خود اختصاص داده‌اند و ساختاری اسفنج‌گونه را به شش می‌دهند. قفسه سینه علاوه بر محافظت از شش‌ها در تهویه شُشی نیز نقش دارد. در بین دنده‌ها، ماهیچه‌هایی به‌نام **ماهیچه‌های بین‌دنده‌ای** وجود دارند که به دو دسته خارجی و داخلی تقسیم می‌شوند (شکل ۱۲ـ الف). این ماهیچه‌ها دنده‌ها و درنتیجه قفسه سینه را حرکت می‌دهند.

هر یک از شش‌ها را پرده‌ای دولایه به نام **پردهٔ جنب** فراگرفته است (شکل ۱۲ـ ب). یکی از لایه‌های این پرده به سطح شش چسبیده و لایهٔ دیگر به سطح درونی قفسهٔ سینه متصل است. درون پرده جُنب، فضای اندکی است که از مایعی به نام **مایع جنب**، پر شده است. فشار این مایع از فشار جو کمتر است و باعث می‌شود شش‌ها در حالت بازدم، کاملاً جمع نشوند، در صورتی که قسمتی از قفسه سینه سوراخ شود، شش‌ها جمع می‌شوند.



شکل ۱۲ـ الف) ماهیچه‌های بین‌دنده‌ای، ب) شش‌ها و قفسهٔ سینه

شش‌ها دو ویژگی مهم دارند: یکی **پیروی از حرکات قفسهٔ سینه** و دیگری ویژگی **کشسانی**. هنگامی که حجم قفسهٔ سینه افزایش می‌یابد، شش‌ها باز می‌شوند. در نتیجه، فشار هوای درون شش‌ها کم شده، هوای بیرون به درون شش‌ها کشیده می‌شود. اما باید توجه داشت که به علت ویژگی کشسانی، شش‌ها در برابر کشیده شدن، مقاومت نیز نشان می‌دهند و تمایل دارند به وضعیت اولیهٔ خود بازگردند. ویژگی کشسانی شش‌ها در بازدم نقش مهمی دارد.

(A) تنش R دوب و تنش 1 و 2 بوب می باشد سطح تماس تنش R با دیافراگم ضخیم است.

(B) تنش‌ها → لبه‌های جهانی (max)
→ مجاری تنفسی (از داخل بیرون خارج)
→ شبکه مویرگ‌های خونی (از این عبور)

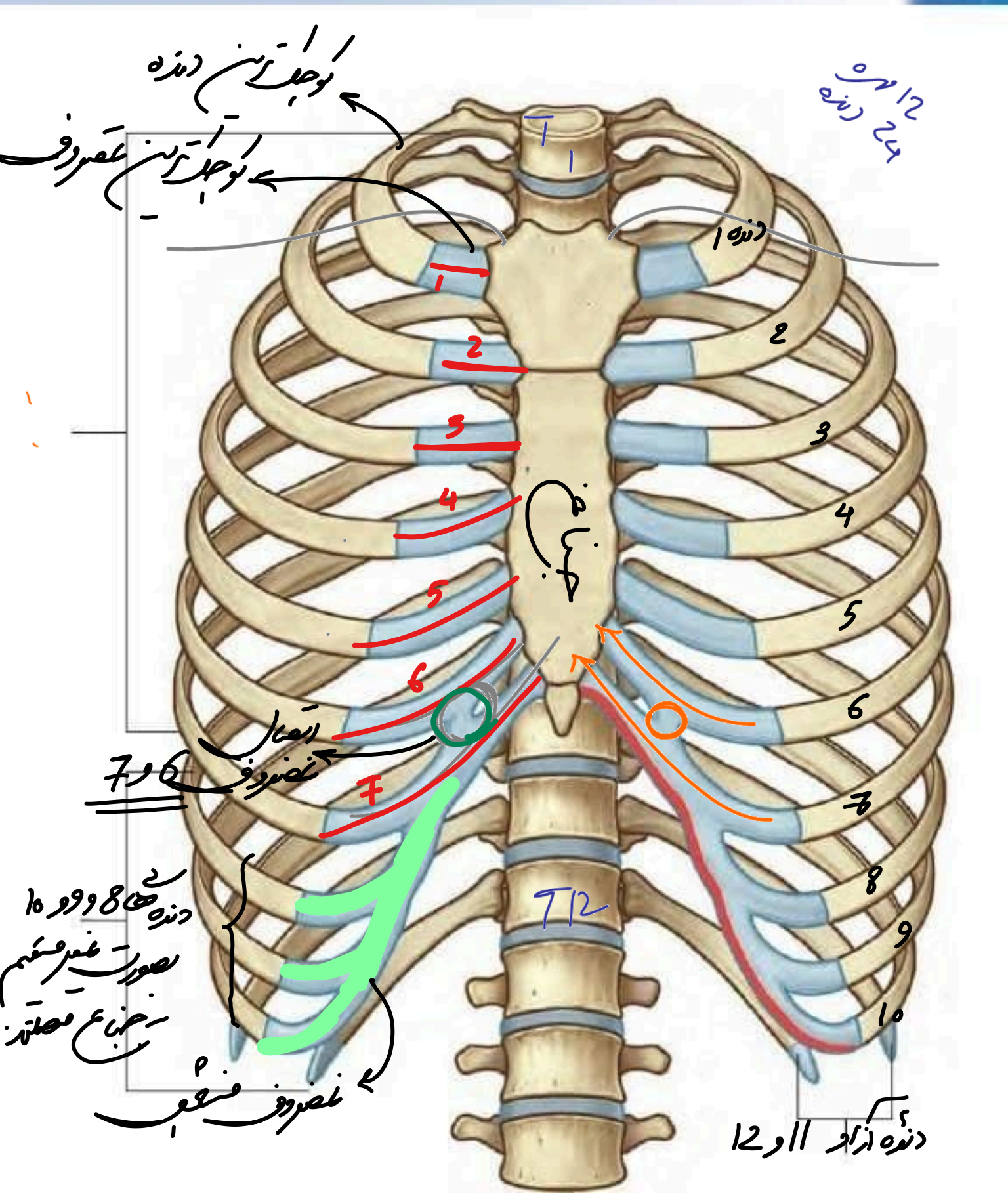
(C) ماهیچه‌های دنده‌ای
→ خارجی: تعداد کمتر و سفت خارجی‌ترند - جزء ماهیچه‌های دمی محسوب می‌شود
در دم عمیق دنده‌ها به سمت بالا و بیرون حرکت می‌دهند → ↑ حجم قفسه سینه
→ داخلی: تعداد بیشتر، به سمت پایین و داخل قرار دارند و ماهیچه‌های بازدمی محسوب می‌شوند
در بازدم عمیق دنده‌ها به سمت پایین و داخل حرکت داده → ↓ حجم قفسه سینه

(D) پرده جنب 2 بعد بوده (2 لایه‌ای) ← 4 لایه پرده جنب
پرده جنب جزء شش نیست و توسط لایه داخلی به سطح خارجی و توسط لایه خارجی به سطح داخلی قفسه سینه متصل است. (باعث چسبندگی اطراف شش‌ها که بعیت از قفسه سینه است می‌شود)

(E) مایع جنب در مجاورت سطح خارجی لایه داخلی و سطح داخلی لایه خارجی پرده جنب است (دون پرده جنب)
* پرده جنب، 2 لایه آن در اتصال و تماس با هم تشکیل و فضا برای هم دارند.

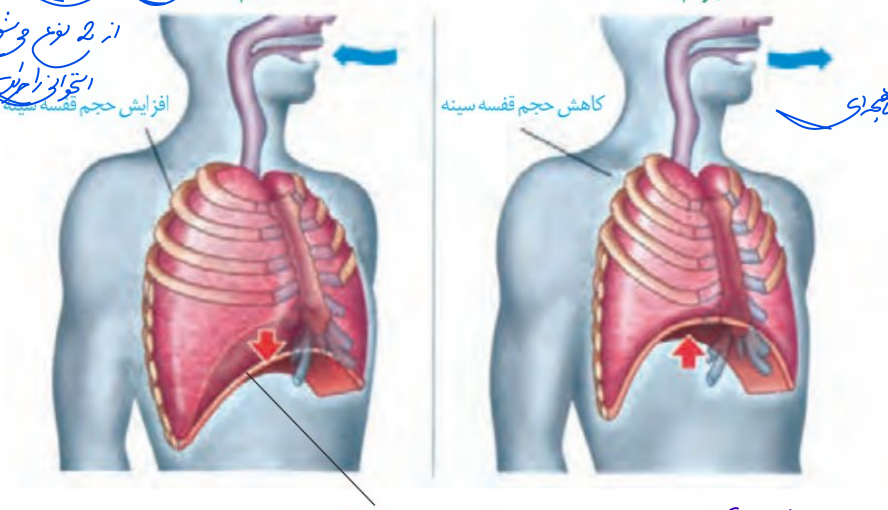
(F) حرکات قفسه سینه در اثر انقباض ماهیچه‌های اسکلتی می‌باشد این انقباض‌ها هم می‌تواند ارادی باشد (دستور از قشر مخ) و هم غیرارادی (انقباض با دستور حلل نخاع)

(H/G) تهویه شش
→ (1) باعث مبادلات هوای تنفسی می‌شود
→ (2) باعث مبادلات غیر هوای تنفسی می‌شود


T1
T12
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12

دم، فرایندی است که درنتیجهٔ افزایش حجم قفسهٔ سینه رخ می‌دهد. در این رویداد، دو عامل دخالت دارد. اوّل، ماهیچهٔ میان‌بند که درحالت استراحت، گنبدی‌شکل است، اما وقتی منقبض می‌شود، به حالت مسطح در می‌آید. دوم، انقباض ماهیچه‌های بین دنده‌ای خارجی که دنده‌ها را به سمت بالا و جلو جابه‌جا می‌کند و جناغ را به جلو می‌راند (شکل ۱۳). در تنفس آرام و طبیعی، میان‌بند نقش اصلی را بر عهده دارد. در دم عمیق، انقباض ماهیچه‌های ناحیهٔ گردن نیز، به افزایش حجم قفسهٔ سینه کمک می‌کند.

با به استراحت در آمدن ماهیچهٔ میان‌بند و ماهیچه‌های بین دنده‌ای خارجی، و بر اثر ویژگی کشسانی شش‌ها، حجم قفسهٔ سینه و در نتیجه، حجم شش‌ها کاهش می‌یابد و هوای درون آنها به بیرون رانده می‌شود. در بازدم عمیق، انقباض ماهیچه‌های بین دنده‌ای داخلی و نیز ماهیچه‌های شکمی، به کاهش حجم قفسهٔ سینه کمک می‌کند.



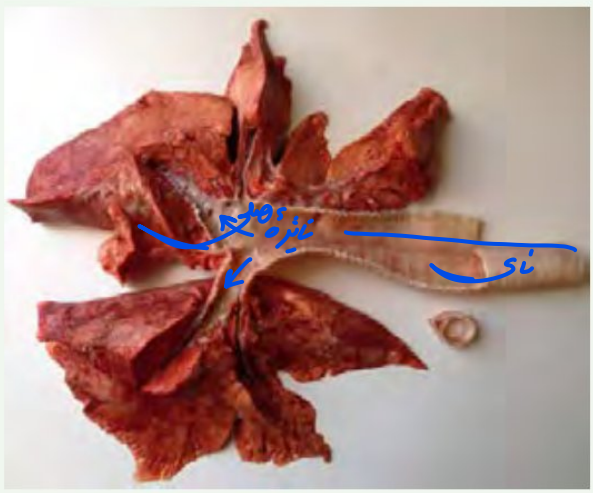
شکل ۱۳ـ افزایش و کاهش حجم قفسهٔ سینه در دم و بازدم عادی

فعّالیت ۲

تشریح شش گوسفند

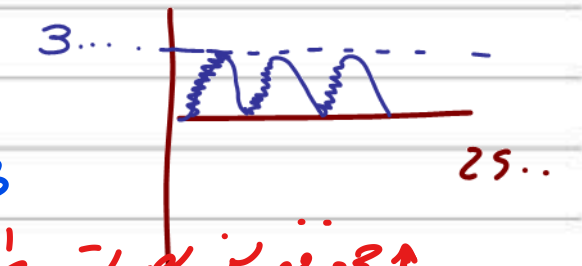
۱ـ ویژگی ظاهری: شش به علت دارا بودن کیسه‌های حبابکی فراوان، حالتی اسفنج گونه دارد. شش راست از شش چپ بزرگ‌تر است. شش راست از سه قسمت یا لَپ (لوب) و شش چپ از دو قسمت تشکیل شده است.

۲ـ تشخیص شش راست و چپ: اگر در نمونه‌ای که تهیه کرده‌اید مری نیز وجود دارد، به محل قرارگیری آن توجه کنید. نای در جلو و مری در پشت قرار گرفته است و به این ترتیب می‌توانید سطح جلویی و پشتی نای و شش‌ها (و در نتیجه راست و چپ آنها) را نیز مشخص کنید. مری را جدا کنید. برای تشخیص سطح جلویی و پشتی نای در حالتی که مری از آن جدا شده است، کافی است به یاد داشته باشید که غضروف‌های نای C شکل‌اند. این وضعیت باعث می‌شود که در نای، قسمت دهانهٔ حرف C از سایر قسمت‌ها نرم‌تر باشد. با لمس کردن، این قسمت را پیدا کنید.



* حفره‌های تنفسی ✓ A دمی * دیافراگم

از حباب تنفسی شروع شده ↑ حجم قفسه سینه از بالا تغییر صورت طولی



✓ B حفره میان دنده‌ای خارجی * دمی

↑ حجم قفسه سینه بصورت طولی و عرضی (دنده‌ها به سمت بالا و بیرون و جناغ به سمت جلو)

✓ C حفره‌های شکمی * دمی (دم عمیق)

↑ حجم قفسه سینه از بالا بصورت طولی

✓ D حفره‌های میان دنده‌ای داخلی * بازدمی (بازدم عمیق)

↓ حجم قفسه سینه بصورت طولی و عرضی (دنده‌ها به سمت پائین و داخل و جناغ به سمت عقب)

✓ E حفره‌های شکمی * بازدمی (بازدم عمیق)

حفره‌های A, B ← باعث ورود (انقباض) هوای جاری خارج (استراحت) هوای جاری می‌شود

" C ← با انقباض آن باعث ورود هوای ذخیره دمی و با استراحت آن باعث خروج هوای ذخیره دمی می‌شود.

" E, D ← با انقباض باعث خروج هوای ذخیره بازدمی و با استراحت آن باعث خروج هوای ذخیره بازدمی می‌شود.

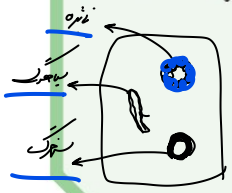
این قسمت، محل اتصال نای به مری و بنابراین سطح پشتی نای است.

۳ـ بررسی ویژگی کشسانی شش‌ها: با یک تلمبه از نای به درون شش‌ها بدمید و قابلیت کشسانی شش‌ها را مشاهده کنید.

۴ـ بررسی ساختارهای درونی: نای را از قسمت نرم آن (دهانهٔ حرف C) در طول، برش دهید تا به نزدیکی شش‌ها برسید. در نای گوسفند، قبل از دو نایژهٔ اصلی، یک انشعاب سوم هم مشاهده می‌شود که به شش راست می‌رود. مدخل این انشعاب و سپس نایژه‌های اصلی را مشاهده کنید.

برش طولی نای را از مدخل نایژهٔ اصلی ادامه دهید. دقت کنید که بریدن نایژهٔ اصلی به سادگی نای نیست و این به علت ساختار غضروف‌های نایژه است که در ابتدا به صورت حلقهٔ کامل و بعد به صورت قطعه قطعه است. در طول نای، مدخل‌های نایژه‌های بعدی قابل مشاهده است.

اگر تکه‌ای از شش را ببُرید، در مقطع آن سوراخ‌هایی را مشاهده می‌کنید که به سه گروه قابل تقسیم‌اند. نایژه‌ها، سرخرگ‌ها و سیاهرگ‌ها. لبهٔ نایژه‌ها به علت دارا بودن غضروف، زبر است و به این ترتیب از رگ‌ها قابل تشخیص است. سرخرگ‌ها دیوارهٔ محکم‌تری نسبت به سیاهرگ‌ها دارند و به همین علت، برخلاف سیاهرگ‌ها دهانهٔ آنها حتی در نبود خون هم باز است اما دهانهٔ سیاهرگ‌ها در نبود خون بسته است.



اگر تکه‌ای از شش را ببرید و در ظرفی پر از آب بیندازید خواهید دید که روی سطح آب شناور می‌ماند. چرا؟

حجم‌های تنفسی

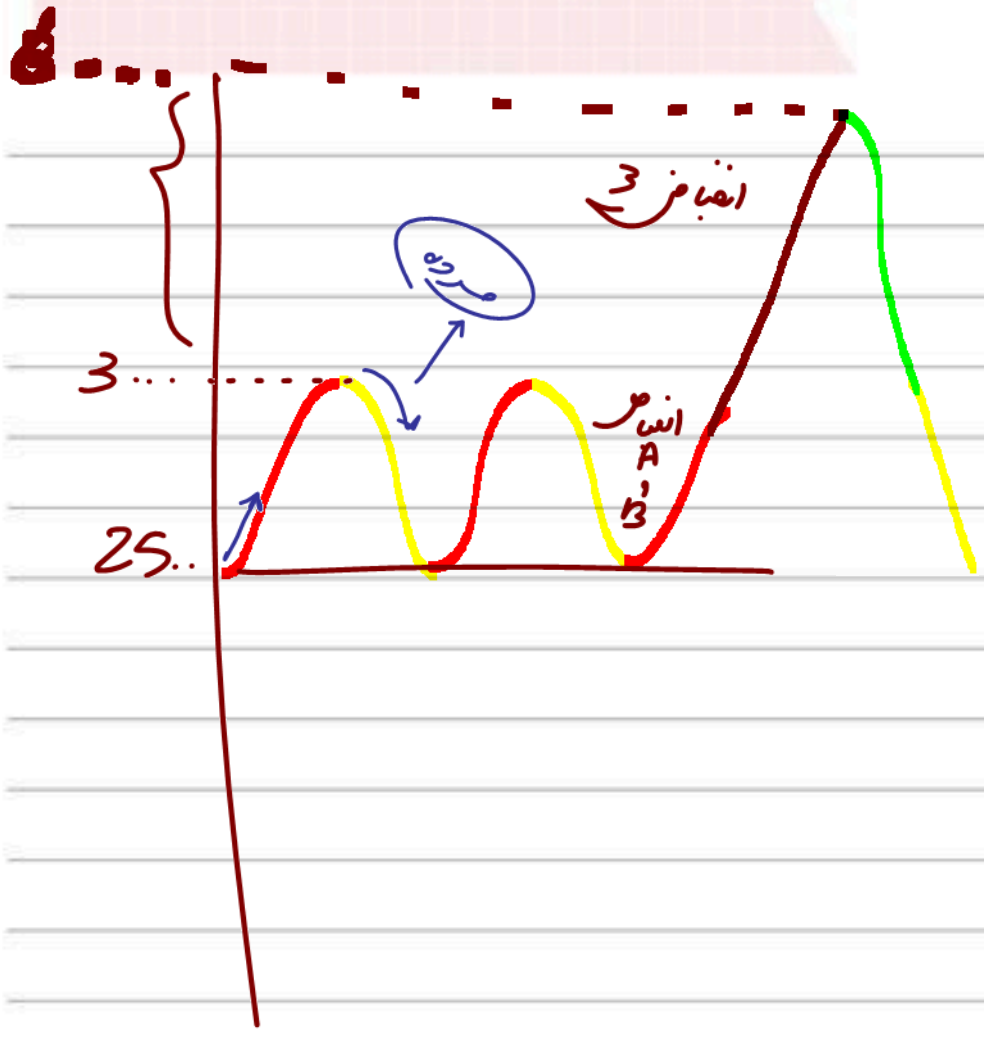
مقدار هوایی که به شش‌ها وارد یا از آن خارج می‌شود به چگونگی دم و بازدم ما بستگی دارد. بنابراین، حجم‌های مختلفی از هوا را می‌توان به شش وارد و یا از آن خارج کرد. حجم‌های تنفسی را با دستگاه دَم‌سنج **(اسپیرومتر)** اندازه می‌گیرند. نموداری که دم‌سنج از دم و بازدم‌های فرد رسم می‌کند، دَم‌نگاره **(اسپیروگرام)** نامیده می‌شود (شکل ۱۴). تحلیل دم‌نگاره در تشخیص درست بیماری‌های ششی کاربرد دارد.

به مقدار هوایی که در یک دم عادی وارد یا در یک بازدم عادی خارج می‌شود **حجم جاری** می‌گویند. حجم جاری حدود ۵۰۰ mL است. از حاصل ضرب حجم جاری در تعداد تنفس در دقیقه، **حجم تنفسی در دقیقه** به دست می‌آید.

اما می‌دانیم که با دم یا بازدم عمیق می‌توانیم مقدار بیشتری هوا را به شش‌ها وارد یا از آنها خارج کنیم. **حجم ذخیرهٔ دمی**، به مقدار هوایی گفته می‌شود که می‌توان پس از یک دم معمولی، با یک دم عمیق به شش‌ها وارد کرد. **حجم ذخیرهٔ بازدمی**، به مقدار هوایی گفته می‌شود که می‌توان پس از یک بازدم معمولی با یک بازدم عمیق از شش‌ها خارج کرد. حتی بعد از یک بازدم عمیق، مقداری هوا در شش‌ها باقی می‌ماند و نمی‌توان آن را خارج کرد. این مقدار را **حجم باقی‌مانده** می‌نامند. حجم باقی‌مانده، اهمیت زیادی دارد؛ چون باعث می‌شود حبابک‌ها همیشه باز بمانند؛ همچنین تبادل گازها را در فاصلهٔ بین دو تنفس ممکن می‌کند.

CamScanner

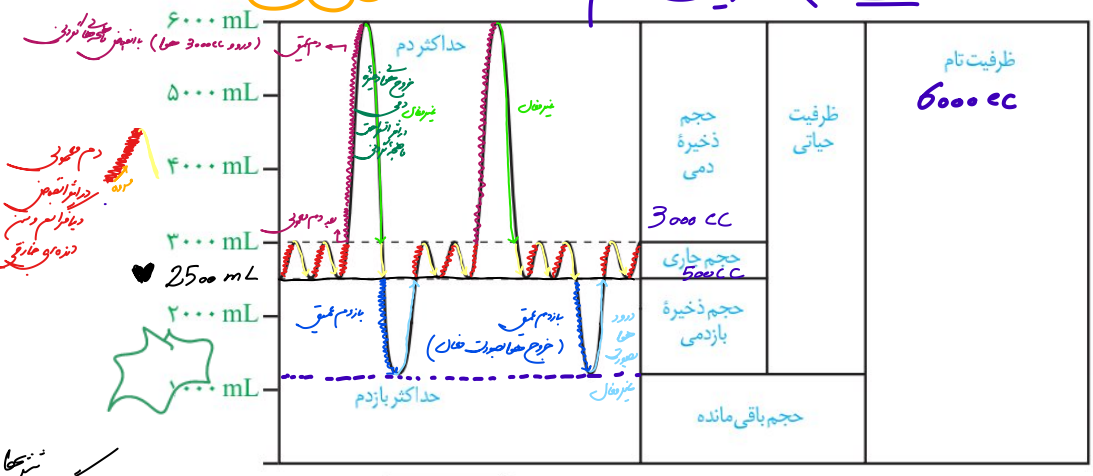
DATE



باید توجه کرد که بخشی از هوای دمی در بخش هادی دستگاه تنفس می‌ماند و به بخش مبادله‌ای نمی‌رسد. به این هوا که درحدود ۱۵۰ میلی لیتر است، **هوای مرده** می‌گویند. مقدار حجم‌ها در فرد سالم، به سن و جنسیت او بستگی دارد.

ظرفیت‌های تنفسی

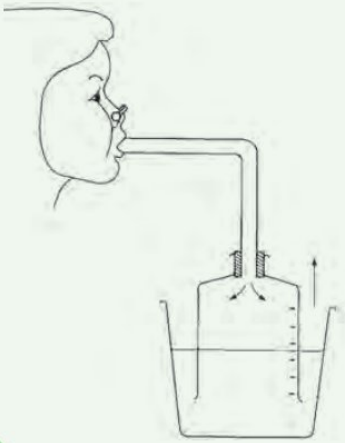
ظرفیت تنفسی، مجموع دو یا چند حجم تنفسی است. **ظرفیت حیاتی** مقدار هوایی است که پس از یک دم عمیق و با یک بازدم عمیق می‌توان از شش ها خارج کرد و برابر با مجموع حجم‌های جاری، ذخیرهٔ دمی و ذخیرهٔ بازدمی است. **ظرفیت تام**، حداکثر مقدار هوایی است که شش ها می‌توانند در خود جای دهند و برابر است با مجموع ظرفیت حیاتی و حجم باقی‌مانده.



شکل ۱۴ــ دَم‌سنج و دَم‌نگارم

فعّالیت ۳

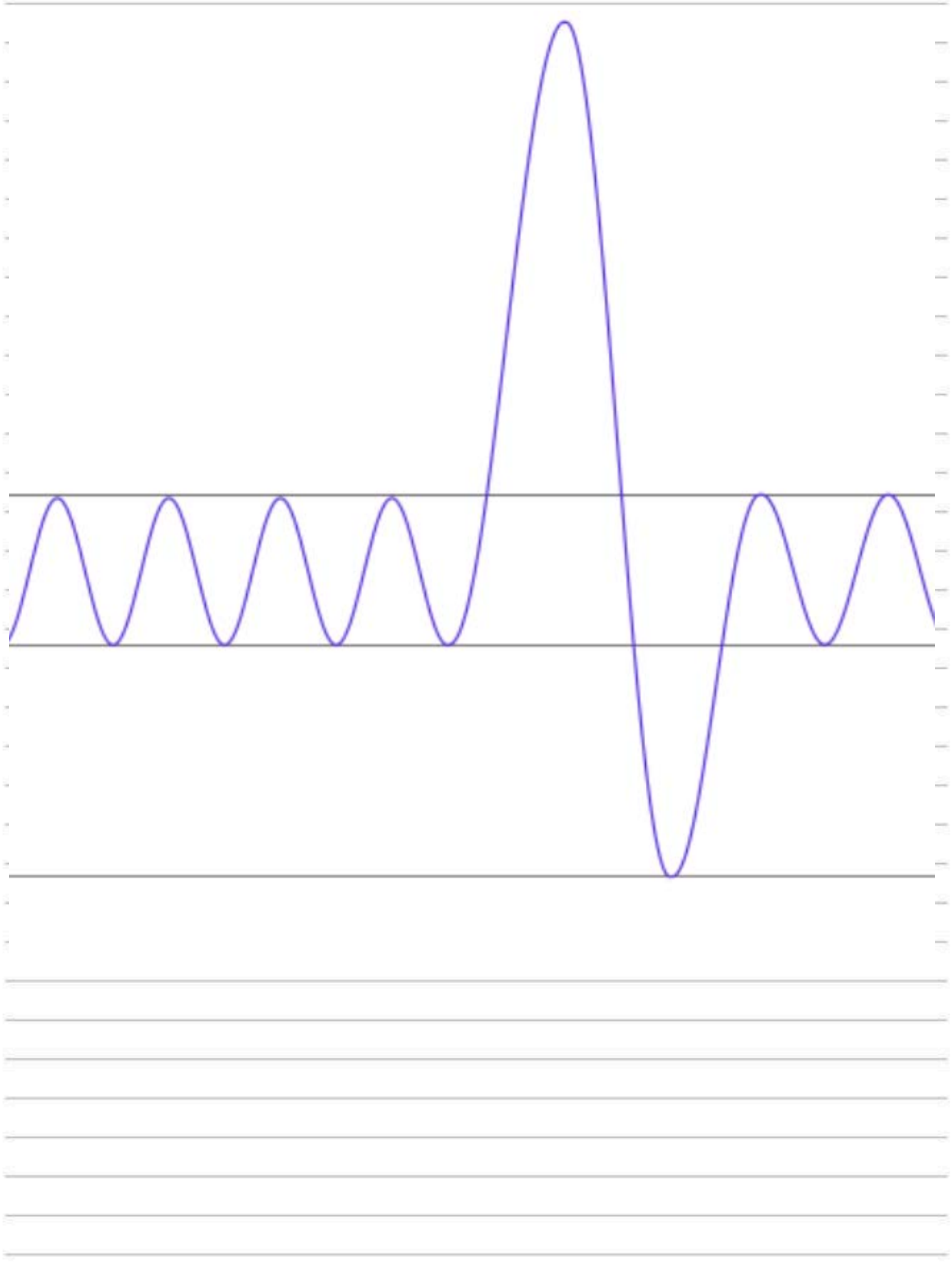
ظرفیت شش های افراد مختلف مساوی نیست. با ساختن دستگاهی مانند شکل زیر، می‌توانید گنجایش شش‌های خود و هم کلاسی هایتان را اندازه بگیرید. گنجایش ظرف وارونه، حداقل باید پنج لیتر باشد. در ابتدا، ظرف را از آب پر و سپس در تشت وارونه کنید.

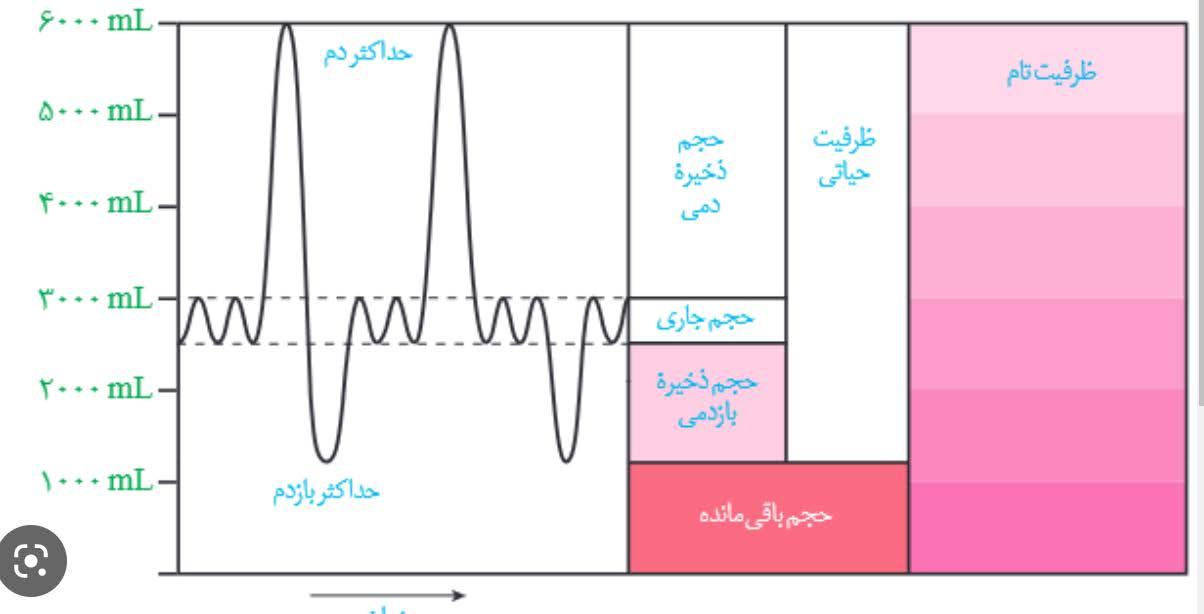


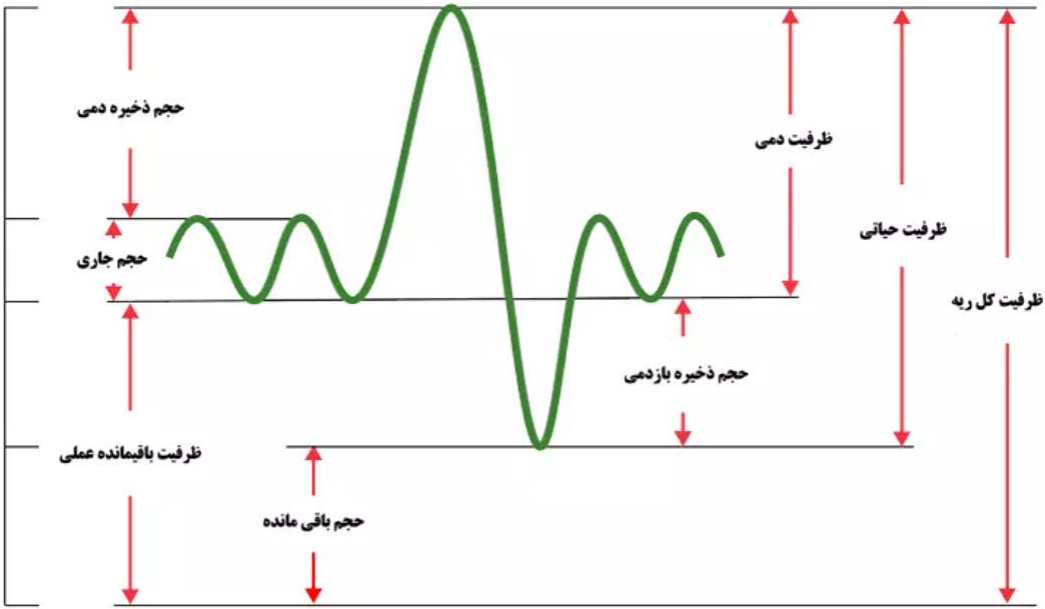
ابتدا نفس بسیار عمیقی بکشید و بعد تا جایی که می‌توانید در لوله فوت کنید. هنگام فوت کردن بینی خود را بگیرید.

۱ــ آیا عددی که در اینجا نشان داده می‌شود، ظرفیت واقعی شش های شماست؟ دلیل بیاورید.

۲ــ چگونه می‌توانید به کمک این دستگاه، مقدار هوای دم و بازدم خود را نیز اندازه بگیرید؟


DATE


۶۰۰۰ mL
۵۰۰۰ mL
۴۰۰۰ mL
۳۰۰۰ mL
۲۰۰۰ mL
۱۰۰۰ mL
حداکثر دم
حداکثر بازدم
حجم ذخیرهٔ دمی
ظرفیت حیاتی
ظرفیت تام
حجم جاری
حجم ذخیرهٔ بازدمی
حجم باقی‌مانده


حجم ذخیره دمی
حجم جاری
ظرفیت باقیمانده عملی
حجم باقی مانده
ظرفیت دمی
حجم ذخیره بازدمی
ظرفیت حیاتی
ظرفیت کل ریه
زمان

سایر اعمال دستگاه تنفس

تکلم: حنجره محل قرارگیری پرده‌های صوتی است. این پرده‌ها حاصل چین‌خوردگی مخاط به سمت داخل‌اند. پرده‌های صوتی صدا را تولید می‌کنند. شکل دهی به صدا به وسیلهٔ بخش هایی مانند لب‌ها و دهان صورت می‌گیرد.

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 می‌شود. در این حالت هوا با فشار از راه دهان (سرفه) یا بینی و دهان (عطسه) همراه با مواد خارجی به بیرون رانده می‌شود (شکل ۱۵). در افرادی که دخانیات مصرف می‌کنند، به علت از بین رفتن یاخته‌های مژکدار مخاط تنفسی، سرفه راه مؤثرتری برای بیرون راندن مواد خارجی است و به همین علت این‌گونه افراد به سرفه‌های مکرر مبتلا هستند.

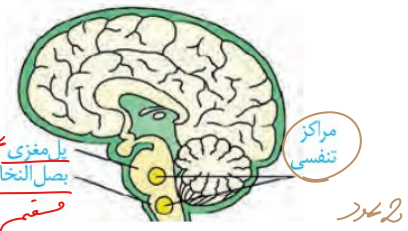
شکل ۱۵ـ عطسه یکی از سازوکارهای بیرون راندن مواد خارجی است.

تنظیم تنفس

دم، با انقباض میان‌بند و ماهیچه‌های بین دنده‌ای خارجی آغاز می‌شود. انقباض این ماهیچه‌ها با دستوری انجام می‌شود که از طرف مرکز تنفس در بصل‌النخاع صادر شده است (شکل ۱۶). با پایان یافتن دم، بازدم بدون نیاز به پیام عصبی، با بازگشت ماهیچه‌ها به حالت استراحت و نیز ویژگی کشسانی شش‌ها انجام می‌شود.

تنفس، مرکز دیگری هم دارد که در پل مغز، واقع است و با اثر بر مرکز تنفس در بصل‌النخاع، دم را خاتمه می‌دهد. مرکز تنفس در پل مغز می‌تواند مدت زمان دم را تنظیم کند.

افزایش کربن‌دی اکسید و کاهش اکسیژن خون نیز از عوامل مؤثر در تنظیم تنفس‌اند.



شکل ۱۶ـ مراکز عصبی تنفس

بیشتر بدانید

سکسکه دم عمیقی است که درنتیجه انقباض ناگهانی میان بند ایجاد می‌شود. این فرایند درنتیجه تحریک میان بند یا عصب مرتبط با آن آغاز می‌شود. صدای سکسکه وقتی ایجاد می‌شود که هوای دمی با پرده‌های صوتی برخورد می‌کند.

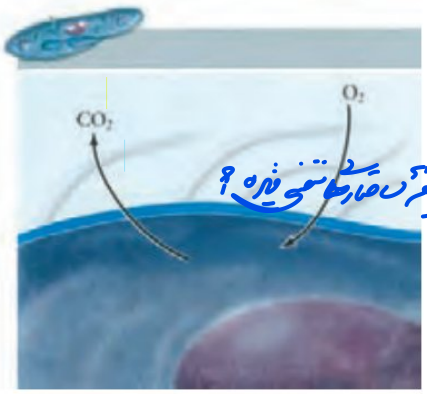
خمیازه دم بسیار عمیقی است که با باز شدن آرواره همراه است و نتیجهٔ آن تهویهٔ همهٔ حبابک‌هاست (در تنفس عادی طبیعی لزوماً چنین چیزی اتفاق نمی‌افتد). افزایش کربن‌دی‌اکسید از عوامل ایجاد خمیازه است.

DATE

* تصمیم
  - صداسازی ۵
    - ضعیف: دستگاه تنفسی
      - ناتوانی در تولید صوت
      - کاهش تارهای صوتی
      - خستگی زودرس
    - ضعیف: دستگاه حرکتی
      - مشکل در تولید صداهای گفتاری
      - خستگی زودرس
  - واژه‌سازی ۵

* عضو مسئول در تولید صدا دستگاه تنفسی هستند *

گفتار ۳ تنوع تبادلات گازی

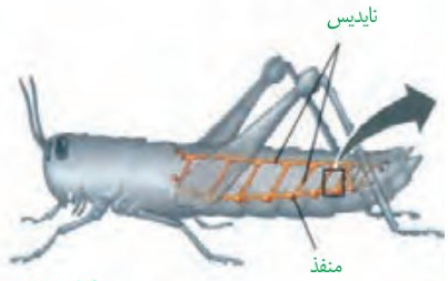


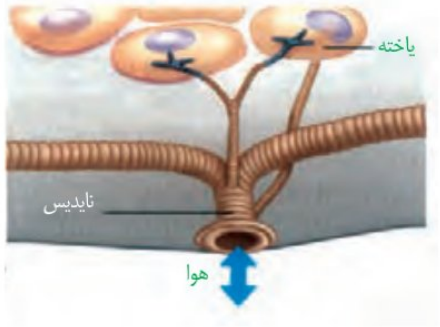
شکل ۱۷ـ تنفس از طریق انتشار در تک یاخته‌ای‌ها (پارامسی)

در تک یاخته‌ای‌ها (شکل ۱۷) و جانورانی مانند هیدر که همهٔ یاخته‌های بدن می‌توانند با محیط تبادلات گازی داشته باشند، ساختار ویژه‌ای برای تنفس وجود ندارد؛ اما در سایر جانوران، ساختارهای تنفسی ویژه‌ای مشاهده می‌شود که ارتباط یاخته‌های بدن را با محیط فراهم می‌کنند. در این جانوران، چهار روش اصلی برای تنفس مشاهده می‌شود که عبارت‌اند از تنفس نایدیسی، تنفس پوستی، تنفس آبششی و تنفس ششی.

تنفس نایدیسی

نایدیس‌ها، لوله‌های منشعب و مرتبط به هم هستند که از طریق منافذ تنفسی به خارج راه دارند (شکل ۱۸). منافذ تنفسی در ابتدای نایدیس قرار دارند. نایدیس به انشعابات کوچک‌تری تقسیم می‌شود. انشعابات پایانی، که در کنار همهٔ یاخته‌های بدن قرار می‌گیرند، بن‌بست بوده و دارای مایعی است که تبادلات گازی را ممکن می‌کند؛ حشرات چنین تنفسی دارند. در این جانوران دستگاه گردش مواد، نقشی در انتقال گازهای تنفسی ندارد. *

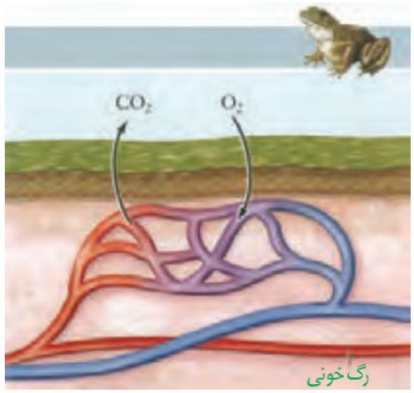




شکل ۱۸ـ تنفس نایدیسی

تنفس پوستی

در تنفس پوستی شبکهٔ مویرگی زیرپوستی با مویرگ‌های فراوان وجود دارد و گازها با محیط اطراف از طریق پوست مبادله می‌شوند. سطح پوست در جانورانی که تنفس پوستی دارند، مرطوب نگه داشته می‌شود. کرم خاکی تنفس پوستی دارد. تنفس پوستی در دوزیستان نیز وجود دارد (شکل ۱۹).



شکل ۱۹ـ تنفس پوستی

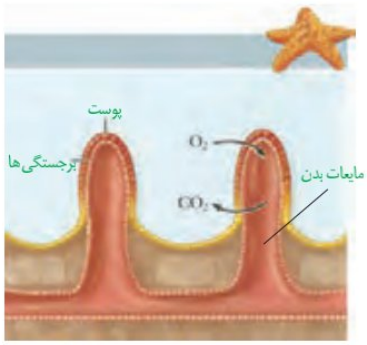
(A) این حیوانات دشمنان نفس نداشتن و هیچ تبادلی با کاز محیط و سلول تبادلی غشاء سلولی است

(B) تبادلات گازی بصورت 2 طرفه و به روش انتشار می باشد.

تنفس آبششی

ساده‌ترین آبشش‌ها، برجستگی‌های کوچک و پراکندهٔ پوستی هستند، مانند آبشش‌های ستاره‌دریایی (شکل ۲۰). در سایر بی‌مهرگان، آبشش‌ها به نواحی خاص محدود می‌شوند.

ماهیان و نوزاد دوزیستان نیز آبشش دارند (شکل ۲۱). تبادل گاز از طریق آبشش، بسیار کارآمد است. جهت حرکت خون در مویرگ‌ها، و عبور آب در طرفین تیغه‌های آبششی، برخلاف یکدیگر است.



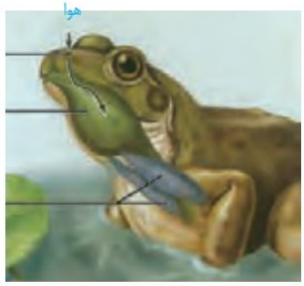
شکل ۲۰ـ ساده‌ترین آبشش در ستاره دریایی

شکل ۲۱ـ تنفس آبششی در ماهی. به تفاوت جهت حرکت آب و خون دقت کنید.

تنفس ششی

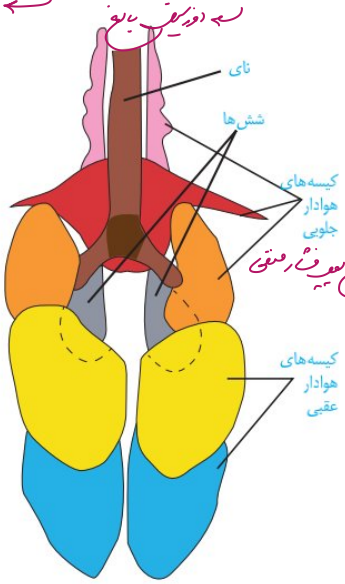
جانوران خشکی‌زی مهرگان خشکی‌زی است که برای تنفس، از شش استفاده می‌کند. در مهره‌داران شش‌دار سازوکارهایی وجود دارد که باعث می‌شود جریان پیوسته‌ای از هوای تازه در مجاورت بخش مبادله‌ای برقرار شود. این ساز و کارها به **ساز و کارهای تهویه‌ای** شهرت دارند.

مهره‌داران دو نوع ساز و کار متفاوت در تهویه دارند؛ مثلاً قورباغه به کمک ماهیچه‌های دهان و حلق، با حرکتی شبیه «قورت دادن» هوا را با فشار به شش‌ها می‌راند؛ به این ساز و کار پمپ فشار مثبت می‌گویند (شکل ۲۲). در انسان ساز و کار فشار منفی وجود دارد که در آن، هوا به وسیلهٔ مکش حاصل از فشار منفی قفسه سینه، به شش‌ها وارد می‌شود.

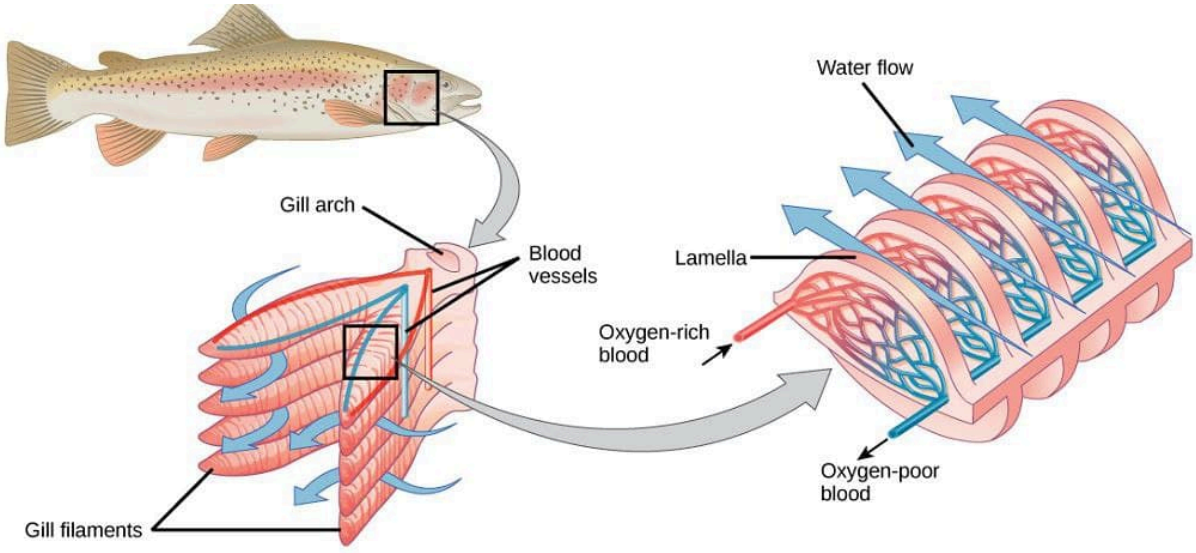


شکل ۲۲ـ پمپ فشار مثبت در قورباغه

* پرندگان به علت پرواز، نسبت به سایر مهره داران انرژی بیشتری مصرف می‌کنند و بنابراین به اکسیژن بیشتری نیاز دارند. پرندگان علاوه بر شُش، دارای ساختارهایی به نام **کیسه‌های هوادار** هستند که کارایی تنفس آنها را نسبت به پستانداران افزایش می‌دهد (شکل ۲۳).



شکل ۲۳ـ دستگاه تنفسی در پرندگان


Water flow
Gill arch
Blood vessels
Lamella
Oxygen-rich blood
Oxygen-poor blood
Gill filaments