

نفس کشیدن، یکی از ویژگی‌های آشکار در بسیاری از جانوران است.

نکته: هیدر جانوری است که اندام تنفسی ندارد و گازها را از سطح بدنش با آب مبادله می‌کند؛ به همین دلیل، نفس کشیدن در هیدر آشکار نیست.

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.

نکته ترکیبی زیست ۱ فصل ۱ گفتار ۲: همه‌ی جانداران ویژگی جذب و استفاده از انرژی را دارند. برای تولید انرژی رایج درون یاخته (ATP)، باید اکسیژن به بدن برسد و گاز کربن‌دی‌اکسید از بدن خارج شود.

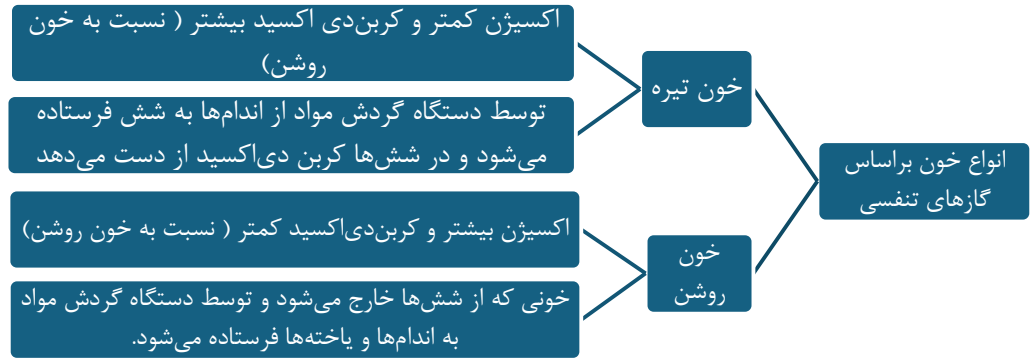
گفتار اول

مقایسه عقیده ارسطو و واقعیت علمی امروزی در فرآیند نفس کشیدن:

مورد مقایسه	عقیده ارسطو	واقعیت امروزی
نقش نفس کشیدن	خنک کردن قلب	دریافت اکسیژن و دور کردن کربن دی‌اکسید
ترکیبات هوای دمی و بازدمی	یکسان	متفاوت؛ دمی اکسیژن بیشتری دارد اما بازدمی کربن دی‌اکسید نسبت به هوای دمی بیشتر است.
دانش از ترکیب هوا	نمی‌دانست که هوا مخلوطی از چند نوع گاز است.	می‌دانیم که هوا از گازهای مختلفی مانند اکسیژن، کربن دی‌اکسید، نیتروژن و ... تشکیل شده است.
درک ارتباط با دیگر دستگاه‌ها (کلی‌نگری)	از ارتباط دستگاه تنفس با گردش خون آگاه نبود	می‌دانیم که تنفس و گردش خون با همکاری یکدیگر اکسیژن را به یاخته‌ها می‌رسانند و کربن‌دی‌اکسید را دفع می‌کنند.

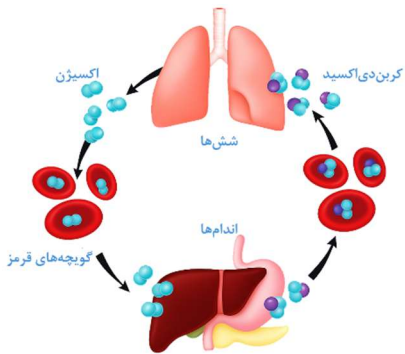


نکته: همیشه در هوا (دمی و بازدمی) میزان گاز اکسیژن بیشتر از کربن دی اکسید است.



نکته: همه یاخته های بدن برای دریافت اکسیژن نیاز به خون روشن ندارند! مثل یاخته های دیواره حبابکها

نکات شکل:



(۱) در شش سمت چپ انسان یک حفره وجود دارد که محل قرارگیری قلب است.

(۲) شش چپ دو لوب و شش سمت راست سه لوب دارد. هر دو لوب شش سمت چپ با دیافراگم در تماس اند.

(۳) شش اندامی از بدن است که خون تیره را دریافت می کند و خون روشن را به قلب باز می گرداند.

انرژی مواد غذایی، مثل **گلوکز (نه فقط گلوکز!)**، ابتدا باید به انرژی ذخیره شده در **ATP** تبدیل شود. واکنش خلاصه شده این تبدیل به این صورت است:

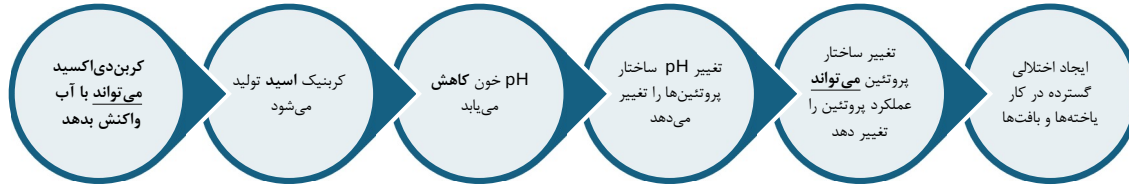


نکات واکنش تنفس یاخته ای :

(۱) این واکنش علت نیاز به اکسیژن را توجیه می کند؛ زیرا یاخته ها برای ساختن **ATP** از گلوکز، باید گلوکز را در حضور اکسیژن بسوزانند.

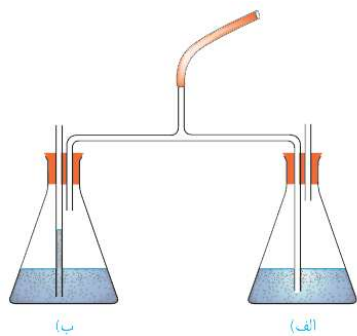
(۲) این واکنش مستقیماً علت زیان بار بودن **کربن دی اکسید** را نشان نمی دهد، اما با توجه به اینکه بسیاری از فرآیندهای یاخته ای را پروتئین ها انجام می دهند، یکی از دلایل زیان بار بودن آن را چنین بیان کرد:

پس می‌توان نتیجه گرفت افزایش کربن‌دی‌اکسید خطرناک‌تر از کاهش اکسیژن است.



فعالیت ۱

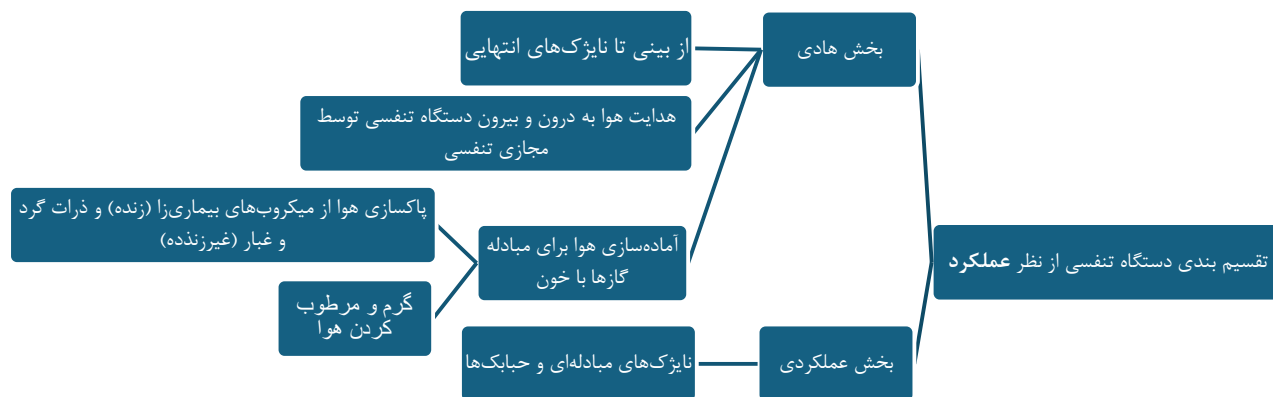
اطلاعات کلی آزمایش: پژوهش‌های دانشمندان از قبل وجود سه گاز نیتروژن، اکسیژن و کربن‌دی‌اکسید را در هوا نشان داده بودند اما سهم این گازها مشخص نبود. در این آزمایش هدف بررسی میزان گاز کربن‌دی‌اکسید در هوای دمی و بازدمی است. در این آزمایش می‌توان از دو محلول آب‌آهک (بی‌رنگ) یا برم‌تیمول‌بلو رقیق (ابی‌رنگ) استفاده کرد که با دمیدن گاز کربن‌دی‌اکسید در آن زرد رنگ می‌شوند.



دم و بازدم: هنگام انجام عمل دم لوله هوا از سمت ظرف «ب» (که لوله وارد شده به مایع آن با هوای محیط در تماس است و هوا از محیط اطراف وارد ظرف می‌شود) به دستگاه تنفسی ما وارد می‌شود (حباب‌های هوا بسیار کم تشکیل می‌شود). و زمانی که بازدم انجام می‌دهیم هوا را به مقدار زیادی وارد ظرف «الف» می‌کنیم (در این ظرف حباب‌های هوا تشکیل می‌شود).

تغییر رنگ: چون هوای بازدمی مستقیماً وارد ظرف «الف» می‌شود محلول این ظرف زودتر تغییر رنگ می‌دهد اما با ادامه دم و بازدم چون هوای دمی از ظرف «ب» می‌گذرد این ظرف نیز اندکی تغییر رنگ می‌دهد.

نتیجه‌گیری: این مساله نشان می‌دهد که در هوای دمی و بازدمی کربن‌دی‌اکسید مشاهده می‌شود اما در هوای بازدمی مقدار این گاز بیشتر از هوای دمی است.



ترتیب عبور هوا در مجاری تنفسی بخش هادی :



برای آن که هوای دمی آماده‌ی تبادل گازها باشد، باید تمیز، مرطوب و گرم شود.

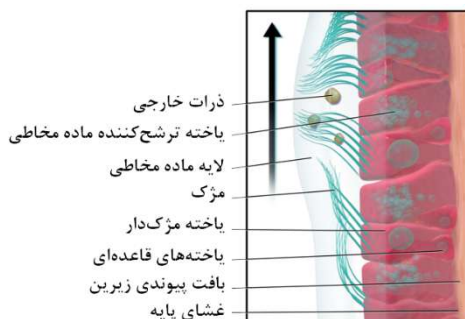
۱- تمیز شدن هوا

ابتدای بینی توسط پوست نازک مو دار پوشیده شده موهای آن به‌منظور جلوگیری از ورود ناخالصی‌های هوا به دستگاه تنفسی عمل می‌کند.

پس از آن مخاط مژک‌دار بینی آغاز می‌شود و در سراسر مجاری هادی ادامه پیدا می‌کند.

نکته: ذرات ریز توسط مژک‌ها و ذرات درشت توسط موها خالص‌سازی می‌شوند.

نکات تصویر:



(۱) ضخامت لایه مخاطی غیریکنواخت است؛ زیرا زنش مژک‌ها همزمان نیست!

(۲) یاخته‌های استوانه‌ای مخاط بر دو نوع هستند: ۱- مخاطی بدون مژک ، ۲- مخاطی مژک‌دار

(۳) در مخاط نوع سوم یاخته نیز وجود دارد که اندازه کوچکتری نسبت به سایر یاخته‌ها دارد.

(۴) مخاط این بخش استوانه‌ای یک لایه است (نه چندلایه!) و همه یاخته‌های آن با غشای پایه در تماس‌اند اما با یاخته‌های بافت زیرین در تماس نیستند.

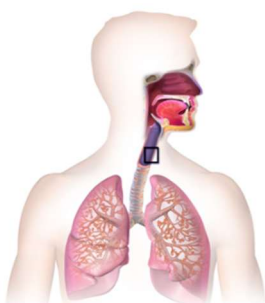
(۵) این تصویر مربوط به نای است پس زنش مژک‌ها و حرکت ماده مخاطی به سمت بالا (حلق) است اما حرکت مژک‌ها می‌تواند به سمت پایین باشد.

(۶) در هنگام ورود هوا به مجاری تنفسی زبان کوچک و اپی‌گلوت (برچاکنای) به هم نزدیک‌اند.

ذرات به‌دام افتاده توسط ماده مخاطی زمانی که به حلق برسند در نهایت دو سرنوشت دارند: (ارادی)

(۱) طی فرآیند بلع به معده وارد شود و توسط اسید معده از بین برود.

(۲) در یک حرکت بی‌ادبانه به بیرون از بدن هدایت شوند.



۲- مرطوب شدن هوا

ترشحات مخاطی که از آب و موسین تشکیل شده‌اند هوا را مرطوب می‌کنند.

نکته: گازهای تنفسی تنها زمانی که محلول در آب باشند، می‌توانند بین شش‌ها و خون مبادله شوند.

۳- گرم کردن هوا

شبکه وسیعی از رگ‌هایی با دیواره نازک که بسیار به سطح درونی بینی نزدیک‌اند، هوای ورودی به بینی را گرم می‌کند. (خون دماغ شدن بخاطر نازک بودن این رگ‌ها است!) این رگ‌ها آسیب‌پذیری بیشتری دارد و آسان‌تر از دیگر نقاط دچار خونریزی می‌شود.

حلق

گذرگاهی ماهیچه‌ای است که در انتها به دوراهی حنجره - مری ختم می‌شود.

نکته: هوا از بینی یا دهان وارد حلق می‌شود. هوای بینی تمیز، گرم و مرطوب است، هوای دهان نه!

نکات تصویر:

(۱) نکته ترکیبی: هنگامی که غذا در حلق نباشد چین‌خوردگی‌های حنجره (پرده‌صوتی) باز است.

(۲) زبان در جلو به استخوان فک پایین متصل است.

(۳) حلقه‌های غضروفی نای در زیر حنجره مشاهده می‌شود. ناحیه بالای نای حلقه‌های غضروفی متعدد مشاهده نمی‌شود.

نای

دیواره نای حلقه‌های غضروفی شبیه به نعل اسب یا حرف C دارد که مجرای نای را همیشه باز نگه می‌دارند.

دهانه غضروف به سمت مری قرار دارد (نای در سمت مری ماهیچه‌ای است و خاصیت کشسانی دارد) در نتیجه حرکت لقمه‌های بزرگ غذا در مری با مانعی روبه‌رو نمی‌شود.

نکات تصویر:

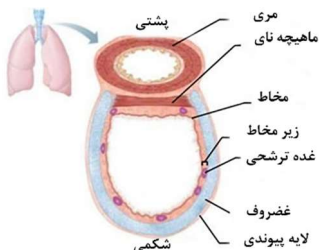
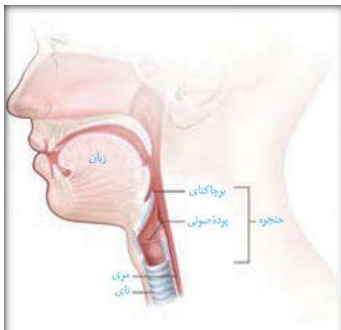
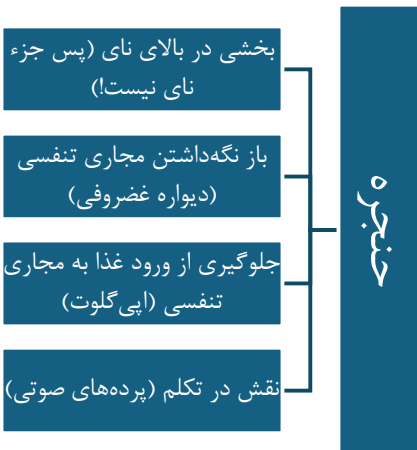
(۱) دیواره نای از بیرون به درون شامل چهار لایه است: ۱- پیوندی ۲- غضروفی ماهیچه‌ای ۳- زیرمخاط ۴- مخاط

(۲) غده‌های ترشحاتی دیواره نای در لایه زیرمخاط قرار دارد. ضخامت لایه زیرمخاط در بخش‌های مختلف یکسان نیست.

(۳) در هردو شش سمت راست و چپ دو لوب با ماهیچه میان‌بند در تماس‌اند. در شش سمت راست یکی از لوب‌های آن تماسی با ماهیچه میان‌بند ندارد.

(۴) هردو لوب بزرگ و کوچک شش سمت راست به ترتیب از لوب بزرگ و لوب کوچک شش چپ کوچک‌تر اند

(۵) لایه مخاط نازک‌ترین لایه دیواره نای است. در مری لایه مخاط ضخامت بیشتری دارد و چین‌خوردگی‌هایی دارد.



نای

نایژه اصلی

نایژه

نایژک

نایژک انتهایی

مقایسه انشعابات مختلف

تنظیم هوای ورودی یا خروجی	مخاط مژکدار	غضروف	
ندارد	دارد	C شکل با دهنه رو به مری	نای
ندارد	دارد	حلقه کامل	نایژه اصلی
ندارد	دارد	قطعات غضروفی	نایژه
دارد	دارد	فاقد غضروف	نایژک
دارد	دارد	فاقد غضروف	نایژک انتهایی (بخش هادی)
دارد	در طول آن به اتمام می‌رسد	فاقد غضروف	نایژک مبادله‌ای (بخش مبادله‌ای)

بخش مبادله‌ای

مشخصه نایژک‌های مبادله‌ای: روی این نایژک‌ها حبابک وجود دارد.

مشخصه بخش مبادله‌ای: حضور اجزای کوچکی به نام حبابک‌ها

بر روی نایژک‌های انتهایی هم حبابک‌های مجزا مشاهده می‌شود و هم در نهایت کیسه‌های حبابکی که اجتماعی از چندین حبابک است مشاهده می‌شود.

در حبابک‌ها مخاط مژکدار مشاهده نمی‌شود و به‌منظور نابود کردن باکتری‌ها و ذرات بیگانه وارد شده به این بخش درشت‌خوارهایی در آن مستقر شده‌اند.

نکته ترکیبی: درشت‌خوارها در همه‌جای بدن بجز خون حضور دارند.

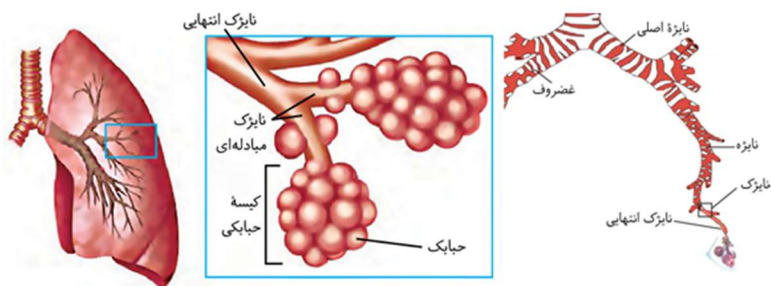
نکات تصویر:

(۱) بزرگترین قطعه غضروفی در انشعابات بعد از نای مربوط به محل دو شاخه شدن نای است.

(۲) مطابق شکل، می‌توان بیان کرد که در محل‌هایی بالاتر از حبابک‌های مجزا نیز کیسه‌های حبابکی مشاهده می‌شود.

(۳) انشعابات از نایژه‌های هریک از شش‌ها در محلی بالاتر از محل انشعاب نای به دو شاخه مشاهده می‌شود.

(۴) نایژه اصلی شش سمت راست کوتاه‌تر و قطورتر است و با شیب بیشتری به شش وارد می‌شود اما نایژه اصلی شش چپ بلندتر و نازک‌تر بوده و هوا برای ورود به شش سمت چپ انحنای بیشتر و طول بیشتری را می‌گذراند.

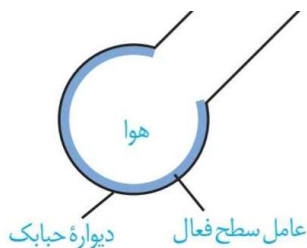


ساختار حبابک‌ها:

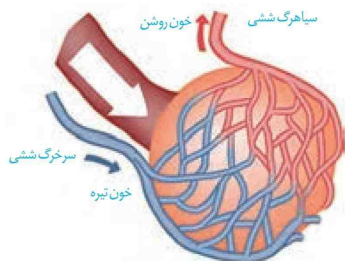
در تنفس، حجم حبابک‌ها تغییر می‌کند. سطح داخلی حبابک با لایه‌ای از آب پوشیده است که باز شدنش را سخت می‌کند.

«سورفاکتانت» ماده‌ای است که این کشش را کم کرده و باز شدن حبابک‌ها را آسان می‌سازد. نوزادان نارس چون سورفاکتانت کافی ندارند، سخت نفس می‌کشند.

نکات تصویر: دقت کنید بخشی که با رنگ آبی مشخص شده است مربوط به عامل سطح فعال است نه آب!



جدول مقایسه رگ‌های مجاور حبابک‌ها:



نوع خون	به سوی می‌رود	از سمت می‌آید	امکان تبادل O_2 و CO_2	
روشن	قلب	مویرگ‌های اطراف حبابک	ندارد	سیاهرگ ششی
تیره	مویرگ‌های اطراف حبابک	قلب	ندارد	سرخرگ ششی
هر دو	سیاهرگ ششی	سرخرگ ششی	دارد	مویرگ‌های اطراف حبابک

دیواره حبابک از دو نوع یاخته ساخته شده است:

۱- یاخته‌های سنگ‌فرشی (فراوان‌تر) ← بخش اصلی دیواره حبابک و محل عبور گازهای تنفسی

۲- یاخته‌های ترشح‌کننده سورفاکتانت (کم‌تعدادتر) ← کاهش کشش سطحی و جلوگیری از چسپیدن دیواره‌ها

نکته: درشت‌خوارها جزء یاخته‌های دیواره نیستند! (فقط در آن مستقر اند).

برای تبادل O_2 و CO_2 ، گازها باید از دیواره نازک حبابک و مویرگ عبور کنند.

هر دو دیواره از بافت پوششی سنگ‌فرشی یک‌لایه ساخته شده‌اند و در بسیاری نقاط، غشای پایه مشترکی دارند ← در نتیجه، مسافت انتشار گازها بسیار کوتاه و تبادل سریع‌تر می‌شود.

نکته: گازها همیشه براساس انتشار جابه‌جا می‌شوند.

نکات تصویر:

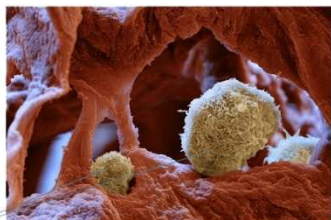
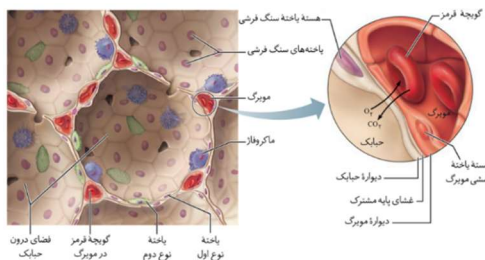
۱) در بین بسیاری از یاخته‌های نوع اول فضای بین یاخته‌ای اندکی وجود دارد اما در برخی نقاط حفره‌هایی در بین این یاخته‌ها قرار گرفته است. این حفره‌ها بین یاخته‌های نوع اول و دوم وجود ندارد.

۲) اندازه هر حفره بین یاخته‌های نوع اول از یاخته‌های درشت‌خوار بزرگ‌تر است. این حفره‌ها در حبابک‌های مجزا وجود ندارد.

۳) یاخته‌های پوششی حبابک‌ها هسته بزرگتری نسبت به هسته یاخته‌های پوششی دیواره مویرگ‌ها دارند.

۴) یاخته‌های نوع دوم در سطحی از خود که با هوا در تماس است ریزپرزهایی دارد.

۵) یاخته‌های نوع دوم درشت‌تر از یاخته‌های نوع اول هستند.



حمل گازها در خون

کار دستگاه تنفس با کمک دستگاه گردش خون کامل می‌شود. (نگاه کلی نگرانه!) خون، اکسیژن را به یاخته‌ها می‌رساند و کربن‌دی‌اکسید را از آن‌ها گرفته، به شش‌ها می‌آورد تا از بدن خارج شود.

چون مقدار کمی از این گازها در **خوناب** حل می‌شوند، برای جابه‌جایی مؤثرشان، سازوکارهای دیگری لازم است:

۱) نقش هموگلوبین:

گویچه‌های قرمز سرشار از **هموگلوبین** هستند. در شش‌ها، جایی که اکسیژن زیاد است، اکسیژن به هموگلوبین می‌چسبد؛ در بافت‌ها، جایی که اکسیژن کم است، از آن جدا می‌شود و به یاخته‌ها می‌رسد.

بیشتر اکسیژن خون توسط هموگلوبین حمل می‌شود اما بیشتر میزان کربن‌دی‌اکسید حمل شده توسط هموگلوبین سهم کمتری از اکسیژن دارد.

کربن‌دی‌اکسید برعکس عمل می‌کند؛ در بافت‌ها به هموگلوبین می‌چسبد و در شش‌ها جدا می‌شود تا دفع گردد.

گاز سمی کربن‌مونوکسید:

کربن‌مونوکسید هم به هموگلوبین متصل می‌شود، اما به‌سختی جدا می‌گردد؛ چون محل اتصالش همان محل اکسیژن است، مانع اتصال اکسیژن می‌شود ← ظرفیت حمل اکسیژن کاهش می‌یابد و ممکن است به مرگ منجر شود.

به همین دلیل، کربن‌مونوکسید گازی بسیار سمی است و مسمومیت با آن را «گازگرفتگی» می‌گویند.

۲) آنزیم کربنیک انیدراز:

بیشتر کربن‌دی‌اکسید به‌صورت یون بیکربنات در خون جابه‌جا می‌شود. کربنیک انیدراز نام آنزیمی است که در غشای گویچه‌های قرمز کربن‌دی‌اکسید را با آب ترکیب می‌کند و کربنیک‌اسید می‌سازد.

کربنیک‌اسید ساخته‌شده بلافاصله به یون بیکربنات و یون هیدروژن تجزیه می‌شود (در جریان باش یون هیدروژنی که توی گویچه‌های قرمز ساخته میشه همونجا حبس میشه پس نگران خطرناک بودن خاصیت اسیدپش نباش 😊)

یون بیکربنات وارد خوناب می‌گردد و هنگام رسیدن به شش‌ها، دوباره کربن‌دی‌اکسید از بیکربنات آزاد می‌شود (دقت کن نگفته بیکربنات تجزیه میشه!) و از طریق شش‌ها از بدن دفع می‌شود.

نکته: اکسیژن برای اینکه از هوای ورودی به شش‌ها به هموگلوبین برسد، باید از ۶ لایه غشا عبور کند؛ دولایه مربوط به غشای حبابک، یک لایه غشای پایه و دولایه مربوط به یاخته‌های پوششی دیواره مویرگ و یک لایه غشای گویچه‌قرمز. برعکس این موضوع برای کربن‌دی‌اکسید چند لایه میشه؟

خلاصه حمل گازها در جدول

	بیشترین میزان جابه جایی	انحلال پذیری در آب	اتصال به هموگلوبین	جداشدن از هموگلوبین
اکسیژن	هموگلوبین	دارد	در نزدیکی شش ها	در نزدیکی بافت ها
کربن دی اکسید	آنزیم کربنیک انیدراز	دارد	در نزدیکی بافت ها	در نزدیکی شش ها

مقایسه هموگلوبین و آنزیم کربنیک انیدراز

	نقش	محل فعالیت	اتصال به مولکول هایی غیر از گاز تنفسی
هموگلوبین	جابه جایی بیشترین مقدار اکسیژن	درون گویچه قرمز	دارد (کربن مونوکسید)
آنزیم کربنیک انیدراز	صرفا جابه جایی کربن دی اکسید	غشای گویچه قرمز	دارد (آب)

نکات مرتبط با کنکورهای چندسال اخیر

- ۱) لایه زیر مخاط دارای غدد ترشحی، رگ های خونی و اعصاب است. (کنکور سراسری ۱۳۹۸)
- ۲) در ترشحات مخاطی بخش هادی دستگاه تنفسی آنزیم لیزوزیم وجود دارد که در مبارزه با میکروب ها نقشی موثر دارد. (کنکور سراسری ۱۳۹۹)
- ۳) ضخامت و در نتیجه میزان ترشح ماده مخاطی در بخش های مختلف مجاری هادی متفاوت است. (کنکور سراسری ۱۳۹۹)
- ۴) مخاط مژک دار تنفسی زوئندی (مژک) به درون ترشحات مخاطی بخش هایی از مجاری هادی تنفسی وارد می کند. (کنکور سراسری ۱۳۹۹)
- ۵) اکسیژن برای اینکه از درون حبابک ها وارد خوناب شود باید از ۵ لایه غشا عبور کند. (کنکور سراسری ۱۴۰۱)
- ۶) نایژه اصلی چپ نسبت به نایژه اصلی راست طویل تر و کم قطر تر است و هر نایژه اصلی در درون ریه ها انشعاب می یابد. (کنکور سراسری ۱۴۰۲)