فصل پنجم

تبادل گازها

بیشتر(نه همه!) جانداران برای اینکه متابولیسم های داخل سلول هایشان انجام شود به گازی **به نام O_2** نیاز دارند . به این گونه جانداران می گویند **جانداران هوازی!** یعنی برای اینکه با استفاده از مواد آلی مانند قند، انرژی تولید کنند به مولکول های اکسیژن نیاز دارند.

نکته مهم : *گروهی از جانداران بی هوازی هستند یعنی به اکسیژن نیاز ندارند و حتی این اکسیژن ممکن است (نه اینکه حتما!!) برایشان سمی باشد. مثلا باکتری های گوگردی سبز و گوگردی ارغوانی از این نوع می باشند.*

در جانداران هوازی در اثر متابولیسم گازهایی تولید می شود که برای جاندار می تواند سمی باشد و باید دفع شود مثل دی اکسید کربن !! . برای همین جاندار باید اکسیژن را بگیرد و دی اکسید کربن را دفع کند که به این کار می گویند تبادل گازهای تنفسی !!

نکته مهم : *تنفس واقعی را با تبادل گازها اشتباه نگیرید!! تنفس واقعی یعنی تولید انرژی زیستی یا همان ATP توسط کار تنفس که در یوکاریوت ها داخل میتوکندری ها انجام می شود و در پروکاریوت ها در سیتوپلاسم انجام می شود.*

این تبادلات(دفع گازهای مضر و جذب گازهای مورد نیاز) در جانداران مختلف **به روش های مختلفی** انجام می شود اما **در همه ی آنها یک چیز ثابت است** به عبارتی **«قانون تبادلات گازی»** حساب می شود به این صورت که:
گازهای تنفسی (مثل اکسیژن و دی اکسید کربن) طی **فرآیند انتشار ساده (یعنی بدون صرف انرژی زیستی و بدون نیاز به پروتئین های حامل و کانالی)** مبادله می شوند و علت آن **اختلاف فشار این دو گاز در محیط و داخل پیکره ی جاندار** می باشد به این صورت که گاز اکسیژن **در محیط فراوان و فشارش نسبت به داخل جاندار بیشتر** است در نتیجه طبق قوانین فیزیکی انتشار ساده اکسیژن **از جای پرتراکم به جای کم تراکم(بدن جاندار)** منتشر می شود . دی اکسید کربن هم حالتی برعکس دارد یعنی **فشار و تراکم گازهای دی اکسید کربن در داخل پیکره ی جاندار زیاد** می باشد و در مقابل در محیط بیرون کم می باشد. این موضوع باعث تبادل این گاز به سمت خارج از پیکر جاندار می شود.

نتیجه گیری مهم : جاندار اکسیژن را می گیرد و دی اکسیدکربن را پس می دهد و این یعنی تبادلات گازی طی انتشار ساده !!

انواع تنفس در جانداران

الف) تک سلول های آبزی :

همانطور که از اسمشان مشخص می باشد این تک سلولی ها **داخل آب زندگی** می کنند. آب دارای **مقدار زیادی اکسیژن** به صورت **محلول** در خود می باشد. این جانداران اکسیژن و دی اکسیدکربن را **طی انتشار ساده(نه تسهیل شده!)** با آب موجود در محیط خود مبادله می کنند به این صورت که **مولکول های اکسیژن را از آب می گیرند و دی اکسید کربن را پس می دهند.** در این تک سلولی ها **سطح تبادلات تمام غشای سلول** می باشد.(غشاء سلول از جنس **گلیکولیپو پروتئین** می باشد.)

نکته مهم : *تک سلولی های آبزی که در کتاب درسی به آنها اشاره شده است :*

۱-آمیب ها ۲-تریکودینا ۳-پارامسی ۴-تنژگداران (چرخان و جانور مانند)

۵-دیاتوم ها ۶-اوگلنا ۸-روزنداران ۱۰-کلامیدوموناس (نوعی جلبک سبز)

۱۲-تک یاخته ی سلولی (در حالت عادی)

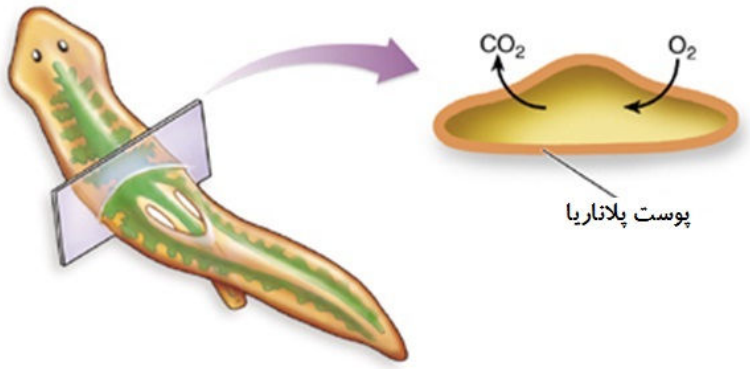
۹-باکتری های آبزی و هوازی (مثل سیانوباکتری ها و..)

نکته مهم : در این جانداران چیزی به اسم میوگلوبین یا هموگلوبین نداریم در نتیجه در تنفس این جانداران این پروتئین ها نقشی ندارند. (گردش خون ندارند پس گردش خون در تنفسشان نقش ندارد)

از آنجایی که جانوران **همگی پرسلولی** هستند و **تعداد لایه های سلولی زیاد** است بنابراین در این جانداران **معمولا(نه همواره)** همه ی سلول ها **نمی توانند** به صورت مجزا به تبادلات گازی بپردازند . در نتیجه در جانوران مختلف با روش های متفاوتی عمل تنفس انجام می شود اما **در همه جانداران! چه تک سلولی و چه پرسلولی تبادلات گازی طی انتشار ساده** انجام می شود.

ب) تنفس پوستی :

برخی از(نه همه!) جانوران برای تنفس از **تمام سطح بدن(نه تمام سلول های بدن)** خود استفاده می کنند که به این نوع تنفس ، **تنفس پوستی** می گویند. یعنی جاندار با استفاده از تمام سلول های زنده ی سطح خود به تبادلات گازها می پردازد . این جانداران برای این کار باید **در محیط های مرطوب و آب دار** زندگی کنند در غیر اینصورت نمی توانند تبادلات گازی را انجام دهند برای مثال **کرم خاکی نوعی کرم حلقوی** است که تنفس پوستی دارد و باید **همیشه و پیوسته(نه اغلب اوقات!)** بدنش خیس و مرطوب باشد. از جمله کرم های دیگر می توان به **کرم پهن پلاناریا و کرم پهن کدو(انگل داخل روده ی باریک انسان** می باشد) اشاره کرد. این جانداران **معمولا (نه همیشه!)** جثه ی **کوچک** دارند و **بسیاری از (نه بیشتر/نه همه/ نه برخی) آنها درازند و یا پهن** می باشند که این کار به منظور **افزایش سطح پوست** انجام شده است تا **سطح تنفسی افزایش** یابد.

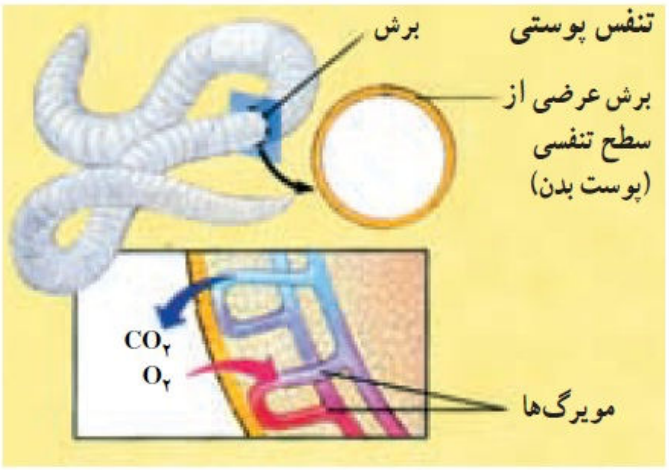


نکته مهم : هر عاملی که باعث از دست رفتن و تبخیر شدن رطوبت روی سطح بدن این جاندران شود به دلیل عدم تبادلات گازی از بین می روند. مثلا در معرض تابش بیش از حد آفتاب قرار بگیرند و باعث تبخیر آب موجود بر روی سطح آنها شود.

نکته مهم : دقت داشته باشید که تمام سلول های سطحی بدن!! نه همه ی سلول های بدن!! این دوتا خیلی باهم دیگه فرق دارن!! تازه اونم سلول های زنده ش!! اصلا پوست کرم خاکی برخلاف انسان لایه ی شاخی در پوستش نداره. (لایه ی شاخی حاوی سلول های مرده و دستجات پروتئینی کراتین می باشد.)

نکته مهم : در کرم خاکی در زیر پوست مویرگهای موضعی وجود دارند که سلول های تک لایه ی پوست در کرم خاکی پس از تبادلات گازی با آبِ روی خودش ، با این مویرگهای خونی تبادلات انجام می دهد.

توجه توجه



سلول های پوست در کرم خاکی **۱ لایه (۱ ردیف)** می باشند که از نوع **بافت پوششی سنگفرشی** اند.(همانند بافت پوششی کیسه های هوایی و جدار درونی رگهای خونی و مویرگها)

گازها برای تبادل بین خون و آب روی سطح پوست کرم خاکی **از ۲ ردیف سلول سنگفرشی تک لایه** عبور می کنند به این صورت که:

لایه ی اول ← سنگفرشی تک لایه ی پوست

لایه ی دوم ← سنگفرشی تک لایه ی مویرگها

نکته مهم : توجه داشته باشید که بین بافت پوششی مویرگهای زیرپوست با بافت پوششی پوست یک لایه غشاء پایه وجود دارد (غشاء پایه از جنس پروتئین های رشته‌ای (نه کروی!) و پلی ساکاریدهای چسبناک می باشد.) که باعث اتصال این دو بافت پوششی به همدیگه می شود.

نکته مهم : کرم خاکی ماده ی دفعی اش آمونیاک می باشد که آن را توسط تمامی سلول های سطح خود دفع می کند . پس پوستش هم سطح تنفسی است و هم سطح دفعی!!

نکته مهم : بچه ها حواستون باشه که تو کرم کدو از طریق پوستش هم موادغذایی داخل روده ی باریک ما رو جذب می کنه هم تنفس می کنه!

توضیح و بررسی موشکافانه:

بچه ها اگه به شکل ۲-۵ نگاه کنید می بینید که **زیر پوست کرم خاکی شبکه ی مویرگی** وجود داره! خوب می دونیم که **رنگ قرمز یعنی خون روشن و پراکسیژن! و رنگ آبی یعنی خون تیره و کم اکسیژن**!(یا به عبارتی پر دی اکسید کربن!!). از طرفی ما دو تا تعریف مهم داریم یکی سیاهرگ و دیگری سرخرگ! به این صورت که **سرخرگ** به رگی گفته می شود که **خون را از قلب دور** کند و **سیاهرگ** به رگی گفته می شود که **خون را به سوی قلب** هدایت کند. خونی که **از قلب کرم خاکی عبور** می کنه **تیره و کم اکسیژن** هستش(با توجه به شکل دستگاه گردش خون کرم خاکی در فصل گردش مواد) و برای اینکه **پراکسیژن** بشه باید **از طریق سرخرگ هایی به زیر پوست** جریان پیدا کنه تا تبادلات گازی انجام بشه(بین خون و مایع موجود بر روی پوست کرم خاکی)خوب وقتی خون به زیر پوست پمپاژ شد این خون در شبکه ی مویرگی زیر پوست تبادلات گازی ش رو انجام می ده تا **روشن بشه** و بعد از روشن شدن **توسط رگی از این شبکه ی مویرگی خارج** میشه! خوب این رگی که خون رو از شبکه ی مویرگی خارج می کنه **حاوی خون روشن و پراکسیژن** هستش(برو شکل رو نگاه کن! میبینی؟ قرمزه! یعنی روشنه). حالا به نظر

شما این رگ یک سرخرگ هستش یا یک سیاهرگ؟؟!! بچه ها این رگ در واقع سیاهرگ نیست! بلکه **یک سرخرگ هستش!** چون **سیاهرگ** با توجه به شکل دستگاه گردش خون کرم خاکی که تو فصل ۶ اومده، **دارای خون تیره هستش** در صورتی که ما اینجا **خونمون روشن و پراکسیژنه!** این **خون روشن توسط سرخرگهای دیگه ای به اندامهای مختلف** برده میشه تا به سلول های بدن جانور اکسیژن رسانی انجام بشه.

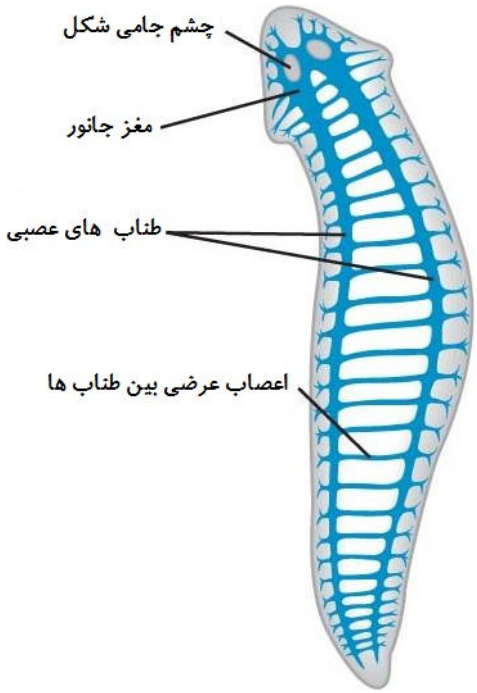
نتیجه گیری مهم : **در شبکه ی مویرگی زیر پوست کرم خاکی که تبادلات گازهای تنفسی(جذب اکسیژن و دفع دی اکسید کربن) بین آب و خون را انجام می دهد هر دو طرف رگهایش از سرخرگ ساخته شده است.**

نکته مهم : *بچه ها حواستون باشه که شبکه های مویرگی در بافت های بدن کرم خاکی حالت نرمال خودشون رو دارن یعنی این شبکه های مویرگی برخلاف شبکه های مویرگی زیر پوست، هر دو طرف شبکه ی مویرگی شون فقط از یک نوع رگ ساخته نشدن بلکه یک طرف شبکه دارای سیاهرگ و طرف دیگه دارای سرخرگ هستش.*

نکته مهم : *در کرم خاکی گردش خون در تبادلات گازی و مواد دفعی نقش دارد ولی در هیدر و عروس دریایی که جزء کیسه تنان هستند گردش خون نقشی ندارد چون اصلا خونی ندارند !! بلکه دستگاه گردش مواد دارند که در داخل لوله های آن آب جریان دارد.*

در **پلاناریا** هم همچین وضعیتی برقرار است یعنی در آن هم **پوست سطح تنفسی و سطح دفعی** حساب می شود که ماده ی دفعی اش **آمونیاک** است که توسط **تمامی سلول های سطح بدنش** این کار را انجام می دهد. پلاناریا **نوعی کرم پهن** می باشد. در پلاناریا هم **همانند کرم خاکی بدن** جانور باید **پیوسته و همواره** خیس باشد.

نکته مهم : *پلاناریا دستگاه عصبی اش دارای بخش مرکزی و محیطی است که بخش مرکزی اش شامل یک مغز در سر و ۲ نخاع در کناره های بدن است.*



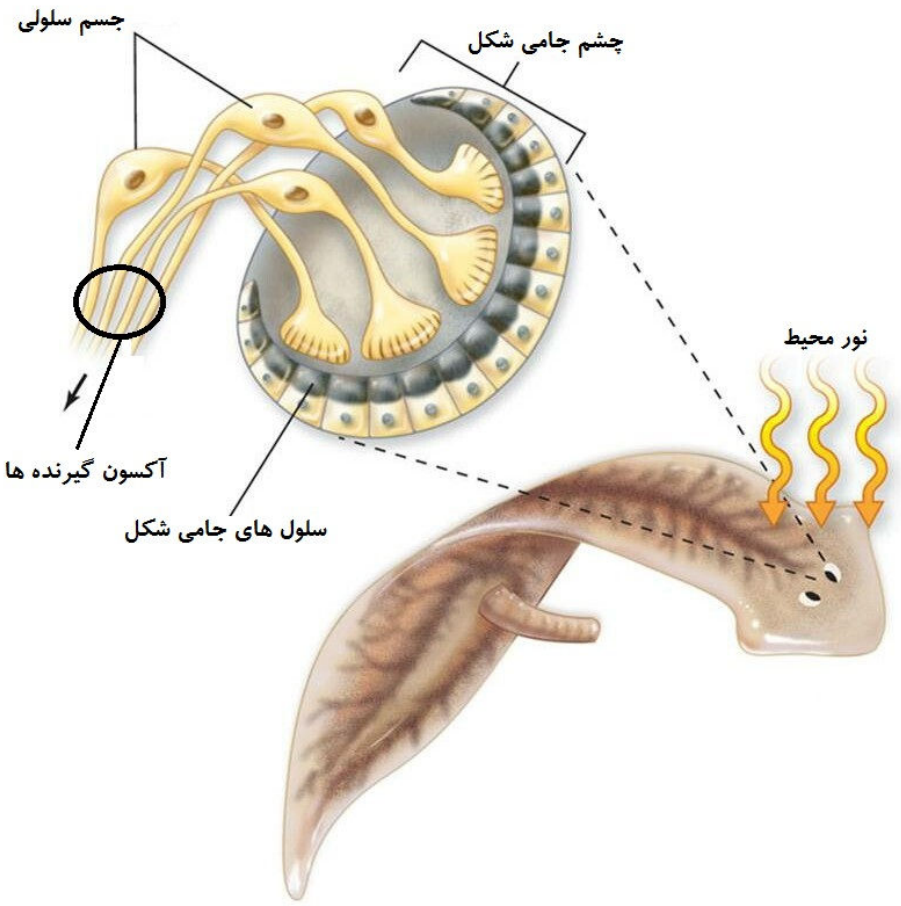
توجه توجه

با توجه به شکل **مغز پلاناریا از چندین گره** تشکل شده است یعنی **دارای جسم سلولی نورون ها** می باشد. بین نخاع های آن **رشته های عصبی منشعب** شده ای وجود دارد که آنها را به هم متصل کرده اند که باعث دیده شدن منظره ی نردبانی شکل شده اند.**(مثل منظره ی نردبان DNA)**

حواستون باشه که **دستگاه عصبی محیطی در پلاناریا هم از مغز جدا میشه و هم از نخاع** که به صورت یک سری اعصاب ازشون بیرون زدن. راستی اون **اعصاب بین طناب های نخاعی هم جزء اعصاب**

محیطی هستند.

نکته مهم : در فصل حواس سال سوم می خوانیم که ساده ترین گیرنده ی نوری در جانوران (نه جانداران!!) چشم جامی شکل نام دارد و در پلاناریا دیده میشود. چشم جامی شکل دارای سلولهای تیره رنگی بنام جام و تعدادی سلول گیرنده ی نوری می باشد که دندریتشان در چشم قرار دارد و دارای رنگیزه های نوری هستند. گیرنده های نوری آن جزء دستگاه عصبی محیطی هستند که از مغز جانور منشعب شده اند.



توجه توجه

عصب خارجه از هر چشم جامی شکل حاوی **آکسون (نه دندریت!!)** گیرنده های نوری می باشد که **به سمت مغز** می روند تا اطلاعاتشان **پردازش** شود و **دستور فرار توسط مغز** جانور صادر شود.

نکته مهم : در چشم جامی شکل ما شبکیه نداریم و تصویری تشکیل نمی شود (برخلاف چشم مرکب و چشم ما انسان ها) و بلکه این حساسیت این گیرنده ها می باشد که بر اساس تعیین شدت و جهت نور در آنها پتانسیلهای عمل مختلف بوجود آمده و آن را به مغز منتقل می کنند مغز هم دستور فرار را می دهد.

تنفس پوستی **در هیدر که یک کیسه تن** می باشد نیز دیده می شود . **کیسه تنان(هیدر، عروس دریایی و شقایق دریایی)** به دلیل **کم بون تعداد لایه های سلولی** بدنشان (که **معمولا ۲ یا ۳ لایه** می باشد) قادرند **با تمام سلول های خود** به صورت **مستقل** به تبادلات گازی بپردازند.

توضیح و بررسی موشکافانه:

در فصل گوارش سال دوم ساختار بدن هیدر نشان داده شده است. اگه به شکل نگاه کنید می بینید که **بدن هیدر از ۲ لایه ی سلولی** تشکیل شده است! یک لایه در خارج و یک لایه در داخل! به این صورت که **لایه ی داخلی** آن از نظر بافت شناسی سلول هایش **به شکل بافت استوانه ای تک لایه** می باشد ولی **لایه ی خارجی** آن سلول هایش به صورت **بافت مکعبی تک لایه** است. هر کدام از این سلول ها(هم لایه ی داخلی و هم لایه ی خارجی) **به تنهای قادرند** به تبادلات گازی و حتی مواد غذایی با محیط خود بپردازند! به اینصورت که **لایه ی داخلی سلولهایش با گازهای اکسیژن موجود در آب داخل کیسه ی گوارشی**(درون بدن هیدر) به تبادلات بپردازند و **لایه ی خارجی هم با آب موجود در محیط بیرون بدن هیدر** به تبادلات بپردازند!

نتیجه گیری مهم : **هر کدام از این لایه ها به صورت جداگانه و مستقل با آب تبادلات گازی شان را انجام می دهند و طی فرآیند انتشار ساده اکسیژن را می گیرند و دی اکسید کربن را پس می دهند .**

توجه توجه

هیدر ماده ی دفعی اش **آمونیاک** است که **تمام سلول های بدنش (هم لایه ی داخلی و هم لایه ی خارجی)** آن را دفع می کنند. پس در هیدر مثل کرم خاکی **سطح تنفسی اش سطح دفعی هم** می باشد .

نکته مهم : *در عروس دریایی و همینطور شقایق دریایی هم به همین صورت می باشد یعنی سلول های سطحی و سلول های داخلی به دلیل تماس مستقیم با آب می توانند مواد دفعی خود را دفع کنند.*

نکته مهم : *هیدر جزء کیسه تنان است و غذایش سخت پوستی به نام دافنی است. بنابراین هیدر صیاد است و دافنی صید و رابطه ی بین آنها از نوع صیادی می باشد . هیدر هم گوارش درون سلولی دارد و هم گوارش برون سلولی که در ابتدا گوارش برون سلولی و سپس گوارش درون سلولی انجام می دهد .*

توجه توجه

با توجه به شکل بدن هیدر **لایه ی خارجی فاقد هر گونه تاژک یا مژک** می باشد که **مکعبی شکل** است ولی **لایه ی داخلی استوانه ای شکل** می باشد که **برخی (نه همه) از** سلول هایش **دارای تاژک** می باشند که با **زنش خود** به عمل هضم کمک می کنند.

نکته مهم : *هیدر دارای دفاع غیراختصاصی می باشد و در آن چیزی به اسم ایمنی هورمورال و ایمنی سلولی نمی توان دید. پس یادتان ها ، لنفوسیت ها و پرخورین را ندارند.*

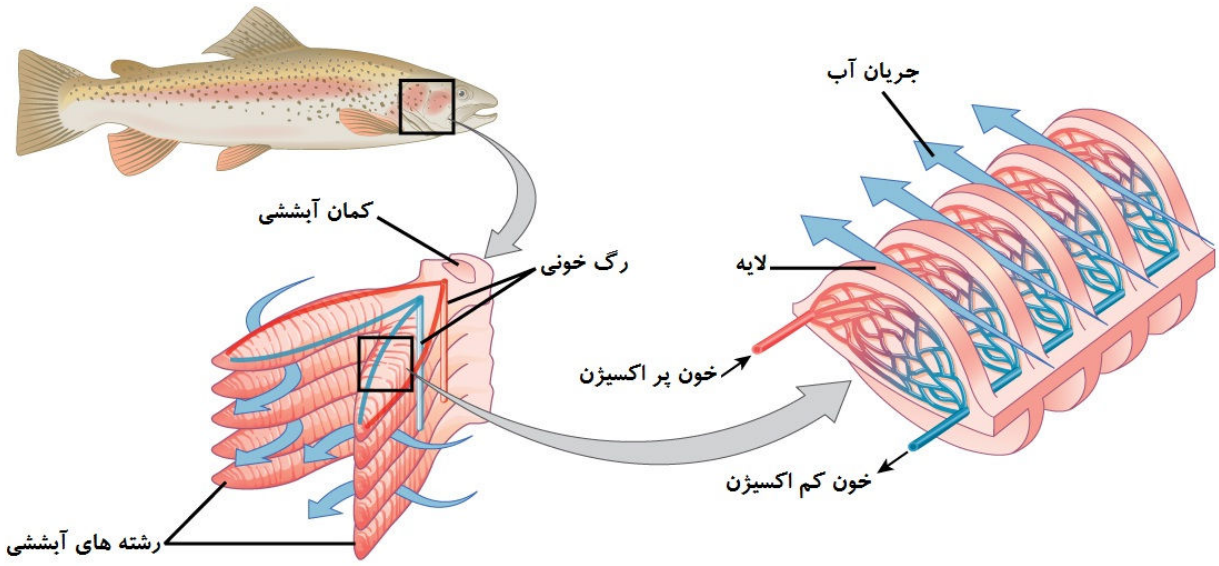
نکته مهم : *هیدر فاقد سر می باشد و بنابراین مغز ندارد. دستگاه عصبی هیدر فاقد مغز و نخاع می باشد و دستگاه عصبی آن به صورت شبکه ی عصبی است که در سرتاسر بدن هیدر پخش شده است حتی در داخل بازوهای زهرآگین !! که کیسه ی گوارشی هم در آنجا رخنه کرده است.*

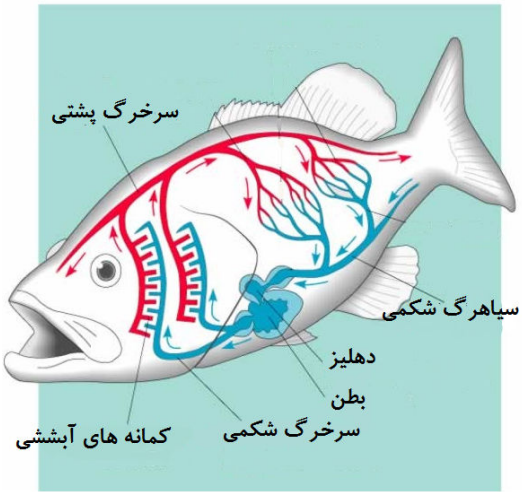
نکته مهم : *داغی که صید حیدر می باشد در فصل پیش دانشگاهی نمودار رشد آن نشان داده شده است. طبق این نمودار داغی ها هر ۴۰ روز ۱ بار تولید مثل می کنند.*

از آنجایی که **پوست بیشتر(نه همه!)** جانداران **چندین لایه** می باشد دیگر نمی توانند از این سبک (تنفس پوستی) تنفسی بهره ببرند در نتیجه روش های دیگری را برای تنفس برمی گزینند. در این جانوران **بخش های ویژه ای جهت عمل تنفس در درون بدن جانور تمایز یافته اند.**

تنفس آبششی :

ماهی های بالغ و نابالغ + دوزیستان نابالغ(نوزاد) و خرچنگ های آب زی(مثل خرچنگ دراز و خرچنگ نعل اسبی) توسط **آبشش ها** تنفس می کنند . آبشش ها ساختارهایی هستند که **پر از مویرگهای خونی** می باشند و این ساختار **با آب محیط** در ارتباط است یعنی **با بیرون از بدن جانور** در ارتباط است. گازهای تنفسی **طبق انتشار ساده** با مویرگهای داخل این ساختارها مبادله می شوند که **در ماهی ها آبشش ها در دو طرف سر ماهی** قرار گرفته است. در ماهیان **معمولا (نه همیشه) ۴ عدد** کمانه ی آبششی **در هر طرف** سر وجود دارد به عبارتی **ماهی های استخوانی به طور معمول دارای ۸ عدد یا ۴ جفت کمان آبششی** هستند. دقت داشته باشید که هر کمان آبششی دارای **مقادیر زیادی رشته های آبششی** می باشد.





خونی که وارد آبشش های ماهی می شود **حاوی خون کم اکسیژن یا همان تیره** است که توسط **سرخرگ شکمی از بطن قلب** می آید. این سرخرگ در آبشش ها **شبکه ی مویرگی تشکیل می دهد** و در این مویرگها تبادلات گازی با خون داخل آن انجام می شود و در نتیجه اکسیژن از آب محیط (که تراکمش در آن بالاست) وارد خون شده(که تراکمش در آن پایین است) و دی اکسیدکربن برعکس از آن خارج می شود یعنی از خون به داخل آب منتشر می شود. سپس خونی که روشن شده(یعنی پر از اکسیژن شده است) **توسط سرخرگی(نه سیاهرگ!) به نام**

سرخرگ پشتی از آبشش ها خارج شده و **مستقیما به سر و بخش های عقبی بدن ماهی** می رود. این سرخرگ **در بخش های مختلف بدن شبکه های مویرگی** تشکیل می دهد هم در سر و هم در بخش های عقبی بدن!!(چندین و چندین شبکه) تا تبادلات گازی بین خون و سلول های بدن انجام شود و پس از آن که خون دوباره کم اکسیژن شد **توسط سیاهرگی(نه سرخرگ!) بنام سیاهرگ شکمی به دهلیز** قلب ریخته می شود تا دوباره این سیکل تکرار شود.

نکته مهم : با توجه به شکل با توجه به شکل گلزهای تنفسی برای تبادلات بین خون و محیط آب ، باید از ۲ ردیف سلول رد شوند (مثل نکته ی گرم خاکی) . همچنین بین بافت پوشش مویرگ های داخل رشته های آبشش و سلول های پوشش خود رشته ها غشاء پایه وجود دارد که باعث اتصال آنها به همدیگه شده است.

توجه توجه

دقت داشته باشید که در تنفس آبششی **سلول های لایه ی خارجی رشته های آبشش** به **صورت مستقیم** با محیط به تبادلات گازی می پردازند.

دقت شود که **بسیاری از(نه همه!) ماهی ها آمونیاک** دفع می کنند. این ماده ی دفعی از ۲ طرق دفع می شود :

۱-از طریق آبشش ها

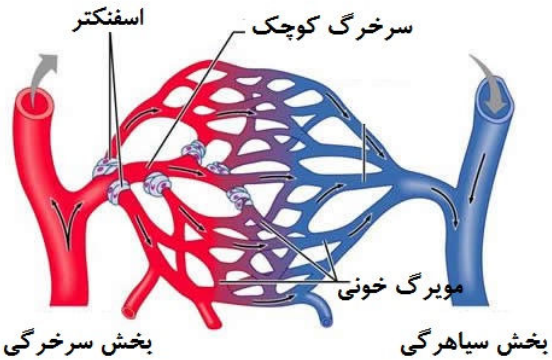
۲-از طریق کلیه ها

توجه داشته باشید که **در ماهی ها همانند کرم خاکی، پلاناریا و هیدر، آبشش ها هم سطح تنفسی و هم سطح دفعی** می باشند.

در صورتی که **ماهی یا دوزیست نابالغ** را از آب خارج کنیم **رشته های آبششی به هم می چسبند** و به دلیل کم شدن سطح تنفسی دیگر به اندازه ی کافی اکسیژن جذب نمی شود در نهایت جانور تلف می شود.

توضیح و بررسی موشکافانه:

جانورانی که **گردش خون بسته** دارند(یعنی خون از انتهای رگهای آن خارج نمی شود چون رگ هایش به هم پیوسته می باشند) **رگهای ریزی به نام مویرگ ها** وجود دارند. **معمولا(نه همواره!)** شبکه ی مویرگی **یک بخش سرخرگی** دارد و **یک بخش سیاهرگی!** یعنی یک طرف مویرگ **از ادامه ی سرخرگ** ساخته شده است و طرف دیگر مویرگ **تبدیل به سیاهرگ** شده است و **جهت جریان خون از سرخرگ به مویرگ و از آن به سمت سیاهرگ** می باشد! اگر به شکل گردش خون ماهی در فصل گردش مواد نگاه کنید می بینید که **سرخرگ شکمی** وقتی **از بطن قلب خارج** می شود و خون تیره(نه روشن!) را **به کمانه های آبششی** می برد، در آنجا **یک شبکه ی مویرگی** تشکیل می دهد تا خون داخل آن تبادلات گازی خود را انجام بدهد و تبدیل به خون روشن(پراکسیژن) بشود. سپس **این شبکه ی مویرگی به یک سرخرگ(نه سیاهرگ!) تبدیل** می شود! یعنی **رگهای دو طرف شبکه ی مویرگی** موجود در کمانه های آبششی ماهی **از یک نوع** می باشد و **دو طرف مویرگ از سرخرگ ساخته شده است!** واسه همینه که گفتم **معمولا! نه همواره!**

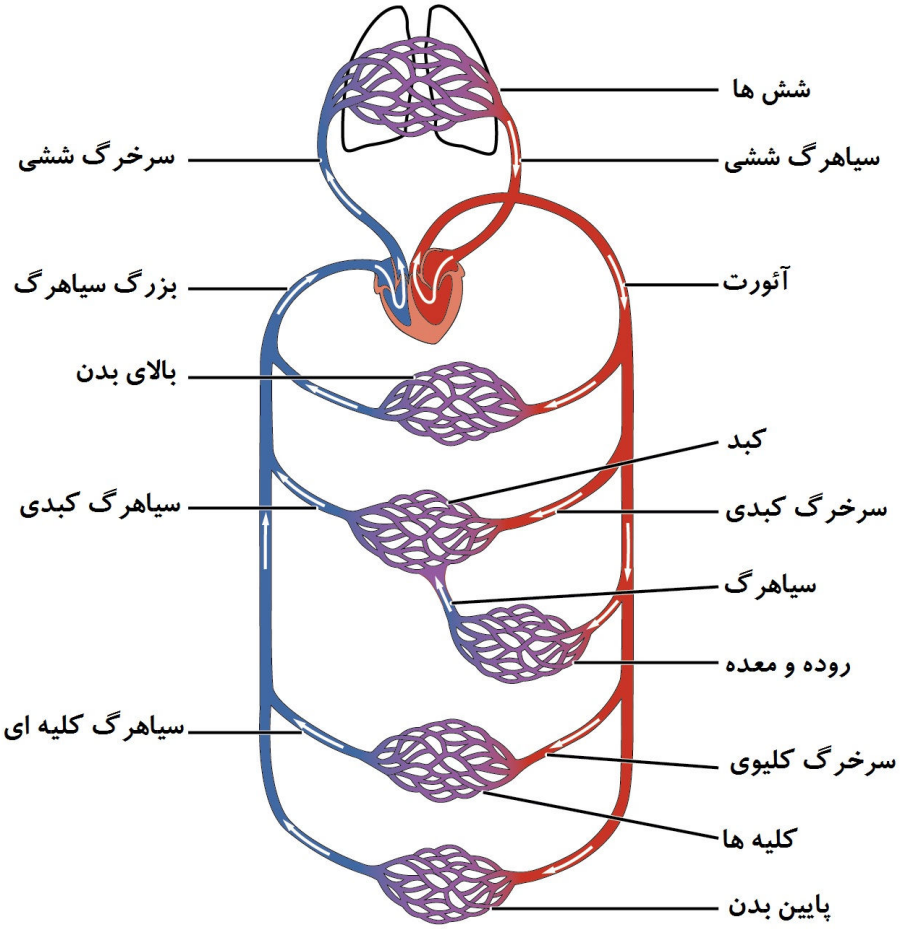


نتیجه گیری مهم : **الزاما دو طرف شبکه ی مویرگی را سرخرگ و سیاهرگ تشکیل نداده است! بلکه می تواند فقط از یک نوع رگ(یا سرخرگ یا سیاهرگ!) تشکیل شده باشد.**

***نکته مهم** : بچه ها حواستون باشه شبکه های مویرگی که در بخش های سر و عقب ماهی تشکیل شده مثل اغلب شبکه های مویرگی یک بخش سرخرگی و یک بخش سیاهرگی داره ها!! (برخلاف شبکه مویرگی در رشته های آبشش)*

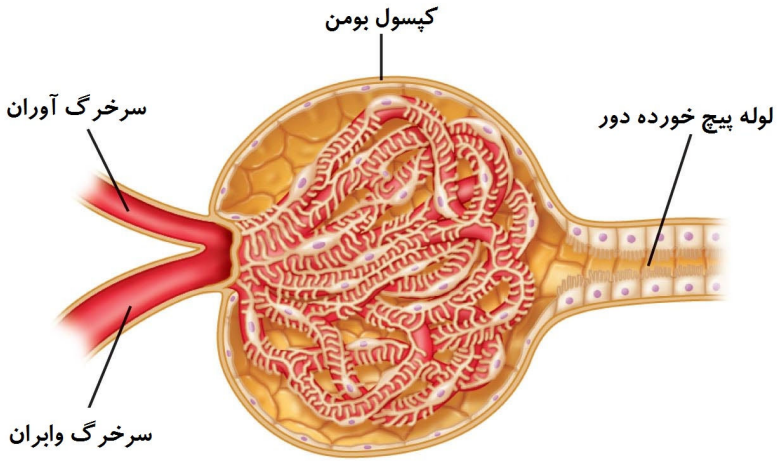
بچه ها تو کتاب درسی از این دست مثال ها که **دو طرف شبکه ی مویرگی فقط از یک نوع رگ تشکیل شده** باشه یعنی هر دو طرفش یا سیاهرگ باشه و یا سرخرگ! زیاد وجود داره که شما باید از روی شکل و متن کتاب درسی استنباط کنید. این مثال ها عبارتند از:

شبکه ی مویرگی در کبد ← شبکه های مویرگی که در کبد تشکیل شده اند **هر دو طرفش از یک نوع** ساخته شده است! به این صورت که **سیاهرگ خارج شده از روده ی باریک به کبد** می رود تا مواد غذایی جذب شده به خون را به آنجا ببرد و در آنجا **یک شبکه ی مویرگی** تشکیل می دهد. سپس این **شبکه ی مویرگی یک سیاهرگ(نه سرخرا!) را می سازد** که این سیاهرگ خون خود را **به بزرگ سیاهرگ زیرین** می ریزد و از آنجا هم **به دهلیز راست قلب!**



نتیجه گیری مهم : مویرگ های کبد هر دو طرفش از سیاهرگ ساخته شده است.

شبکه ی مویرگی گلومرول ← در فصل ۷ سال دوم دبیرستان می خوانیم که **سرخرگ آوران وارد کپسول بومن** می شود(بومن بخش ابتدایی و حجیم لوله ی نفرون می باشد) سپس این سرخرگ **یک کلاف مویرگی بنام گلومرول** می سازد. این کلاف مویرگی هم **به یک سرخرگ(نه سیاهرگ!)** تبدیل می شود بنام **سرخرگ وابران!**



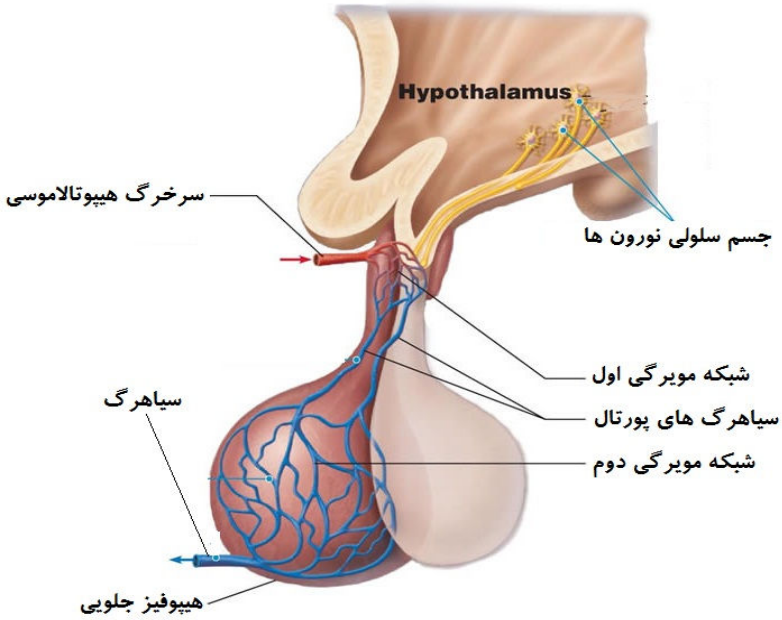
نتیجه گیری مهم : در گلومرول های کلیه(نه همه ی شبکه های مویرگی کلیه! بلکه فقط گلومرول ها) هر دو طرف مویرگ از یک نوع رگ و آن هم از سرخرگ ساخته شده است.

نکته مهم : *دقت داشته باشید که در کلیه ها شبکه های مویرگی دیگری وجود دارد که این گونه نیستند و حالت نرمال را دارند (یک طرف بخش سرخرگی و طرف دیگر بخش سیاهرگی!!)*

شبکه ی مویرگی در زیر پوست کرم خاکی ← با توجه به توضیحات و دلایلی که در چند صفحه قبل گفتم این شبکه ی مویرگی **هر دو طرفش فقط از سرخرگ** تشکیل شده است.

شبکه ی مویرگی در هیپوفیز جلویی(پیشین) ← رگی که **از هیپوتالاموس به سمت هیپوفیز پیشین** می آید **یک نوع سیاهرگ** می باشد. این سیاهرگ **در هیپوفیز پیشین یک شبکه ی مویرگی** تشکیل می دهد سپس این **شبکه ی مویرگی دوباره به سیاهرگ(با توجه به شکل)** تبدیل می شود و در نتیجه هیپوفیز پیشین را ترک می کند!! بچه ها اینی که گفتم خارج کتاب نبود!!! بلکه کاملا قابل طرح در کنکور سراسری هستش. توضیحات مفصلش رو توی کتاب فاگوزیست سوم در فصل هورمون ها دادم.

بچه ها در صفحه ی بعد یه شکل رو آوردم که خیلی گویای این موضوع هستش. لطفا از تمامی شکل ها استفاده کنید. این شکل ها رو جهت آموزش عمیق تر در این کتاب قرار دادیم و نه برای خوشگلی! اگر حجم کتاب هم رفته بالا برای همین موضوعه! توی هر فصل چیزی حدود ۴۰ تا شکل داریم که اگر این ها حذف می شدن نزدیک به ۱۵۰ الی ۲۰۰ صفحه از کتاب حذف می شد!

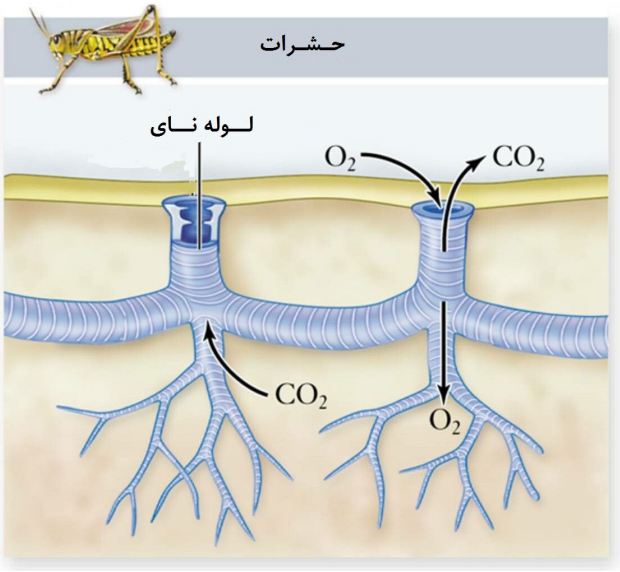


نکته مهم : خرچنگ جزء بندپایان و گردش خون آن از نوع باز می باشد و فاقد مویرگ است . منتهی در آن خون برخلاف حشرات در تبادلات گازی نقش دارد پس دارای چیزی شبیه به هموگلوبین است .

نکته مهم : دقت داشته باشید که وال ها پستاندارند نه ماهی!! (دلفین ها هم به همین صورت) در نتیجه دستگاه تنفسی شان از نوع آبششی نیست !! بلکه از نوع ششی است.

جانداران **خشکی زی** از آنجایی که **در خشکی و محیط های بدون آب** زندگی می کنند بنابراین دستگاه تنفسی آبششی به دردشان نمی خورد چون رشته هایش به هم خواهند چسبید برای همین دستگاه تنفسی شان **در درون بدن** تعبیه شده است. (دقت داشته باشید که **در ماهی ها در درون بدن تعبیه شده است اما با خارج از بدن جانور در ارتباط است**) . حالا بریم ببینیم تو جانورااان خشکی زی عمل تنفس به چه صورت انجام میشه؟

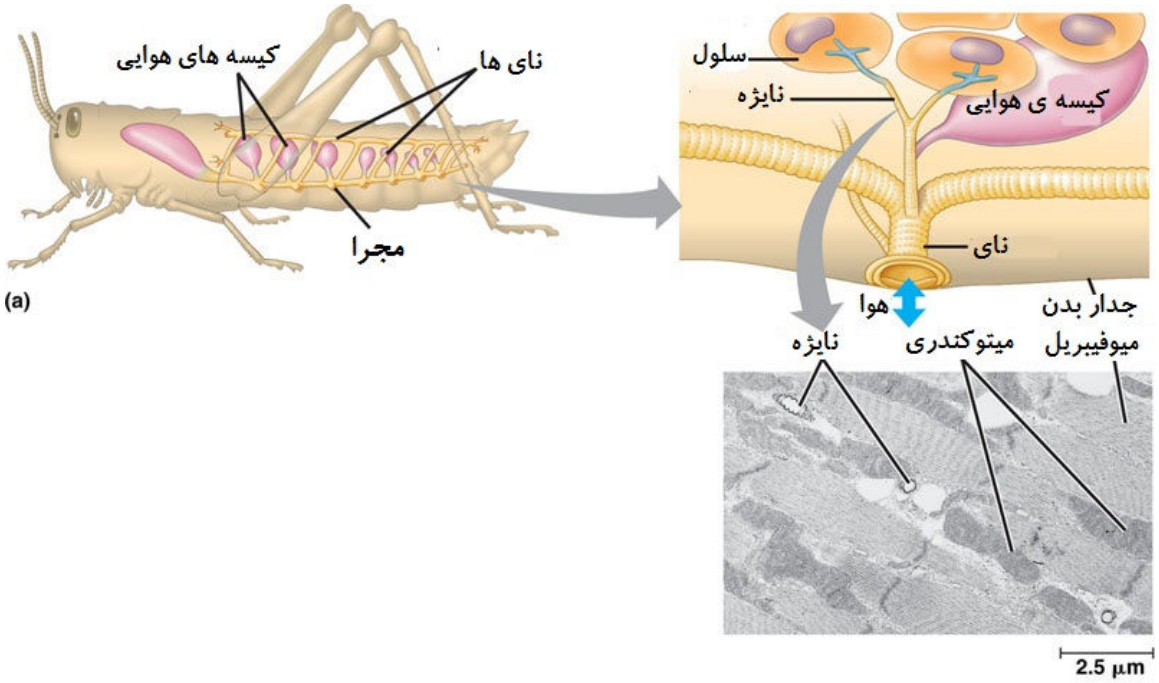
تنفس نایی :



در حشرات دستگاه تنفسی **از لوله هایی** تشکیل شده است **به نام نای!** که این لوله ها **بسیار شاخه شاخه شده اند** تا این حد که **تقریبا برای هر سلول ۱ شاخه ی نای مستقیما(نه غیرمستقیم!)** اکسیژن رسانی می کند. یعنی **هر سلول مستقیما** با هوای داخل این نای ها به تبادلات گازی اکسیژن و دی اکسیدکربن می پردازد. پس در این جانوران **دستگاه گردش خون و گردش مواد در تبادلات گازی هیچ نقشی ندارد**. با توجه به شکل **نای هایی که روبروی هم قرار دارند به هم دیگه متصل نمی شن**. همچنین با توجه به شکل کتاب درسی **قطر لوله ی نای از سطح بدن به سمت عمق آن در حال**

کاهش می باشد(یعنی داره نازکتر میشه)

حشرات(نه همه ی بندپایان!) برای اینکه **عمل دم** را انجام بدهند **به کمک ماهیچه هایی که در ساختار اسکلتی** خود دارند بدن خود را **کمی منبسط** می کنند(از طریق **به استراحت در آمدن این ماهیچه ها**) تا با این کار **فشار داخل لوله های نای منفی** شود و در نتیجه **هوا از محیط بیرون به داخل این لوله ها** جریان پیدا می کند. **یعنی از یک محیط پر فشار(محیط) به یک محیط کم فشار(درون نای ها)** می رود. زمانی که **عمل بازدم** را بخواهد انجام بدهد **عضلات موجود در پیکره ی خود را منقبض** می کند و با انقباض آنها **فشار درون نای ها افزایش** می یابد در نتیجه **هوا از داخل نای ها به بیرون خارج** می شود. یعنی از یک محیط **پرفشار(درون نای ها) به یک محیط کم فشار(محیط)** می رود.



نکته مهم : حشرات خون دارند (همولنف) ولی این خون فاقد هموگلوبین یا میوگلوبین است زیرا خونش در تبادلات گازی نقشی ندارد.

نکته مهم : در حشرات چیزی به اسم مویرگ نمی توان دید زیرا تبادلات مواد غذایی به صورت مستقیم بین خون و سلول ها انجام می شود . تبادلات گازی هم به صورت مستقیم بین هوا و سلول ها انجام می شود.

نکته مهم : در حشرات تمامی سلول ها به صورت مستقیم به تبادلات گازی با محیط می پردازند (مثل هیدر) ولی در کرم خاکی ، ماهی و دیگر جانوران که نه!!

نکته مهم : با توجه به شکل کتاب هوا از طریق منفذی که در سطح بدن است وارد لوله ی نایی می شود و اگر دقت کنید می بینید دقیقا در آن طرف بدن هم سوراخ وجود دارد یعنی منفذها جفت جفت اند و روبروی هم می باشند.

نکته مهم : *با توجه به شکل جهت حرکت هوا در داخل نای های حشرات همانند انسان و پرندگان دو طرفه می باشد.*

تنفس ششی :

بیشتر(نه همه!) مهره داران(نه جانوران!) ساکن خشکی(نه آبزی!) **شش** دارند. شش ها داخل خود **دارای کیسه هایی** هستند که جدار آنها **از یک لایه ی نازک سلول های پوششی** تشکیل شده است و به کمک این سلول ها **عمل تبادلات گازی بین خون و هوا** انجام می شود.

نکته مهم : *سلول های بافت پوششی در شش ها از جنس بافت سنگفرشی تک لایه می باشد که فاقد مژه است. در شش ها برای اینکه سطح تنفسی افزایش یابد در داخل خود به دفعات چین خورده اند و سطح تنفسی را تشکیل داده اند.*

در تنفس ششی **همانند** تنفس آبششی **سیستم گردش خون دخیل** می باشد یعنی گازهای تنفسی توسط خون حمل می شوند و به بخش های مختلف بدن برده می شوند. **مهره داران شامل پرندگان ، پستانداران ، ماهی ها و خزندگان(مارها ، کروکودیل ها ، سوسمارها و ...)** می باشد که **بیشترشان(نه همه!)** شش دارند و **برخی شان** آبشش دارند (مثل **ماهی ها و دوزیستان نابالغ**)

تنفس ششی در پرندگان

غاز وحشی پرنده ای است که **در ارتفاعات بلند پرواز** می کند. در این ارتفاعات **هوا خیلی سرد و میزان اکسیژن کم** است اما به هر حال غاز وحشی برایش مشکلی پیش نمی آید. زیرا **شش هایش کارایی بالایی** دارند یعنی قادرند **کم ترین مقدار اکسیژن** را جذب کنند. علاوه بر آن **تمایل هموگلوبین و اکسیژن** در غاز وحشی **نسبت به هم بیشتر از سایر جانوران** می باشد و در نتیجه **اکسیژن سریعا وارد خون** شده و با هموگلوبین ترکیب می شود.یکی دیگر از دلایل پرواز غاز وحشی در این ارتفاع **وجود مویرگهای خونی فراوان در ماهیچه های پروازی** می باشد تا خونرسانی **به صورت کامل** انجام شود. از طرفی در ماهیچه های پروازی اش (در دیگر ماهیچه ها هم میوگلوبین وجود دارد ولی در ماهیچه های پروازی اش خیلی زیاد است) دارای ماده ای بنام **میوگلوبین** می باشد **(شبیه به هموگلوبین خون)** که می تواند **همیشه و پیوسته (نه اغلب اوقات !!) مقدار کمی(نه زیاد!) اکسیژن** در خود ذخیره کند و در مواقع لزوم آزاد کند. این ها همگی باعث شده اند که **کارایی دستگاه تنفس در پرندگان افزایش** یابد.

نکته مهم : *تمایل میوگلوبین به اکسیژن بیشتر از تمایل هموگلوبین به اکسیژن است در نتیجه برای همین است که میوگلوبین به صورت پیوسته مقدار کمی اکسیژن همیشه ذخیره دارد.*

مقایسه ی تمایل به اکسیژن : میوگلوبین > هموگلوبین

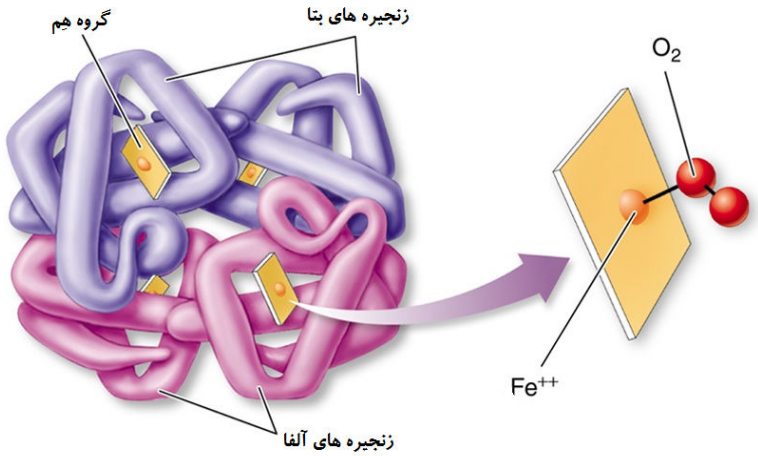
نکته مهم : *در ماهیچه های ما انسان ها هم میوگلوبین به فراوانی دیده می شود و دارای مقدار کمی اکسیژن است. تا در مواقع لزوم آن را آزاد کند.*

دقت داشته باشید که **در سایر ماهیچه های پرندگان میوگلوبین یافت می شود** ولی در غازهای وحشی در ماهیچه های پروازیشان **خیلی خیلی زیاد!** وجود دارد (دقت داشته باشید که در پرنده هایی که در این ارتفاعات پرواز نمی کنند همچین ویژگی

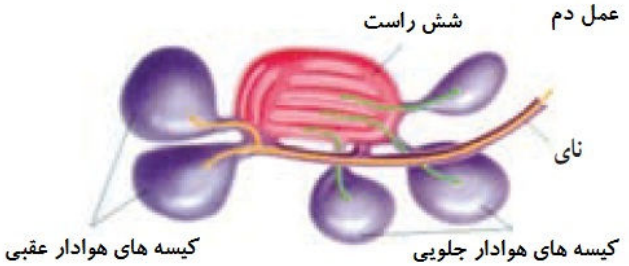
وجود ندارد و میزان میوگلوبین شان عادی است). راستی بچه ها حواستون باشه که **میوگلوبین تو ماهیچه های پروازی وجود داره نه داخل مویرگهای ماهیچه های پروازی!**

مقایسه ی هموگلوبین و میوگلوبین:

هموگلوبین یک کمپلکس پروتئینی است که **از ۴ رشته ی پلی پپتیدی** به همراه اجزائی **بنام گروه هِم** که **حاوی اتم آهن** است تشکیل شده است(**هر رشته ی پلی پپتیدی دارای یک گروه هم و در مجموع هموگلوبین ۴ گروه هِم دارد**). این کمپلکس پروتئینی در **داخل سلول های اریتروسیت(گلبول های قرمز)** قرار دارد. هموگلوبین **دارای ۴ تا رشته ی پلی پپتیدی** می باشد که این رشته ها **دو به دو به هم شبیه** هستند. ما یک کمپلکس پروتئینی دیگر داریم بنام **میوگلوبین!** که این کمپلکس پروتئینی **برخلاف هموگلوبین فقط از یک عدد رشته ی پلی پپتیدی** تشکیل شده است که **فقط دارای یک گروه هم** است. میوگلوبین همانطور که از اسمش پیداست **فقط در عضلات مخطط(میون)** پیدا می شود. توجه داشته باشید که **ژنهای مربوط به هموگلوبین هم در سلول های اریتروسیت و هم در سلول های عضله مخطط** وجود دارد **در مورد میوگلوبین هم همینطور!** اما توجه داشته باشید که **ژن های مربوط به هموگلوبین فقط در سلول های اریتروسیت نابالغ و هسته دار(در داخل مغز قرمز استخوان) بیان و روشن می شوند اما ژن مربوط به میوگلوبین فقط در سلول های عضلانی مخطط بیان می شوند.** توجه داشته باشید که هم هموگلوبین و هم میوگلوبین **هر دو نوعی پروتئین انتقالی هستند نه ذخیره ای!**



چگونگی تنفس در پرندگان:

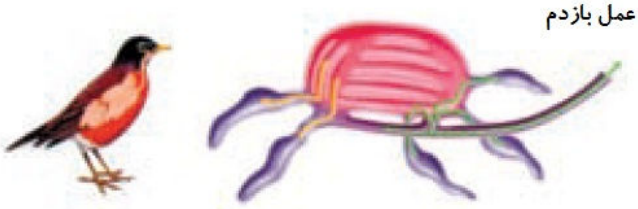


قبل از اینکه بخوایم با چگونگی مکانیسم تنفس در پرندگان آشنا بشیم لازمه که آناتومی و ساختار دستگاه تنفسی شون رو خوب بلد باشیم! در پرندگان دستگاه تنفسی از اجزاء زیر ساخته شده است:

شامل حفره ی بینی + ۱ عدد نای + ۲ عدد شش (شش چپ و راست) + ۹ عدد کیسه ی هوایی

کیسه های هوایی که در پرندگان وجود دارند با توجه به موقعیتشان **به ۳ دسته تقسیم** می شوند:

کیسه های هوادار عقبی(پسین) ← این نوع کیسه که **به تعداد ۴ عدد** از آن وجود دارد(**به هر شش ۲ تا** یا به



عبارتی ۱ جفت متصل است) در **پایین ترین موقعیت** نسبت به سایر کیسه ها قرار دارد.

کیسه های هوادار جلویی(پیشین) ← این نوع کیسه که **به تعداد ۴ عدد** از آن وجود دارد(**به هر شش ۲ تا** یا به عبارتی ۱ جفت متصل است) در **بالاترین موقعیت** نسبت به شش ها قرار گرفته است. این کیسه ها **به صورت مستقیم به نای راه ندارن**.

کیسه ی هوادار گردنی ← این کیسه ی هوادار که از آن **فقط یک عدد** وجود دارد و **بین هر دو شش مشترک** است، در **بالاترین موقیعت** قرار گرفته است.

کیسه های هوادار در پرندگان **در جدار خودشان دارای عضلاتی** می باشند که با **انقباض و انبساط خود** هوا خارج و یا داخل آنها می شود. در صورتی که شش های پرندگان این ویژگی را ندارند یعنی **در ساختار خود فاقد عضلات** می باشند. البته بچه ها حواستون باشه که **شش های پرندگان مثل شش های بقیه ی جانوران دارای شش، خاصیت ارتجاعی و الاستیکی** دارد! که علت اون **وجود رشته های پروتئینی الاستیک** در ساختار بافتی شش هاست.

نکته مهم : *وظیفه ی کیسه های هوادار در پرندگان برخلاف کیسه های هوایی انسان ها، ذخیره ی هوا می باشد و این کیسه ها در تبادلات گازی بین خون و هوا نقشی ندارند.*

نکته مهم : *از آنجایی که عمل تبادل گازها در شش ها انجام می شود و کیسه های هوادار فقط نقش ذخیره ای برای هوا را دارند بنابراین بیشترین مویرگهای خونی در شش ها دیده می شود. (هر چند در جدار کیسه های هوادار هم مویرگها هم دیده می شود که برای تغذیه ی سلول های آن می باشد)*

توجه توجه

دقت داشته باشید که **کیسه های هوایی در انسان برخلاف کیسه های هوادار** در پرندگان .....

اولا ← تعدادش خیلی زیاده!!

دوما ← اندازه ش خیلی کوچیکتره

سوما ← شبکه های مویرگی بیشتری نسبت به کیسه های هوادار پرندگان داره

چهارما ← در تبادلات گازی بین خون و هوا نقش داره

نکته مهم : *با توجه به شکل کتاب درسی کیسه های هوادار جلویی نسبت به کیسه های هوادار عقبی اندازه ای کوچکتر دارند (البته عموما!)*

نکته مهم : *بچه ها حواستون باشه که شش ها چون محل تبادلات گازی بین خون و هوا هستن پس جدارشون مویرگهای خیلی زیادی وجود داره (نسبت به کیسه های هوادار) در نتیجه جریان خون به شش ها نسبت به کیسه های هوادار خیلی زیاده.*

چگونگی تبادلات گازی در پرندگان

حالا بریم ببینیم که مکانیسم تنفسی توی پرنده ها به چه صورت هستش. منتهی قبلش با ۳ تا تعریف مهم باید آشنا بشید و بعدش بریم سراغ درسمون....

عمل دم ← یعنی فرو بردن هوا از محیط به داخل دستگاه تنفسی!

عمل بازدم ← یعنی خارج کردن هوا از دستگاه تنفسی به محیط بیرون!

عمل تهویه ← یعنی تبادل گازهای تنفسی (دی اکسید کربن و اکسیژن) بین هوا و خون در دستگاه تنفسی

عمل دم :

وقتی که پرنده **عمل دم** را انجام می دهد به عبارتی هوا را از محیط به داخل دستگاه تنفسی اش فرو می برد! تا مُمِدّ حیات شود! **۷۰ درصد از هوای وارد شده به کیسه های هوادار عقبی(پسین)** می رود و در آنجا ذخیره می شود و **حدود ۳۰ درصد مابقی** هم **به شش های چپ و راست می رود(یعنی این ۳۰ درصد بین این دو تا شش تقسیم می شود** به عبارتی به هر شش تقریبا **۱۵٪** می رسد). این ۳۰ درصد با ورود خود سبب **خروج هوای تهویه شده ی قبلی که از دم قبلی** باقی مانده است ، می شود و در نتیجه باعث می شود که **این هوا وارد کیسه های هوادار جلویی و مشترک** شود (هوای موجود در شش ها از دم قبلی! وارد کیسه های هوایی جلویی می شود نه این ۳۰ درصدا!)

ویژگی هوای دمی :

این هوا (منظور هوایی که وارد شش ها(۳۰٪) و کیسه های هوادار عقبی(۷۰٪) شده است) **پر اکسیژن** می باشد و **سرد است** و **مقدار دی اکسیدکربنش کم(نه صفر!)** است . به این نوع هوا می گویند **هوای تهویه نشده!** یعنی تبادلات گازی بین خون و این هوا انجام **نشده است.**

توجه توجه

پس هنگام دم ۷۰ درصد هوای تهویه نشده (سرد و پراکسیژن) وارد کیسه های هوادار عقبی می شود و ۳۰ درصد هوای تهویه نشده (پر اکسیژن و سرد) وارد شش های چپ و راست می شود.

نکته مهم : *دقت داشته باشید هوایی که به هنگام دم از شش ها خارج می شود و می رود به داخل کیسه های هوادار جلویی و مشترک (در اثر ورود ۳۰ درصد هوا) ، تهویه شده است یعنی اکسیژنش در شش ها گرفته شده و پر است از دی اکسیدکربن !! و حسابی گرم می باشد.*

نکته مهم : *در هنگام دم در پرندگان :*

در کیسه های هوادار عقبی ← هوای تهویه نشده (سرد و پراکسیژن) وارد می شود.

در کیسه های هوادار جلویی و گردنی ← هوای تهویه شده (گرم و کم اکسیژن) وارد می شود

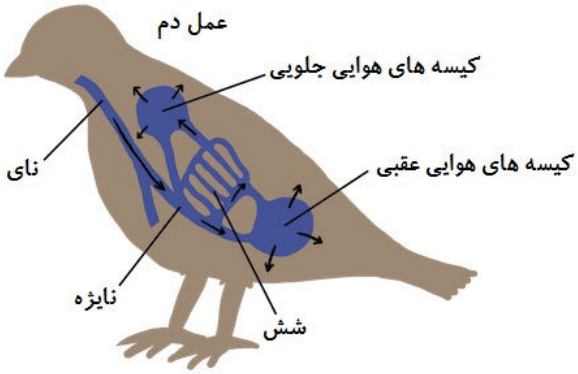
در شش ها ← مقداری هوای تهویه نشده وارد می شود و مقداری هم هوای تهویه شده از قبل وجود دارد که وارد کیسه های هوادار جلویی و گردنی می شود.

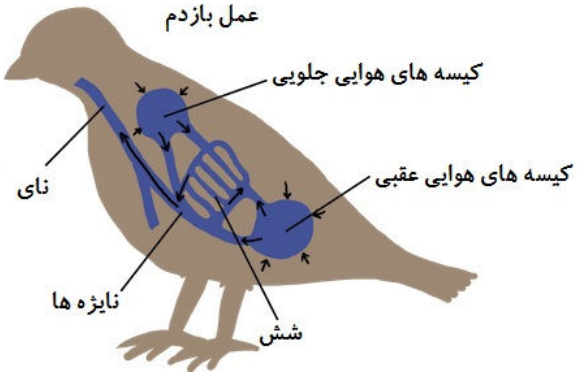
نتیجه گیری مهم: به هنگام دم در پرندگان تمامی کیسه های هوادار از هوا پر می شوند.

نکته مهم : *در هنگام دم ، در داخل نای فقط هوای تهویه نشده (پر اکسیژن و سرد) جریان دارد. حواستون باشه که همیشه داخل نای مقدار کمی هوا وجود داره .*

نکته مهم : *وقتی که عمل دم انجام میشه و حدود ۷۰٪ هوا وارد کیسه های هوادار عقبی میشه تا به صورت موقت ذخیره بشه می تونیم این هوا رو مثل هوای ذخیره ی دمی توی انسان در نظر بگیریم.*

عمل بازدم :





وقتی که پرنده **عمل بازدم** را انجام می دهد به عبارتی **هوا را از دستگاه تنفسی خود به محیط بیرون** می راند تا خفشه نشه بنده خدا! حین بازدم **با انقباض کیسه های هوادار عقبی** (توسط انقباض ماهیچه هایش که در جدارش قرار دارند) **هوای تهویه نشده ی داخلشان (یعنی سرد و پراکسیژن) وارد شش ها** می شوند که این مقدار **۷۰ درصد** (هوای دمی است یعنی هوایی که به هنگام دم وارد کیسه های هوادار عقبی شده است) می باشد **تا با اون ۳۰ درصد موجود** در داخل شش ها تهویه شان انجام شود به عبارتی **گازهای اکسیژن این هواها وارد خون** شود و گازهای دی اکسید کربن خون وارد این هواها شود! . همچنین **با انقباض کیسه های هوادار جلویی و گردنی هوای گرم و کم اکسیژن** داخلشان از طریق **یک مجرای مشترک وارد نای** می شوند و از آن جا از بدن پرنده خارج می شوند.

پس بچه ها اینجوری میشه که **در هنگام بازدم در پرندگان :**

کیسه های هوادار عقبی ← در حال خالی شدن و انقباض هستند و در انتهای بازدم تقریبا فاقد هوا(در انتهای بازدم خالی میشن)

کیسه های هوادار جلویی و مشترک ← در حال خالی شدن و انقباض هستند و در انتهای بازدم تقریبا فاقد هوا (در انتهای بازدم خالی میشن)

شش ها ← دارای ۱۰۰٪ هوای تهویه نشده(۳۰٪ داخل خود شش ها و ۷۰٪ هم در کیسه های هوادار عقبی) که عمل تهویه در آن درحال جریان است.

نای ← هوای تهویه شده که مربوط به دم قبلی است در آن جریان دارد و در حال دور شدن از شش ها می باشد.

پس بچه ها می تونیم بگیم که به هنگام بازدم همه ی کیسه های هوادار هواشون خالی میشه.

نکته مهم : *جریان هوا در شش های پرندگان فقط یک طرفه می باشد که آن هم از عقب (از سمت کیسه های هوادار عقبی) به جلو (به سمت کیسه های هوادار جلویی و مشترک) می باشد.*

توجه توجه

جریان هوا در کیسه های هوادار (همه کیسه ها) دو طرفه می شود یعنی هم از عقب به جلو هم از جلو به عقب ! در نای هم به همین صورت !

نتیجه گیری مهم : جریان هوا در دستگاه تنفس پرندگان یک طرفه نیست بلکه فقط در شش های پرنـدگان یـک طرفه می باشد. شش جزئی از دستگاه تنفسی می باشد.

نکته مهم : در پرندگان هم هنگام دم هوا وارد شش ها (حدود ۳۰٪ حم) می شود و هم هنگام بازدم !! (حدود ۷۰٪ حم) ولی در انسان فقط هنگام دم وارد شش ها می شود.

نکته مهم : دقت داشته باشید که جدار داخلی شش ها در پرندگان هم با هوای تهویه نشده و هم با هوای شده در تماس می باشد (نای هم به همین صورت) اما در کیسه ای هوادار فقط با یک نوع هوا در ارتباط می باشند !!

توجه توجه

هوای داخل کیسه های هوادار عقبی همیشه از نوع تهویه نشده (سرد و پر اکسیژن) می باشد ولی در کیسه های هوادار جلـویی و مشترک از نوع تهویه شده (گرم و کم اکسیژن)

نکته مهم : دقت داشته باشید که با توجه به شکل کتاب در سی اندازه و حجم شش ها (نه کیسه های هوادار!!) در پرندگان چه هنگام بازدم و چه هنگام عمل دم تقریبا هیچ تغییری نمی کند و ثابت است ولی اندازه ی کیسه های هوادار چرا !!

توجه توجه

در هنگام دم اندازه های همه ی کیسه های هوادار زیاد می شود و در حالت انبساط هستند ولی در هنگام بازدم همگـی خـالی می شوند و اندازه شان کم می شود به عبارتی در حال انقباض و جمع شدن هسستند.

بچه ها ببینید توی **کیسه های هوا دار جلویی ۱۰۰ درصد هوا** وارد میشه(۱۰۰ درصد مربـوط بـه هـوای دمـی تـنفس قبلی!) ولی **به کیسه های هوادار عقبی ۷۰ درصد هوا** وارد میشه(۷۰ درصد هوای دمی که الان داره انجام میده!) خـوب توی کدوم یک از کیسه های هوادار میزان هوای بیشتری جا می گیره؟ مشخصه **کیسه های هوا دار جلویی!**

نتیجه گیری مهم : اندازه ی کیسه های هوا دار جلویی در کل از کیسه های هوا دار عقبی کوچکتر است اما میـزان حجمی که در داخل کیسه های هوادار جلویی قرار می گیرند بیشتر می باشد.

نکته مهم : شش های پرندگان هیچ وقت خالی نمی شوند (چه هنگام دم و چه هنگام بازدم! یعنی همواره! داخل آن هوا وجود دارد) در ما انسان ها هم همینطور است (در هنگام بازدم هر چقدر هم که قوی باشد مقدار کمی هوا در شش هایمان داریم که به این هوا می گوییم هوای باقیمانده!)

نکته مهم : اگه شکل رو خوب نگاه کنی می بینی که هوای دمی تمام طول نای رو طی می کنه اما هوای

بازدمی فقط بخشی از طول نای رو طی می کنه!

یک جدول مقایسه ای مهم:

اگر بخواهیم دستگاه تنفسی پرندگان را با دستگاه تنفسی انسان مقایسه کنیم به این صورت می شود:

	پرندگان	پستانداران
شش از اجتماع	نایژک های موئین	کیسه های هوایی
کیسه های هوایی در شش	ندارند	دارند
کیسه های هوایی	جدا از شش هستند	جزیی شش هستند
تبادل هوا در	نایژک ها	کیسه های هوایی
شش هنگام حرکات تنفسی	تغییر حجم نمی دهد	تغییر حجم می دهد
جریان هوا در شش ها	یک طرفه	دو طرفه
جریان هوا در نای	دو طرفه	دو طرفه
شش بن بست	نیست	است
هوای مرده	ندارد	دارد
شش هنگام دم و بازدم حاوی هوای	تازه	تازه یا تهویه شده
قدرت اکسیژن گیری	بالا	پایین

پرندگان ذکر شده در کتاب درسی شامل موارد زیر می باشد که باید نام آنها را بلد باشید.

مرغ خانگی ، چلچله ، چکاوک ، سسک ، خروس ، سهره ، کوکو ، جغد ، عقاب ، غاز وحشی ، گنجشک ، چرخ ریسک ، مرغ عشق ، مرغ شهد خوار ، قرقاول ، اردک

حواستون باشه که خفاش ها جزء پرندگان نیستندو پستاندار هستند. بنابراین مکانیسم تنفسی شون مثل این چیزایی که براتون توضیحیدم!! نیست بلکه مکانیسم تنفسی و دستگاه تنفسی شون از نظر ساختار مثل بقیه ی پستانداران هستش که جلوترا باهاش آشنا می شیم.

یک جدول مقایسه ای مهم:

	جهت حرکت هوا	عمل تهویه	کیفیت هوای موجود	
			در دم	در بازدم
نای	۲ طرفه	ندارد	O_2 ↑ و سرد	O_2 ↓ و گرم
هوادار عقبی	۲ طرفه	ندارد	O_2 ↑ و سرد	هیچی !!
شش ها	۱ طرفه	دارد	مقدار کمی هوای سرد و پراکسیژن	مقدار زیادی هوای سرد و پراکسیژن
هوادار جلویی	۲ طرفه	ندارد	O_2 ↓ و گرم	هیچی !!

تنفس ششی در انسان (پستاندار):

انسان جانوری هستش **پستاندار** که مثل بقیه ی رفیقاش! **به کمک سیستم تنفسی از نوع ششی** عمل تنفس رو انجام میـده. بـرای اینکه مکانیسم تنفسی در انسان رو بفهمیم لازمه که اول از همه با آناتومی اون آشنا بشیم.

آناتومی دستگاه تنفسی انسان

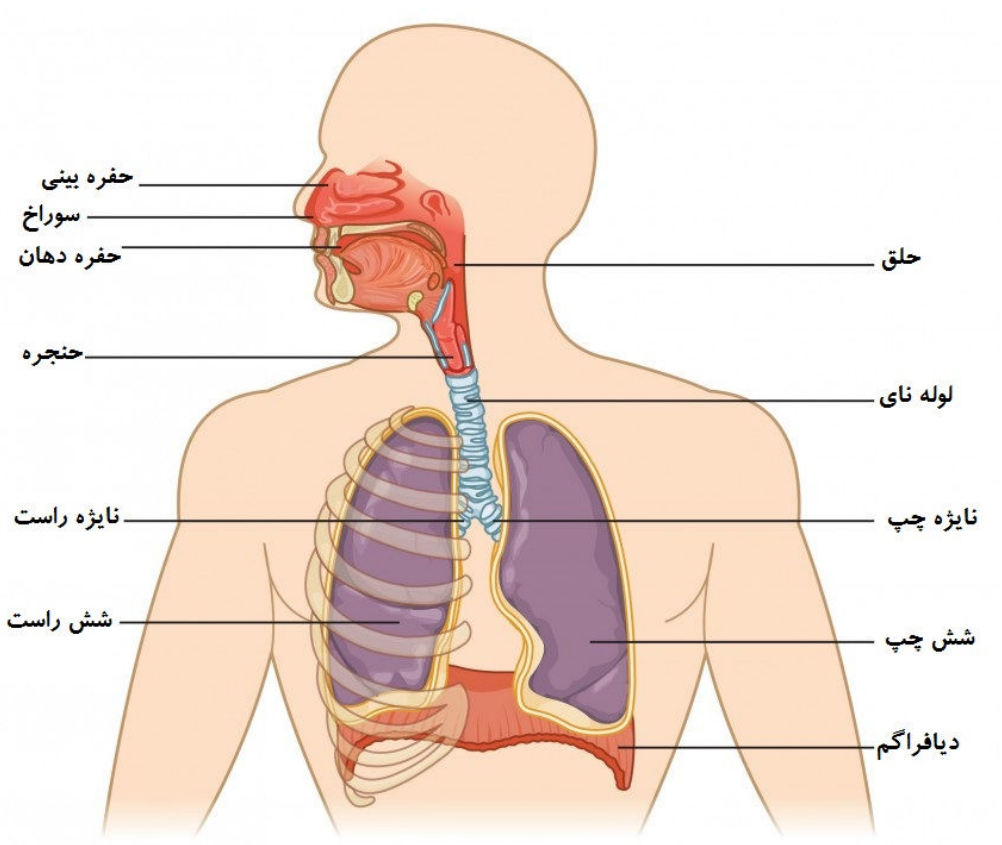
دستگاه تنفسی انسان از اجزاء زیر تشکیل شده است :

الف) مجاری تنفسی :

از حفره ی بینی شروع می شود **تا نایژک های انتهایی !!** یعنی به صورت زیر :

حفره ی بینی ← حلق ← حنجره ← نای (۱ عدد) ← نایژه (۲ عدد) ← نایژک ها (چندین عدد) ← نـایژک هـای انتهـایی (چندین و چندین عدد !!)

با توجه به شکل کتاب درسی **اندازه ی حفره ی بینی از حفره ی دهان بیشتر** می باشد. همچنین با توجه به شکل می بینیم که در **استخوان جمجمه یکسری حفرات وجود دارد**(خارج کتابه: بچه ها به اینا می گن **سینوس!**)



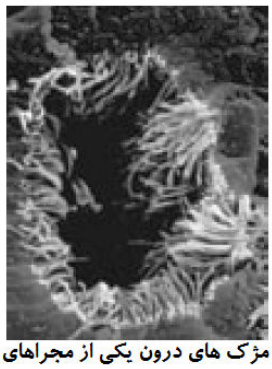
سلول های جدار داخلی این مجراهایی که نام برده شدن می توانند **ماده ای بنام موکـوز** از خـود ترشـح کننـد کـه بـه آن **مـایع موکوزی** می گویند . این مایع در داخل خود **دارای آنزیمی بنام آنزیم لیزوزیم(نه لیزوزوم!)** می باشد که باعث **تخریـب دیـواره ی پپتید و گلیکانی گروهی از باکتری ها** می شودو در **اولین خط دفاع غیراختصاصی** نقش دارد در نتیجه به این روش باعث **ضد عفونی شدن این مسیر تنفسی** می شوند. این مایع همچنین دارای **خاصیت چسبندگی** می باشد که باعث **جلـوگیری از پیشـرفت بیشتر میکروبها به بخش های عمقی تر** می شود.

نکته مهم : سلول های مفروش کننده ی جدار داخلی این بخش ها (از حفره ی بینی تا نایژک ای انتهایی) دارای مژه (نه تاژک!) می باشند (شکل بالایی) . این سلول ها از نوع بافت پوششی استوانه‌ای تک لایه می باشند.

زنش این مژک ها **به سمت حلق(یعنی از پایین به سمت بالا)** می باشد که باعث **رانده شدن مایع مخاطی (مایع موکوزی)** به همراه غبار و میکروبهای به دام افتاده در آن به سمت حلق می شود که **به آن خلط می گویند**.

در کتاب درسی سال سوم دبیرستان اشاره شده است که **دود سیگار و تنباکو** بر روی دستگاه تنفسی یکسری اثرات منفی دارد. در اینجا یه سری مطالب رو عینن! از کتاب فاگوزیست سال سوم براتون میارم.

اثرات نیکوتین بر اندام های بدن :


مژک های درون یکی از مجراهای تنفسی

دود سیگار هزاران ماده‌ی سمی و جهش‌زای شیمیایی را وارد دهان می‌کند که نیکوتین یکی از آنها می‌باشد. کشیدن سیگار با **ابتلاء به سرطان‌های دهان و حنجره و گلو ارتباط مستقیم** دارد و نیز امکان و احتمال **ابتلاء به سرطان‌های پانکراس و مثانه را افزایش** می‌دهد. همچنین امکان ایجاد **ناراحتی‌های تنفسی مهلک** نیز در افراد سیگاری بیشتر است. دود توتون و تنباکو باعث **تحریک مخاط دهان، بینی و گلو** می‌شود. این دود **در شش‌ها تجمع پیدا** می‌کند و **مژه‌های (نه تاژک!!)** سطح دستگاه تنفسی را **از کار می‌اندازد** یعنی آنها را فلج می‌کند. همچنین **بافت ریه‌ها را سیاه و تیره** می‌کند و موجب **کاهش ظرفیت تنفسی می‌شود. احتمال سقط جنین و به دنیا آمدن جنین مرده در زنان سیگاری نیز زیاد است**. دقت داشته باشید افرادی هم که **به طور غیر مستقیم** در معرض دود سیگار قرار می‌گیرند، **همانند افراد سیگاری در معرض همه‌ی (نه بیشتر و نه برخی!!) عوارض** گفته شده قرار دارند .

نکته مهم : کشیدن سیگار با سرطان های پانکراس و مثانه رابطه ی غیرمستقیم دارد (برخلاف سرطان های حنجره و دهان و شش ها که رابطه شون مستقیم بود) .

در افرادی که سیگار می‌کشند **سلولهای دهان و گلو و حنجره‌شان و همینطور پانکراس و مثانه شان** مدام به صورت **سرطانی** می‌شوند ولی دفاع اختصاصی سلولی بدن ما این سلول ها را **شناسایی** می‌کند و از بین می‌برد و ما به سرطان مبتلاء نمی‌شویم امکان دارد تعداد سلولهایی که سرطانی می‌شوند زیاد باشد یا برای یک لحظه سیستم ایمنی سلولی دچار اختلال شود در این صورت کنترل از دست خارج می‌شود و ما به سرطان مبتلاء می‌شویم.

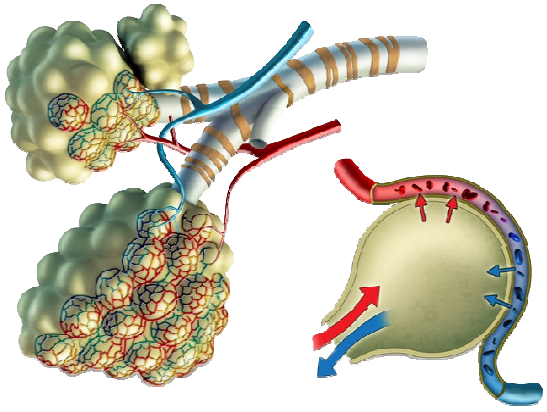
نتیجه گیری مهم : ↑ مصرف نیکوتین ← ↑ احتمال ابتلاء به سرطان ← ↑ فعالیت دفاع اختصاصی از نوع سلولی (سلول های لنفوسیت T و T کشنده)

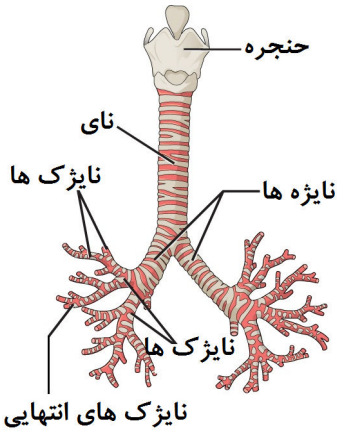
نکته مهم : دود تنباکو باعث افزایش ترشح مخاط دهان و گلو و بینی می شود . یعنی ترشح غدد برون ریز موکوزی را افزایش می دهد. داخل مایع موکوزی پر است از آنزیم های لیزوزیم !! پس می توان گفت که دود توتون و تنباکو منجر به افزایش ترشح لیزوزیم ها می شود .

نکته مهم : دود توتون و تنباکو باعث از کار افتادن مژه های دستگاه تنفسی می شود و از آنجایی که این مژه ها بخشی از دفاع غیراختصاصی (نخستین خط دفاعی) محسوب می شوند می توان نتیجه گرفت که این دود باعث ایجاد اختلال در نخستین خط دفاعی غیراختصاصی می شود .

توجه توجه

در دستگاه تنفسی سلول‌های مخاطی بینی + نای + نای‌ژه‌ها + نایژک‌ها مژه (نه تاژک) دارند و سلول‌های کیسه‌های هوایی فاقد مژه هستند. شکل سمت چپ کیسه‌های هوا را نشان می‌دهد.(صفحه ی بعد)





نکته مهم : نیکوتین بخاطر اثر مخربی و توانایی عبور از جفت در بارداری ها ، می تواند از جفت عبور کند و روی جنین اثر سوء داشته باشد . پس اگه یه روز مادر شدی سیگار نکش . بچه ت ناقص الخلق بدنیا میاد !! اگ کیوش به فنا میره ها !!

ب) شش ها :

از بافت خاصی ساخته شده است که **دارای خاصیت ارتجاعی**(به علت وجود رشته های الاستیک در ساختار آن) می باشد و در داخل خود **به دفعات چین خورده** است و **کیسه های بسیار ریزی به نام کیسه های هوایی** را بوجود آورده است.این کیسه ها در **انتهای نایژک های انتهایی** قرار گرفته اند.

نکته مهم : جنس این کیسه ها از یک لایه بافت پوششی از نوع سنگفرشی تک لایه می باشد که فاقد هرگونه تارگ یا مژک می باشند.

نکته مهم : برخی از (نه همه ، نه بیشتر) سلول های این کیسه ها قادرند ماده ای بنام سورفاکتانت ترشح کنند که باعث کاهش کشش سطحی آب (چسبندگی مولکول های آب به هم و جدار داخلی (نه خارجی!) کیسه ها) می شود.

توجه توجه

سورفاکتانت از جنس فسفولیپید می باشد و به داخل کیسه ها ریخته می شود نه جدار خارجی آنها !!

سورفاکتانت از طریق فرآیند اگزوسیتوز با مصرف یون های کلسیم و انرژی زیستی (ATP) از برخی از این سلول ها ترشح می شود.

پس می توان گفت که در این سلول ها دستگاه گلژی و شبکه ی آندوپلاسمی صاف گسترش بیشتری داشته است (نسبت به بقیه ی سلول های کیسه های هوایی)

سورفاکتانت **در اواخر(نه اوایل!)** دوره ی **جنینی(نه رویانی!)**(خارج کتابه :حدود ماه های ۸ و ۹) **ساخته و ترشح** می شود و **تا آخر عمر هم ساخت و هم ترشحات** آن ادامه پیدا می کند.

تبادلات گازهای تنفسی بین خون و هوا در داخل همین کیسه های هوایی انجام می شود برای همین جدار کیسه های هوایی با توجه به شکل **پر از مویرگهای خونی** می باشد تا به آنجا به اندازه ی کافی و در هر لحظه خون برسد و عمل تبادلات گازی به خوبی انجام بشود.

نکته مهم : یک مقایسه ی مهم از نظر تعداد :

نای (۱عدد) < نایژه ها (۲ تا) < نایژک ها (چند تا) < کیسه های هوایی < مویرگهای جدار کیسه های هوایی

نکته مهم : با توجه به شکل موجود در فصل ۲ سال دوم دبیرستان ، شش ها به صورت لوب می باشند که:

شش چپ ← ۲ لوبه می باشد و ۱ شیار دارد.

شش راست ← ۳ لوبه می باشد که ۲ تا شیار دارد.

بچه ها حتما **به جهت شیارها** دقت کنید چون مهمن.

یک جدول مقایسه ای خیلی مهم:

مورد مقایسه	بینی	لوله نای	نایژه ها	نایژک ها	کیسه های هوایی
ساخت و ترشح موکوز	دارد	دارد	دارند	دارند	ندارند
ساخت و ترشح سورفاکتانت	ندارد	ندارد	ندارند	ندارند	دارند(برخی سلول ها)
تاژک	ندارد	ندارد	ندارد	ندارد	ندارد
مژک	دارد	دارد	دارند	دارند	ندارند
غضروف	ندارد	دارد	دارند	ندارند	ندارند
عضله صاف	ندارد	دارد	دارند	دارند	ندارند

ج) عضلات تنفسی :

برای اینکه عمل دم و بازدم صورت بگیرد یکسری عضلات با انقباض و انبساط خود باعث باز و جمع شدن ریه ها مـی شـوند تـا عمل تنفس انجام بشود یعنی هوا وارد دستگاه تنفسی بشود و پس از تبادلات گازی خارج شود. به این عضلات می گویند **عضلات تنفسی!** که به دو دسته تقسیم می شوند:

الف) عضلات دمی: عضلاتی که باعث میشوند تا **عمل دم** انجام شود یا **به عمل دم کمک** می کنند و باعث **افزایش حجم قفسـه ی سینه** می شوند می گویند **عضلات دمی!**

ب) عضلات بازدمی: عضلاتی که باعث می شوند تا **عمل بازدم** رخ بدهد یا **به آن کمک** می کنند و در نتیجـه **حجـم قفسـه ی سینه را کاهش** می دهند می گویند **عضلات بازدمی!**

نکته مهم : *یه سری از عضلات فقط توی عمل دم شرکت دارن یه سری فقط توی بازدم! و یه سری هم نخود هر آشی ان! ینی هم توی دم هستن و هم توی بازدم! مثل دیافراگم عزیز...*

دیافراگم ← **عضله ای مخطط** می باشد که تو **قسمت تحتانی قفسه ی سینه** قرار داره و **شکم رو از سینه جدا** می کنه ← بچـه ها **دیافراگم هم عضله ی دمی است و هم بازدمی!**

عضلات بین دنده ای ← بین دنده ها **یکسری عضلات ریز** وجود دارن که به اون ها می گن **عضلات بین دنده ای!** این عضـلات هم **همانند عضله ی دیافراگم مخطط** می باشند و دو جورن: عضلاتی که **در قسمت بیرونی** قرار گرفتن مـی شـن **عضـلات بـین دنده ای خارجی**! و عضلاتی که **در داخل** قرار گرفتن می شن **عضلات بین دنده ای داخلی**!. عضلات بین دنـده ای داخلـی **یـک عضله ی بازدمی** می باشند و عضلات بین دنده ای خارجی **یک عضله ی دمی** می باشند.

عضلات کمکی ← ما تو بدنمون یه سری عضلات داریم که **به صورت مستقیم تو تنفس نقش ندارن** بلکه این عضلات با انقباض و انبساط خودش به کمک عضلات دیگه میان! به این عضلات می گن **عضلات کمکی!** عضلات کمکی هم **از نوع مخطط** هستند و مثال آنها **عضلات شکمی مثل راست شکمی ، مورب های داخلی و خارجی، جناغی ترقوی پستانی** و.. می باشند.

د) قفسه ی سینه (Thoracic cage) :

بچه ها به ناحیه ای از بدن که **بین حفره ی شکم و گردن** قرار گرفته توی آناتومی می گن **سینه!** و چون ایـن قسـمت شـبیه بـه قفس هستش بهش می گن قفسه ی سینه!. این بخش از بدن، از استخوان های زیر تشکیل شده است :

الف) ستون مهره ها ← استخوان هایی که **در جدار پشتی بدن از جمجمه تا لگن** ادامـه دارد و در داخلشـان **طنـاب عصـبی یـا همان نخاع** واقع شده است. **بین مهره ها دیسک هایی از جنس غضروف**(نوعی بافت پیوندی کـه مـاده ی زمینـه ای آن از نـوع **نیمه است** و داخل آن **پر است از رشته های الاستیک فراوان**!) قرار گرفته اند.

ب) استخوان جناغ ← این استخوان **از نوع استخوان پهن** می باشد و **در جلوی قفسه ی سینه** واقع شده است.

نکته مهم : *پشت سر استخوان جناغ غده ای بنام تیموس دیده می شود که هورمونی خاص ترشح می کند و یکی از وظایف این غده بالغ کردن لنفوسیت های T نابالغی است که از مغز قرمز استخوان های خون ساز از طریق خون (نه لنف!) می آیند.*

با توجه به شکل کتاب درسی **پشت سر تیموس و جناغ، قلب** قرار دارد که **بین دو شش گیر افتاده** است منتهی قلـب **بـا شـش چپ** خیلی حال می کنه و برای همین **کمی متمایل به سمت چپ** هستش برای همین قالب یه قسمتی از قلب رو می تـونیم تـوی

قسمت داخلی شش چپ ببینیم. از اونجایی که قلب به شش چپ متمایل هستش اگه خوب شکل رو نگاه کنید می بینید که **شش چپ نسبت به شش راست یه اوچولو! اوچیک تره!**

نکته مهم : استخوان جناغ که نوعی استخوان پهن می باشد با داشتن مغز استخوان از نوع قرمز ، در ساخت گلبول های قرمز و خون سازی دخالت دارد.

نتیجه گیری مهم : این استخوان هدف هورمون اریتروپویتین می باشد که باعث تحریک خون سازی(منظور تولید اریتروسیت ها یا همان گلبول های قرمز) می شود.

ج) استخوان های دنده ← این استخوان ها در هر انسان سالم و بالغ **۲۴ تا** می باشد یعنی **۱۲ جفت که در عقب با مهره ها(مهره های سینه ای) و در جلو با استخوان جناغ** ارتباط دارند.

نکته مهم : با توجه به شکل کتاب درسی از ۱۲ جفت دنده ٦ جفت اول هر کدام به صورت جداگانه توسط یک غضروف به جناغ وصل شده اند ، ۴ جفت دوم (یعنی دنده های ۷ الی ۱۰) توسط یک غضروف مشترک به جناغ وصل شده اند . ۲ جفت آخر (یعنی دنده های ۱۱ و ۱۲) دنده های کوچکی هستند و با استخوان جناغ مفصل نمی شوند.

توجه توجه

دقت داشته باشید که از بین دنده ها ، دنده ی اول از همه کوچکتر می باشد که درست زیر استخوان ترقوه قرار گرفته است. از طرفی توجه داشته باشین که بیشتر دنده ها به جناغ وصل اند نه همه ی آنها !! آن هم به صورت غیرمستقیم !! نه مستقیم !!(بلکه از طریق غضروف!)

نکته مهم : قفسه ی سینه دارای ۲ دهانه می باشد که دهانه ی بالایی (مرتبط با گردن) از دهانه ی پایینی (مرتبط با شکم) کوچکتر می باشد همچنین دهانه ی بالایی همواره باز است ولی دهانه ی پایینی همواره توسط پرده ی عضلانی دیافراگم بسته شده و سینه را از شکم جدا کرده است.

نکته مهم : عضلات بین دنده ای اسمشان رویشان است !! بین دنده ها هستند. در نتیجه هر انسان سالم و بالغ ۲۲ تا (نه ۲۴ تا!) عضله ی بین دنده ای خارجی و ۲۲ تا عضله ی بین دنده ای داخلی دارد (از هر کدوم ۱۱ جفت نه ۱۲ جفت!)

نکته مهم : عضلات بین دنده ای و دیافراگم مخطط هستند و تحت کنترل قشر مخ و به صورت ارادی می توان آنها را کنترل کرد هر چند در حالت عادی و در خواب به صورت غیرارادی منقبض می شوند یعنی هر چند مخططن اما به صورت غیرارادی منقبض می شوند اما ما به کمک قشر مخمون و به صورت ارادی می تونیم سرعت و شدت انقباض اینها رو کنترل کنیم یا کلا متوقف کنیم!

نتیجه گیری مهم : هم تحت کنترل اعصاب خودمختار هستند و هم تحت کنترل اعصاب پیکری !!

توجه توجه

چون این عضلات مخطط هستند بنابراین **هر مطلبی که مربوط به عضلات مخطط** باشد در مورد آنها هم صدق می کند. برای مثال :

چند هسته ای و هسته ها نزدیک به غشاء پلاسمایی ، دارای خطوط Z و M می باشند ، واحدهای انقباضی سارکومر را می توان در آن دید ، به غشای پلاسمایی آن سارکولم می گویند ، می توانند گلوکزهای اضافی را از خون گرفته و به گلیکوژن تبدیل کنند. یعنی برای انسولین گیرنده دارند، فاقد سیتوکینز، عدم بیان ژن پروتئین های انقباضی دخیل در سیتوکینز، دارای صفحه ی هنسن، سلول های منشعب و خلاصه هر چی که مربوط به سلول های عضله ی مخطط هستش جیگر 😐

نکته مهم : *اساس انقباض عضلات پروتئین های انقباضی می باشند که برای انقباض به شدت به یون های کلسیم نیاز است و هر گونه اختلال در میزان کلسیم باعث اختلال در انقباض عضلات می شود از جمله عضلات تنفسی*

پس می توان گفت که هورمون های **پاراتورمون و کلسی تونین ۲ هورمون تنظیم کننده ی کلسیم خون** و بافت ها می باشند که در صورت **اختلال در ساخت و ترشح آنها باعث اختلال در میزان کلسیم خون و به تبع آن ایجاد اختلال در انقباض این عضلات** می شوند.

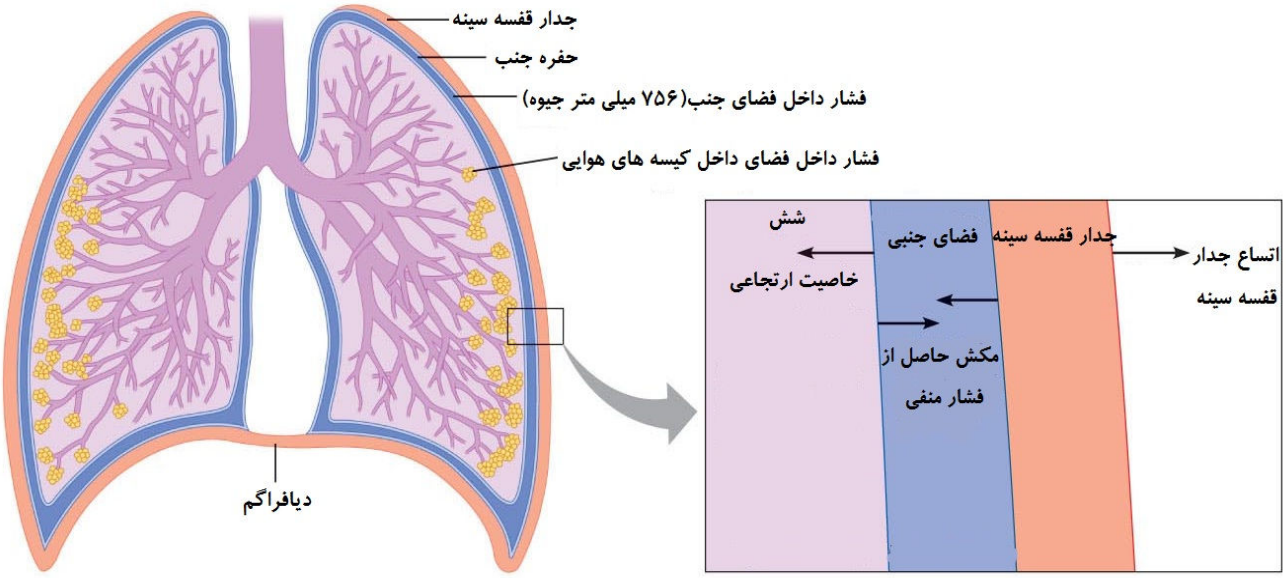
نتیجه گیری مهم : اختلال در ترشح هورمون های پاراتورمون و کلسی تونین می تواند باعث اختلال در عمل تنفسی مثل تنگی نفس شود.

ه) پرده ی جنب :

پرده ی جنب پرده ای ۲ لایه می باشد که **بین این ۲ لایه یک مقدار کمی(نه زیاد!) مایع لغزنده** وجود دارد که توسط سلول های خود پرده ی جنب ساخته شده است. **لایه ی خارجی** پرده ی جنب **به جدار داخلی و درونی قفسه ی سینه** می چسبد و **لایه ی داخلی پرده ی به جدار خارجی شش ها** متصل می شود.در فضای جنب (فضای بین دو لایه ی جنب) **هوایی وجود ندارد** در نتیجه **خلاء** می باشد و این خلاء طبق قوانین فیزیکی **یک نوع کشش و فشار منفی (مکنده)** ایجاد می کند در نتیجه این حالت مکنده باعث شده است که **ریه ها همواره باز باشند** و روی هم نخوابند! و **همیشه مقدار کمی در خود هوا** داشته باشند و در نتیجه **همیشه باز** بمانند. از آنجایی که جدار خارجی پرده ی جنب به جدار داخلی قفسه ی سینه متصل می باشد در صورت حرکت قفسه ی سینه به بیرون ، پرده ی جنب هم به بیرون کشیده می شود و چون شش ها به جدار داخلی پرده ی جنب هم وصل می باشند شش ها هم به بیرون کشیده می شوند! یعنی شش ها هم باز می شوند(مثل این میمونه که یه نایلون فریزر رو از جداره هاش بگیری و بازش کنی) در نتیجه در اثر مکش هوا از محیط وارد شش ها می شود.

نتیجه گیری مهم : حرکات شش ها یعنی دم و بازدم نتیجه ی تبعیت از حرکات قفسه ی سینه می باشد.

نکته مهم : *با توجه به شکل کتاب درسی فضای جنبی در همه جای خود ظرفیتی ندارد بلکه فضای جنبی در قسمت تحتانی خود فضای بیشتری دارد. (به شکل صفحه بعد رجوع کنید)*



عمل دم:

دم یعنی چی؟ دم یعنی فرو بردن هوا به داخل شش ها! حالا ببینیم دم چجوری انجام میشه. با **کشیده شدن لایه ی خارجی پرده ی جنب** توسط قفسه ی سینه ، به دلیل **منفی بودن فشار داخل فضای جنب** ، **پرده ی داخلی جنب هم به دنبال آن کشیده** می شود و این پرده ی داخلی جنب خودش به شش ها وصل می باشد در نتیجه **باعث باز شدن شش ها** می شود این باز شدن **یک حالت مکشی در ریه ها** ایجاد می کند و **هوا از محیط کشیده می شود به داخل ریه ها** (زیرا فشار داخل ریه ها نسبت به فشار هوای محیط کمتر می باشد و طبق قوانین فیزیکی و شیمیایی !! **گازها از جای پرتراکم (محیط بیرون) به جای کم تراکم (ریه ها)** می روند. به این عمل می گویند دم !! یعنی **فروبردن هوا به داخل شش ها !!** تا ممد حیات شود و به غفلت نخوریم!

دقت داشته باشید که در کشیده شدن و باز شدن ریه ها **عضلات دمی هم نقش** دارند. این عضلات با انقباض خود **به افزایش حجم و کشیده شدن دنده های قفسه ی سینه به سمت بیرون**، کمک می کنند.

ماهیچه هایی که باعث عمل دم می شوند و یا به آن کمک می کنند شامل:

۱-ماهیچه های بین دنده ای خارجی(نه داخلی!) ← خارجی ترین ماهیچه های بین دنده ای را می گویند.

۲-ماهیچه ی دیافراگم ← در زیر شش ها و بالای حفره ی شکم قرار دارد(مثل سقف گنبدی شکل برای حفره ی شکم هستش). این عضله قسمت بالایی اش با قاعده های ریه ها در ارتباط است و از آنجایی که اطراف ریه ها را پرده ی جنب پوشانده است می توانیم بگوییم که بخشی از پرده ی جنب ، لایه ی خارجی اش به قسمت رویی دیافراگم متصل است.

۳-ماهیچه ی جناغی ترقوی پستانی ← در ناحیه ی گردن قرار دارد و از یک طرف به پشت جمجمه و از طرف دیگر به قسمت فوقانی جناغ متصل شده است.

نکته مهم : عمل دم با صرف انرژی زیستی یعنی مصرف ATP انجام می شود و به عبارتی عملی فعال می باشد زیرا عضلات منقبض می شوند که عملی انرژی خواه است.

نکته مهم : در تنفس آرام و طبیعی (یعنی دم و بازدم طبیعی) دیافراگم مهمترین نقش را بین عضلات دمی و بازدمی دارد.

نکته مهم : *در صورتی که اعصاب حرکتی (نه حسی) مرتبط با این ماهیچه ها دچار اختلال شوند (مثل آسیب یا قطع شدن اعصاب حرکتی و...) عمل دم دچار اختلال خواهد شد چون عضلات فلج می شن. چجوری؟ عصب قطع شده دیگه پیام انقباض به عضلات نمی رسه. برای مثال :*

در بیماری بوتولیسم ← عامل آن باکتری بنام کلستریدیوم بوتولونویوم(بچه ها کلستریدیوم یه سرده س و بوتولونیوم یه گونه!) سمی به نام توکسین بوتولیسم می سازد ← اثر روی اعصاب مربوط به ماهیچه های تنفسی ← فلج شدن عضلات ← عدم تنفس و خفگی ← پیش خدا !!

نکته مهم : *اگر ریه ها آسیب ببینند مصلا بافت شش ها تخریب بشه عمل دم به خوبی انجام نمیشه چون ریه ها حالت الاستیکی خودشون رو از دست می دن و خوب باز نمی شوند! هر چند عضلات تنفسی سالم هستند! مثلا در بیماریهای زیر بافت ریه از بین میره و فرد در عمل دم دچار اشکال هستش:*

سل ریوی ← نوعی بیماری ریوی می باشد که عامل آن باکتری بنام **مایکوباکتریوم توبرکلوزیس** است. مایکوباکتریوم توبرکلوسیز یه نوع باکتری **هتروتروفه** که غذای خودش رو **از طریق ترشح آنزیم های گوارشی** و در نتیجه **تجزیه ی بافت ریه ی بدبخت!** بدست میاره. راستی بچه ها محیط زیست این باکتری **گلو و یا شش ها** هستش. راه انتقالش به چه صورته؟ به قول کتاب درسی **در بیشتر موارد(نه همواره!)** عفونت های حاصل از فعالیت باکتری مولد سل **از طریق تنفس قطره های ریز آلوده به باکتری** منتقل می شود.

ذات الریه ← نوعی بیماری ریوی می باشد که عامل آن باکتری به نام **استرپتوکوکوس نومونیا** می باشد. دقت داشته باشید که **سویه ی (نوع) کپسول دار** این باکتری می تواند بیماری را ایجاد کند و نوع بدون کپسولش اصن در حد و اندازه ی این حرفا نی!

وضعیت استخوان های دنده ، جناغ ، پرده ی دیافراگم به هنگام دم:

وقتی که عمل دم انجام می شود وضعیت قفسه ی سینه کمی تغییر می کند. به این شکل که **هنگام دم عضله ی دیافراگم** منقبض می شود و **با انقباض خود جمع** می شود! یعنی **عضله کوتاه** می شود! برای همین **از حالت گنبدی شکل خارج** میشه و به حالت **تخت** در می آد(لطفا به شکلا نیگا کنید!). با انقباض این عضله **قاعده(کف) ریه ها که به دیافراگم چسبیدن**، به سمت **پایین** کشیده می شن و در نتیجه اینگونه می شود که ریه ها باز می شوند! و بدین سان! هوا وارد شش ها میشه.

نکته مهم : *با انقباض عضله ی دیافراگم (از حالت گنبدی شکل خارج شدن و به حالت تخت در آمدن) حجم حفره ی شکمی کم می شود و در عوض حجم قفسه ی سینه زیاد می شود.*

نکته: به هنگام دم استخوان های دنده و جناغ به سمت بالا و بیرون (جلو) می آیند تا حجم قفسه ی سینه افزایش یابد.

با انجام عمل دم **هوا از راه دهان و مجاری های تنفسی** می آید به **نایژک های انتهایی!** و از این طریق هم **به کیسه های هوایی** وارد می شود. این هوا در خود دارای **مقدار زیادی اکسیژن است** که ۲۱٪ **آن را شامل** می شود. وقتی **هوای پراکسیژن(دارای ۲۱٪ اکسیژن یا به عبارتی ۱۰۴ میلی متر جیوه)** وارد کیسه های هوایی شد بایستی عمل تهویه انجام شود.

یادآوری: تهویه یعنی گرفتن اکسیژن از هوای داخل کیسه های هوایی توسط خون و پس دادن دی اکسید کربن خود به آن!

برای عمل تهویه **در جدار خارجی کیسه های هوایی مویرگهای فراوانی** دیده می شوند که در داخلشان خون جریان دارد.

این مویرگها مثل **بیشتر مویرگهای بدن دارای یک بخش سرخرگی و یک بخش سیاهرگی** می باشند که در این جا به این صورت است :

سرخرگ ششی (خون کم اکسیژن) ← مویرگهای جدار اتاقک های هوایی ← سیاهرگ ششی (خون پر اکسیژن)

یعنی خونی که وارد این مویرگها می شود **از سرخرگهای ششی می آیند** که آن هم خود **از بطن راست قلب** می آید و در نتیجه **خونش کم اکسیژن یا به اصطلاح تیره** می باشد و **مقدار زیادی دی اکسید کربن** دارد. از آنجایی که اکسیژن در این خون ورودی به مویرگها کم است و در عوض **فشار اکسیژن در هوای داخل کیسه های هوایی زیاد است!** بنابراین طبق انتشار ساده اکسیژن **از هوای داخل اتاقک های هوایی وارد خون داخل مویرگهای جدار اتاقک ها** می شود . یعنی این اکسیژن ها از جدار اتاقک های هوایی و مویرگها می گذرد تا وارد خون شود. **وضعیت دی اکسید کربن برعکس می باشد** و فشار آن **در داخل خون ورودی به مویرگهای جدار اتاقک ها زیاد** و در داخل **هوای موجود در اتاقک ها کم است** در نتیجه **طبق انتشار ساده** دی اکسید کربن از خون خارج شده و و وارد هوای داخل اتاقک می شود. برای این کار باید مثل اکسیژن از جدار مویرگها و اتاقک ها رد بشود.

با این کار خون داخل مویرگها حالا دیگر اکسیژن گرفته و دی اکسید کربن اش را دفع کرده است و به عبارتی این خون **پراکسیژن یا به اصطلاح روشن** شده است. این خون روشن **وارد سیاهرگهای ششی** شده و از آنجا **به طرف دهلیز چپ قلب** هدایت می شود تا از آنجا هم **به بطن چپ** رفته و **در سرتاسر بدن توسط قلب** پمپ شود.

سوال : خون ورودی به شش ها با جدار کدام دریچه ی بین دهلیزی- بطنی آخرین برخورد را داشته ؟

جواب : به جدار پایینی (به سمت بطن) دریچه ی میترال(بین دهلیز و بطن چپ)

سوال : خون خرجی از شش ها با جدار کدام دریچه ی بین دهلیزی بطنی اولین برخود را دارد؟

جواب : جدار بالایی دریچه ی ۳ لختی

بچه ها خلاصه ی اون چیزی که گفتم این شکلی میشه:

خون سرخرگ ششی ← از بطن راست قلب می آید // کیفیت خونش : $O_2 \downarrow$ و $CO_2 \uparrow$ = خون تیره

خون سیاهرگ ششی ← به دهلیز چپ می ریزد // کیفیت خونش : $O_2 \uparrow$ و $CO_2 \downarrow$ = خون روشن

نکته مهم : *خونی که داخل سرخرگهای ششی می باشد (یعنی خون ورودی به شش ها) حدود ۷۸٪ از هموگلوبین هایش اکسیژن دارد و در عمل تهویه حدود ۱۹٪ دیگر اکسیژن دار می شوند یعنی خون خارج شده از شش ها (توسط سیاهرگ ششی) ۹۷٪ هموگلوبین هایش اکسیژن دار شده اند.*

توجه توجه

از آن مقدار اکسیژنی که در عمل تهویه وارد خون می شود همه اش با هموگلوبن ها باند(یعنی اتصال بی کلاس! خو یه کم انگلیسیت رو قوی کن عشقم) نمی شوند !! بلکه ۳٪ از اکسیژن ها به صورت محلول در پلاسما و ۹۷٪ بقیه با ۱۹ درصد از هموگلوبین هایی که اکسیژن نداشتند باند می شوند.

نکته مهم : *در انسان عمل تهویه فقط طی دم انجام می شود ولی در پرندگان هم طی دم (بخش کمی از هوا) و هم طی بازدم (بخش زیادی از هوا)*

نکته مهم : *گازهای تنفسی یعنی اکسیژن و دی اکسیدکربن برای اینکه مبادله شوند بایستی از ۲ لایه ی*

سلولی عبور کنند :

لایه ی مویرگ ← بافت پوششی سنگفرشی تک لایه

لایه ی آلوئول ← بافت پوششی سنگفرشی تک لایه

توجه توجه

بین این دو لایه ی سلولی یک لایه ی پروتئینی و کربوهیدراتی قرار گرفته است که همان غشاء پایه می باشد. غشاء پایه از جنس پروتئین های رشته ای(نه کروی!) و پلی ساکاریدهای چسبناک می باشد.

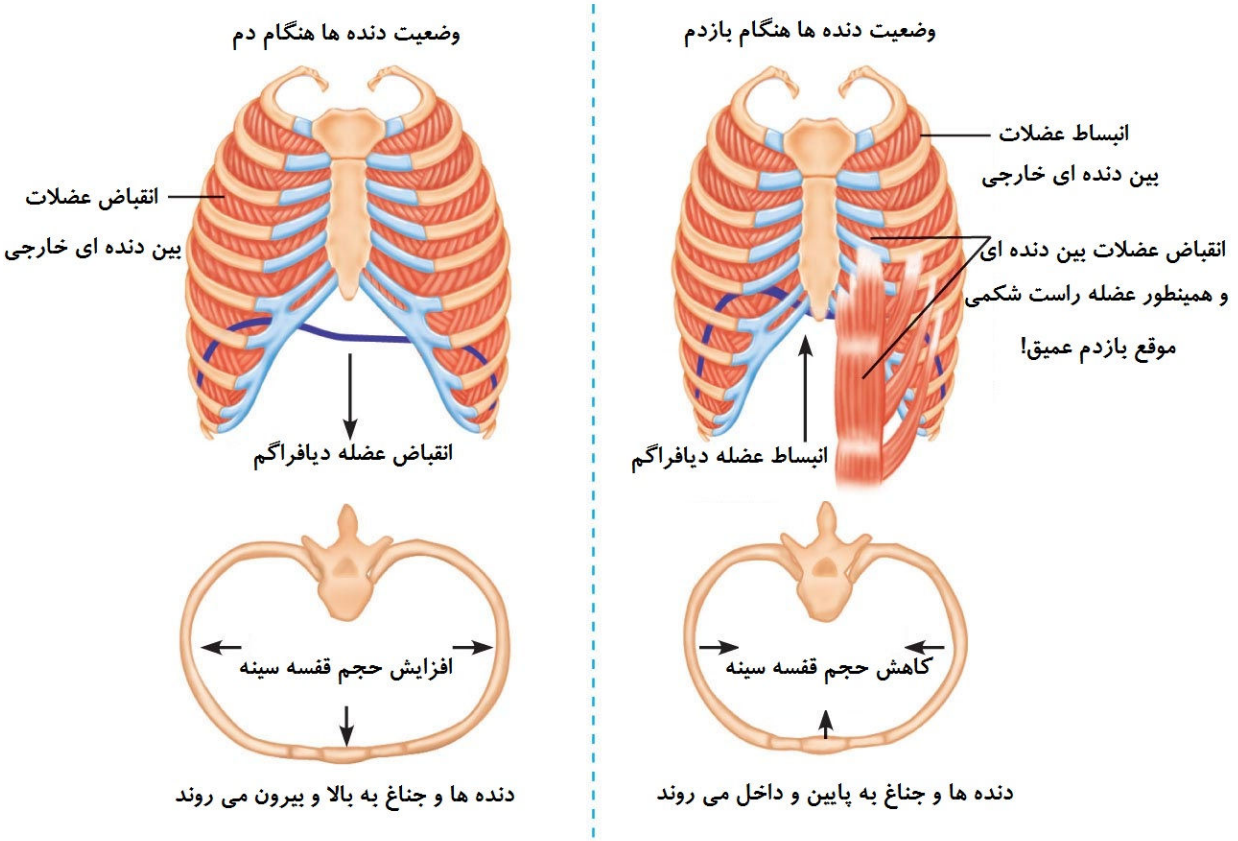
نکته مهم : در دم استخوان جناغ و دنده ها به سمت بالا و جلو رفته و به حالت سینه گفتری ! ایجاد میشه! دیافراگم منقبض و به صورت تخت در می آید. از بین دنده ای ها هم عضلات بین دنده ای خارجی منقبض میشن.

عمل بازدم :

در عمل بازدم در حالت عادی! (نه همواره!) هیچکدام از عضلات **منقبض نمی شوند!** بلکه همان عضلاتی که منقبض شده بودند **به حالت انبساط** در می آیند و **شل** می شوند در نتیجه نیرویی نیست که بخواهد شش ها را بکشد و باز نگه دارد و شش ها به دلیل **داشتن خاصیت ارتجاعی خودشون** (مثل بادکنک) یه کوچولو جمع میشن و هوای داخلشون خالی میشه.از اونجایی که لایه ی داخلی جنب به جدار خارجی شش ها وصله اونم با خودش به سمت داخل میشکه (پرده ی جنب به داخل کشیده می شود توسط شش ها !!) از طرفی خود دنده ها جمع میشن و به قول کتاب درسی **به طرف پایین و عقب (منظور داخل)** جمع میشن و این باعث فشار به شش ها می شود(مثل فشار دادن بادکنک) در نتیجه فشار هوا در اثر کم شدن فضای داخل ریه ها افزایش می یابد (تو شیمی می خونید که هر چقدر فضای یک گاز کمتر باشه اون گاز رو متراکم تر می کنیم !! یعنی فشارش بیشتر میشه به عبارتی مولکول های هوا به هم دیگه نزدیک تر می شن) و این افزایش فشار باعث خروج هوا از داخل ریه ها به خارج از بدن می شود. و این یعنی بازدم !!. از اونجایی که فشار هوای داخل ریه ها افزایش می یابد هوا از جای پرتراکم به جای کم تراکم می رود یعنی از داخل شش ها که فشار هوا خیلی زیاد است به بیرون از آن یعنی محیط که فشار هوا در آنجا نسبت به داخل شش ها کمتر است، می رود. **پس علت خروج هوا : زیاد بودن فشار هوا در داخل شش ها نسبت به فشار هوای بیرون!**

جدول مقایسه ای خیلی مهم برای دم و بازدم معمولی:

مورد مقایسه	عمل دم	عمل بازدم
عضله دیافراگم	در حال انقباض – تخت و مسطح	در حال استراحت – گنبدی شکل
عضلات بین دنده ای	خارجی در حال انقباض داخلی در حال انبساط	خارجی در حال انبساط داخلی در حال انقباض
وضعیت و حجم قفسه سینه	حجم زیاد، دنده ها به سمت بالا و بیرون	حجم کم، دنده ها به سمت پایین و داخل
استخوان جناغ	به سمت بیرون و بالا	به سمت داخل و پایین
فشار هوای داخل ریه ها	افزایش	کاهش
نوع فرآیند	انرژی خواه(فعال)	(بدون انرژی) غیرفعال
فشار O_2 و CO_2 هوا	O_2 زیاد و CO_2 کم	O_2 کم و CO_2 زیاد



نکته مهم : بازدم معمولی (این معمولیه خیلی مهمه ها! نقی معمولی رو که یادته؟) برخلاف عمل دم ، عملی غیرفعال می باشد یعنی بدون صرف انرژی و ATP انجام می شود چون در این حالت عضلات منقبض نمی شوند.

توجه توجه

اگر بازدم بخواهد عمیق باشد یعنی ادامه پیدا کند در این صورت بازدم ما به عملی فعال تبدیل خواهد شدکه انقباض عضلات بین دنده ای داخلی(نه خارجی!) ، راست شکمی و ... منجر به آن می شوند.

نکته مهم : در عمل بازدم جناغ و دنده ها به داخل فرو رفته و پایین می روند و عضله ی دیافراگم به حالت گنبدی شکل در می آید در نتیجه در کل قفسه ی سینه جمع شده و حجمش کم می شود و به دنبال آن بازدم رخ می دهد.

نکته مهم : هوایی که در دم وارد می شود ← سرد ، $O_2 \uparrow$ و $CO_2 \downarrow$ = هوای تهویه نشده

هوایی که در هنگام بازدم خارج می شود ← $O_2 \downarrow$ و $CO_2 \uparrow$ = هوای تهویه شده

نکته مهم : با توجه به فصل دستگاه عصبی سال سوم دبیرستان می خونیم که هیپوتالاموس همراه با بصل النخاع تنفس را کنترل می کند (بخش غیرارادی) بنابراین اختلال در این دو قسمت باعث اختلال در تنفس می شود. (عمل دم مختل می شود)

نکته مهم : هر شخص در حالت عادی حدود ۱۲ تا نفس می کشد یعنی ۱۲ تا دم و ۱۲ تا بازدم !!

نکته مهم : سیستم سمپاتیک و غده های فوق کلیه (ترشح اپی نفرین و نوراپی نفرین) باعث افزایش تعداد تنفس می شوند. همچنین در فصل هورمون ها می خوانیم که در افرادی که دچار هیپرتیروئیدیسم (پرکاری تیروئید) شده اند تعداد تنفس افزایش می یابد البته بچه ها با تحلیل باید اینو بفهمیدا! تو فاگوزیت سوم قشنگ توضیح دادم.

سیاهرگ به رگهایی گفته می شود که **خون را به قلب وارد** می کنند و **سرخرگ** هم به رگهایی گفته میشه که **خون رو از قلب خارج** می کنن. **اغلب(نه همه!) سیاهرگ های** بدن خونشون **تیره س یعنی کم اکسیژن و پر از دی اکسید کربن!** منتهی سیاهرگ هایی در بدن ما وجود داره که **خونشون پر از اکسیژن** هستش. این سیاهرگ ها **خون موجود در مویرگهای ششی را از شش ها که تازه پر از کسیژن شده اند به قلب می آورند** تا قلب این خون پراکسیژن و روشن را به قسمت های مختلف بدن پمپ کند.

نتیجه گیری مهم : **اغلب(نه همه!) سیاهرگ های بدن دارای خون تیره(کم اکسیژن و پر از دی اکسید کربن) می باشند به جز سیاهرگ های ششی! که خونشان از نوع روشن است.**

در مورد سرخرگ ها هم همینطور هستش یعنی **اغلب سرخرگ های بدن خونشون از نوع روشن** و به عبارتی پراکسیژن هستش. منتهی تو بدن ما سرخرگهایی وجود دارن که **خونشون کم اکسیژن و تیره س!** این سرخرگ ها **خون موجود در بطن راست قلب رو خارج می کنن و می برن به شش ها(ریه ها)** تا اونجا پراکسیژن و روشن بشه.

نتیجه گیری مهم : **اغلب(نه همه!) سرخرگهای بدن دارای خون روشن(پر اکسیژن و کم دی اکسید کربن) می باشند به جز سرخرگ های ششی که خونشون از نوع روشن هستش.**

سرخرگهایی که خون داخل شان تیره می‌باشد و در کتاب درسی اشاره شده است شامل:

✓**سرخرگهای ششی انسان و پستانداران دیگر** (رگی که خون را از قلب به شش‌ها می برد تا در آنجا روشن و اکسیژن دار شود)

✓**سرخرگ شکمی در ماهی‌ها که از بطن قلب خون را به آبشش‌ها می‌برد** (رجوع به شکل فصل گردش مواد سال دوم)

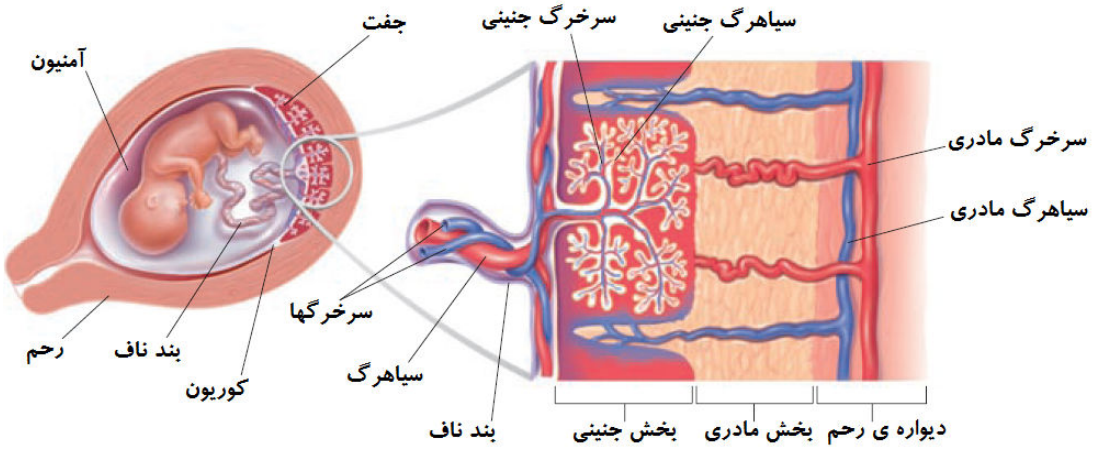
✓**سرخرگی که خون تیره را به زیر پوست کرم خاکی هدایت می کند.**

✓**سرخرگ‌های بند ناف که خون تیره از جنین را به جفت هدایت می‌کنند.**

توجه توجه

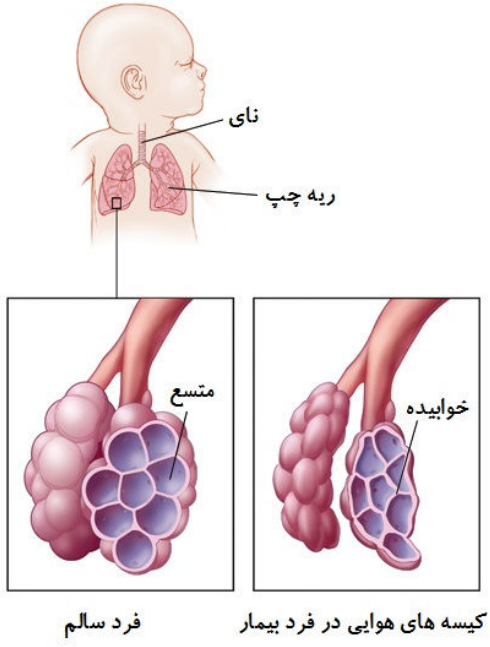
دقت شود که سرخرگ پشتی در ماهی خونش روشن است (برخلاف شکمی). این نکته رو باید از شکل استنباط کرد.

دقت داشته باشید سرخرگی کـه خـون را از شـبکه ی مـویرگی زیـر پوسـت کـرم خـاکی خـارج مـی کنـد از نـوع روشـن است(برخلاف سرخرگ قبل از شبکه ی مویرگی)



نوزادان زودرس *(جنین هایی که حوصله ی تاریکی رو ندارن و دوس دارن هر چه سریع تر بیان بیرون و کلی لگد و مشت میزنن به شیکم مادر بیچاره شون اما نمی دونن اگه بیان بیرون روزی هزار بار آرزو می کنن که ای کاش می موندن همون تو و ادرار خودشون می خوردن !!می دونید که جنین از مایع داخل کیسه ی آب (همون آمنیوتیک) می خوره و بعد داخلش ادرار می کنه و باز از همون می خوره !!)* وقتی به دنیا می یان بعضی هاشون خیلی سوسولن !! و تو تنفس دچار موشکل و دوشواری هستش!!(خارج کتابه : بهش می گن سندرم زجر تنفسی) و با زور نفس می کشن.

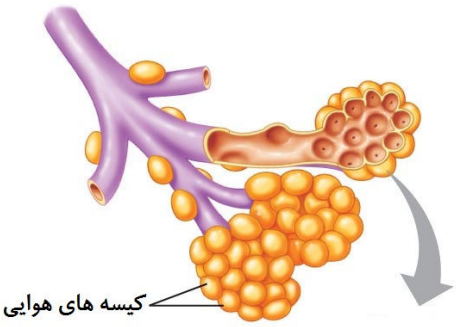
علت سندرم زجر تنفسی :



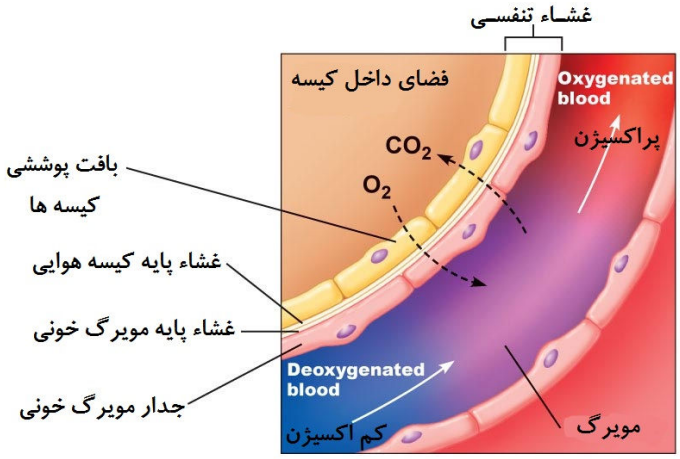
در اواخر (نه اوایل !!) دوره ی جنینی **برخی از(نه همه!)** سلول هـای کیسه های هوایی ماده ای **به اسـم سـورفاکتانت** از خودشـون **طـی فرآیند اگزوسیتوز** به **داخل اتاقک ها (همون کیسـه هـای هـوایی)** ترشح می کنند که باعث **کاهش کشش سطحی مولکول هـای آبـی که در جدار داخلی(نه خارجی!)** این اتاقک ها وجود دارد شده و در نتیجه **کیسه های هوایی به هم نمی چسبند** و **همیشه باز** می باشـند اما اگر این ماده **ترشح نشود و یا سـاخته نشـود** مولکـول هـای آب باعث **چسبیده و چروکیده شدن این کیسه های هوایی** می شود در نتیجه این کیسه های هوایی **روی هم می خوابند**. بچه ها دقت داشته باشین که **سورفاکتانت برخلاف مایع موکوزی فاقد لیزوزیم هستش و در نتیجـه در دفـاع غیراختصاصـی نقشـی نـدارد. راسـتی مـایع موکوزی باعث چسبندگی میشـه امـا ایـن بـرخلاف ایـن موضـوع فعالیت می کنه!**

نتیجه گیری مهم : بچه هایی که زودرس به دنیا می یان برخی شون (نه همه) به دلیل چسبیده و چروکیـده شـدن کیسه های هوایی نمی توانند عمل تهویه را به خوبی انجام دهند.

چگونگی حمل اکسیژن به بافت ها



همانطور که گفته شد از کل اکسیژنی که از اتاقک های هوایی وارد خون می شوند **حدود ۳٪ از آن به صورت محلول در پلاسما (با آب داخل پلاسما) و حدود ۹۷٪ از آ ن با ۱۹٪ از هموگلوبین های خون ترکیب** می شود . دقت داشته باشید که **حدود ۷۸٪ هموگلوبین ها با اکسیژن باند هستند در نتیجه در خون کلا ۹۷٪ هموگلوبین های با اکسیژن باند** می باشند.



وقتی که **خون روشن و پراکسیژن توسط سیاهرگهای ششی**(رگهایی که از شش ها خون روشن را به دهلیز چپ قلب هدایت می کنند) **به دهلیز چپ قلب** رفت و **وارد بطن چپ** آن شد این **خون روشن و پراکسیژن توسط بطن چپ پمپ** می شود به **سرتاسر بدن !!** وقتی که این خون به بافت های مختلف بدن می رود **در شبکه ی های مویرگی تبادلات گازی بین خون و سلول های بافت** ها انجام می شود که **طبق انتشار ساده** صورت می گیرد. در داخل خون **مویرگهای بافت ها اکسیژن زیادی** وجود دارد در نتیجه **فشار اکسیژنش بالاست و در عوض در مایع میانبافتی و سلول های بافت فشار اکسیژن کم** است در نتیجه طبق قوانین فیزیکی **اکسیژن از جای پرفشار به جای کم فشار** می رود. در مورد **دی اکسیدکربن قضیه برعکس** می باشد یعنی **در سلول ها و مایع میانبافتی فشارش زیاد و در عوض در داخل خون مویرگهای بافت فشارش کم** است در نتیجه **از سلول ها به مایع میانبافتی و از آن جا به داخل خون طی انتشار ساده** منتشر می شود. با این تفسیر **خون داخل مویرگها در مجاورت بافت ها اکسیژن خود را از دست داده و دی اکسیدهای کربن بافت را می گیرد** و در نهایت خون روشن گاماس گاماس! به خون تیره تبدیل می شود.

نتیجه گیری مهم :

خون ورودی به مویرگهای های بافت ها ← دارای دی اکسید کربن کم و اکسیژن زیاد(۹۷٪ هموگلوبین ها از کسیژن اشباع اند)

خون خروجی از مویرگ های بافت ها ← دی اکسیدکربن زیاد و اکسیژن کم(۷۸٪ هموگلوبین ها از اکسیژن اشباع اند)

نکته مهم : *مقایسه ی اختلاف فشار اکسیژن و دی اکسیدکربن :*

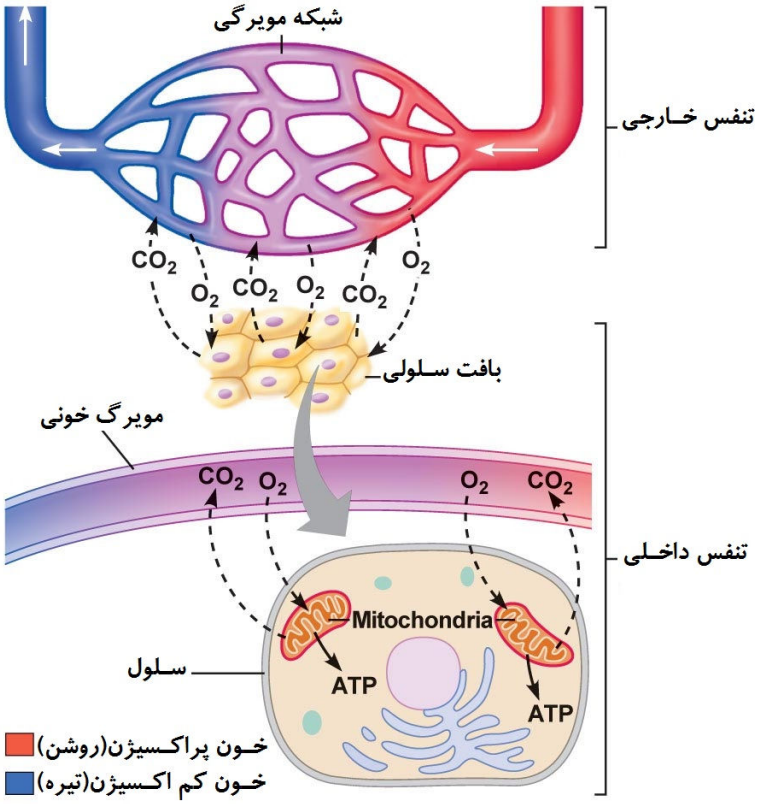
فشار دی اکسید کربن در ← سلول های بافت ها > مایع میانبافتی > خون داخل مویرگ بافت ها

فشار اکسیژن در ← سلول های بافت ها < مایع میانبافتی < خون داخل مویرگ بافت ها

فشار دی اکسیدکربن در ← فضای اتاقک ها < خون مویرگهای جدار اتاقک ها

فشار اکسیژن در ← فضای اتاقک ها > خون مویرگهای جدار اتاقک ها

نکته مهم : هر چقدر اختلاف فشار بیشتر باشد سرعت انتشار و تبادلات گازی افزایش می یابد. به عبارتی شیب انتشار تندتر میشه! برو فصل دوم رو یه نگاه بنداز.



توجه توجه

گاز دی اکسیدکربن اختلاف فشارش در دو طرف مایع بین سلولی و خون **بسیار کم** است و به قول کتاب درسی **بسیار ناچیز !!** اما **به دلیل ساختاری** که دارد **بسیار بسیار سریع تر از اکسیژن** مبادله می شود (هر چند اکسیژن اختلاف فشارش **خیلی زیاده**) پس می تونیم بگیم که **دی اکسیدکربن ها نسبت به اکسیژن ها سریع تر منتشر می شن.**

نکته مهم : بچه ها اگه بخوایم میزان فشار گازهای اکسیژن و دی اکسید کربن رو در محل بافت ها مقایسه کنیم اینجوری میشه:

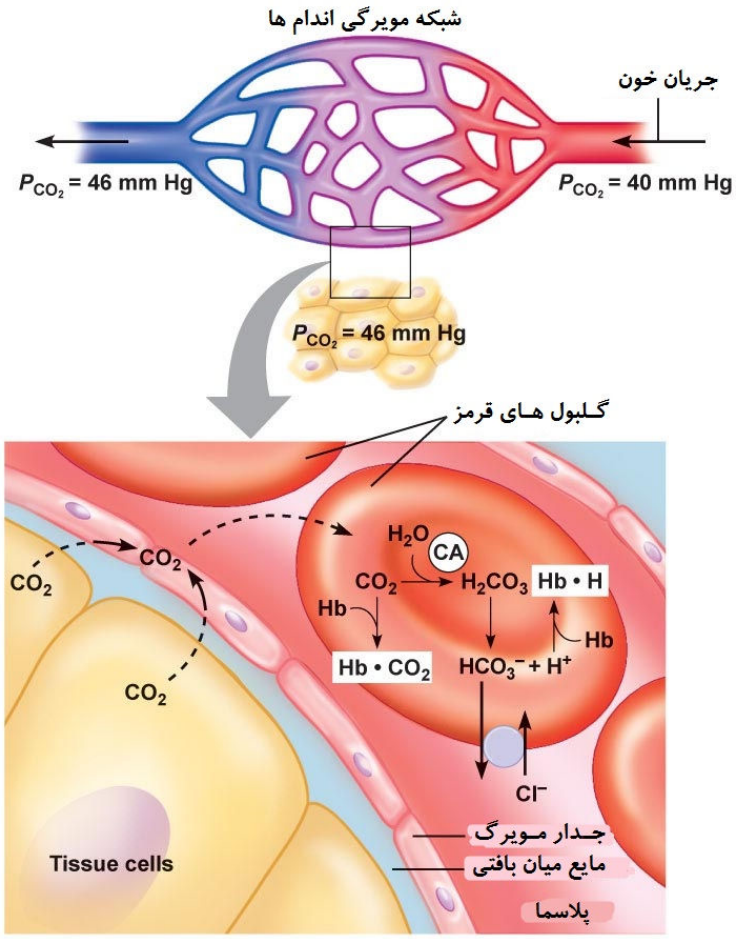
خون > مایع میان بافتی > سیتوپلاسم سلول ها فشار اکسیژن

خون < مایع میان بافتی < سیتوپلاسم سلول ها فشار دی اکسید کربن

نکته مهم : دقت داشته باشید خونی که به بافت ها می رود همه ی هموگلوبین هایش اکسیژنشان را از دست نمی دهند بلکه از ۹۷٪ هموگلوبین ها ، ۱۹٪ شان اکسیژن های خود را آزاد می کنند.

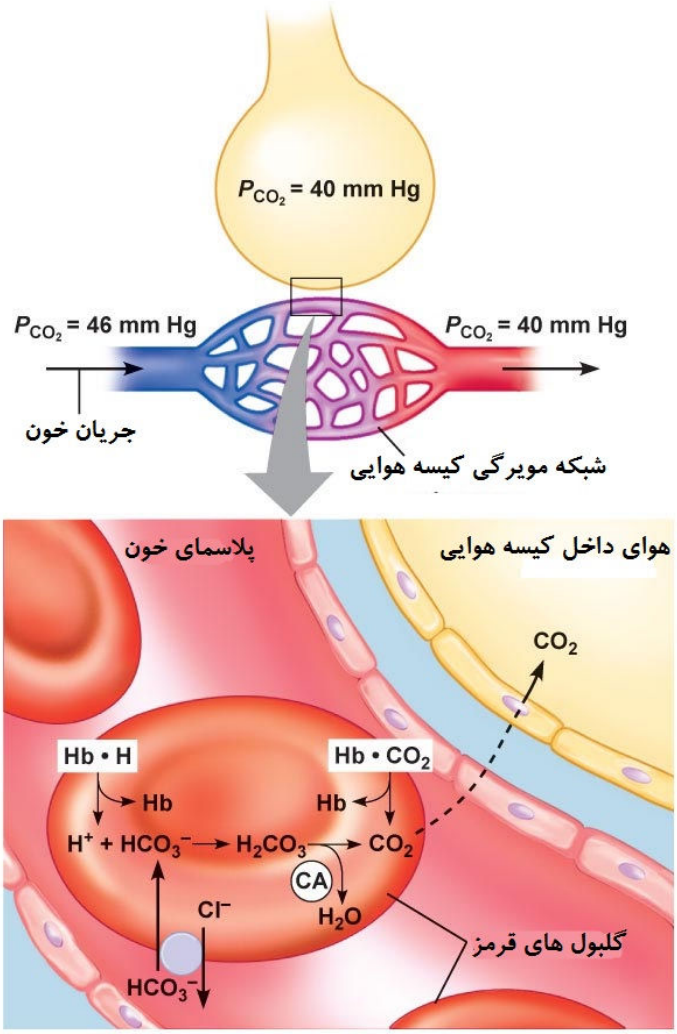
در ریه ها هم خونی که داخل سرخرگهای ششی می باشد ۷۸٪ هموگلوبین هایش اکسیژن دارد و در مجاورت با کیسه های هوایی ۱۹٪ دیگر از هموگلوبین ها اکسیژن دار شده و در نتیجه کم می شود ۹۷٪ !!

نتیجه گیری مهم : در ریه ها ۱۹٪ از هموگلوبین ها اکسیژن دار می شوند و در بافت ها ۱۹٪ از هموگلوبین ها اکسیژنشان را از دست می دهند.



در بافت ها وقتی تبادلات انجام شد و **خون پر از CO_2 شد (تیره)** این خون از طریق **سیاهرگ های کوچک جمع آوری شده** و در نهایت **به بزرگ سیاهرگها(زیرین و زبرین)** می ریزند و به قلب می رود . **حدود ۷٪ از دی اکسیدکربن در آب پلاسما** حل می شود ۹۳٪ **دیگر هم وارد گلبول های قرمز** می شوند که **از این ۹۳٪ حدود ۲۳٪ با هموگلوبین باند** می شوند و **مابقی یعنی حدود ۷۰٪ توسط آنزیمی به نام آنزیم انیدراز کربنیک** که در **غشاء پلاسمایی اریتروسیت ها** قرار دارد با **مولکول های آب داخل اریتروسیت ها** ترکیب شده و از آن **دو تا یون ، یکی یون پروتون (یون هیدروژن) و یک یون بی کربنات** تولید می شود . این بی کربنات های تولید شده **در پلاسما حل** می شوند و زمانی که **خون تیره توسط سرخرگ ششی وارد ریه ها** می شود در آنجا این بی کربنات ها **دوباره وارد گلبول ای قرمز** شده و **در داخلشان یون پروتون با بی کربنات ها ترکیب** می شوند و از آنها **آب و دی اکسید کربن تولید** می شود که **دی اکسید کربن از اریتروسیت ها** خارج شده و **وارد پلاسمای خون** می شود سپس **از آنجا از خون خارج** می شود و **به کیسه های هوایی انتشار** می یابد (چون فشارش تو پلاسما بیشتر از فشارش تو هوای داخل کیسه های هوایی هستش). راستی بچه ها حواستون باشه که **هیچ گاه!(چه جدی!) دی اکسیدکربن به صورت متصل به آنزیم انیدرازکربنیک منتقل نمی شود.**

در شکل صفحه ی بعد نحوه ی دفع دی اکسید کربن توسط خون به کیسه های هوایی را مشاهده می کنید.



نکته مهم : اریتروسیت ها به واسطه ی تولید بی کربنات و پروتون (یون هیدروژن) در تنظیم PH محیط داخلی بدن دخیل هستند (کلیه ها هم PH محیط داخلی رو تنظیم می کنند که مهمترین اندام می باشد)

نکته مهم : خون سیاهرگی (به جز سیاهرگهای ششی) چون دارای دی اکسید کربن بالایی می باشد در نتیجه آنزیم های انیدراز کربنیک موجود در گلبول های قرمز باعث تولید اسید کربنیک زیادی می شوند . این اسید کربنیک ها خاصیت اسیدی دارند.

نکته مهم : خون سرخرگی (به جز خون داخل سرخرگهای ششی) چون مقدار دی اکسید کربن کمی دارد پس آنزیم های انیدراز کربنیک مقدار اسیدکربنیکی که تولید می کنند کم است.

نتیجه گیری مهم : هر چقدر اسیدکربنیک خون بیشتر باشه اسیدیته ی خون هم بیشتر میشه یعنی PH خون میاد پایین پس با توجه به این توضیحات می تونیم به این رابطه برسیم که:

PH خون سیاهرگی (اسیدکربنیک ↑) < PH خون سرخرگی (اسیدکربنیک ↓)

راستی بچه ها حواستون به رگهای شش ها باشه ها! که رابطه ی بالایی در اون ها حالت عکس میشه.

نکته مهم : در هرکسی که عمل تهویه خوب رخ ندهد یعنی انتقال گازهای تنفسی به خصوص دی اکسیدکربن خوب صورت نگیرد ، دی اکسیدهای کربن به صورت اسیدکربنیک در می آیند (در اثر عمل آنزیم انیدرازکربنیک) و در نتیجه خون این افراد اسیدیته ی بالایی دارد یعنی PH ↓ می باشد.

توجه توجه

در نوزادان زودرس چون عمل تهویه خوب انجام نمی شود (چون کیسه های هوایی شون چروک شده و سطح تنفسی کم شده است)بنابراین **دی اکسیدکربن را خوب نمی توانند دفع کنند پس PH خونشان اسیدی می باشد (PH ↓)**

نکته مهم : اگه یه ماده بدیم طرف که آنزیم های انیدرازش مصرف بشن اون موقع دی اکسید کربن غلظتش توی خون فوّاره! میزنه. میزان بی کربنات هم کم میشه. در این صورت گلبه ها میزان ترشح بی کربنات رو کم می کنن و جذبش رو افزایش می دن.

نکته مهم : در صورتی که در داخل هوای استنشاقی مونواکسید کربن وجود داشته باشد این ترکیب به خاطر ساختار خود میل ترکیبی اش به هموگلوبین نسبت به اکسیژن بیشتر می باشد.

نتیجه گیری مهم : مقایسه از نظر میل ترکیبی با هموگلوبین :

دی اکسیدکربن < اکسیژن < مونواکسید کربن

نکته مهم : آنزیم انیدراز کربنیک جزء آنزیم های برون سلولی می باشد که توسط ریبوزهای شبکه ی آندوپلاسمی زبر اریتروسیت های نابالغ (در مغز قرمز استخوان! نه در خون!) ساخته شده است. این آنزیم در غشاء گلبول های قرمز !!قرار دارد و جزء پروتئینهای سرتاسری است

توجه توجه

ژن مربوط به این آنزیم پروتئینی را تمامی سلول های هسته دار بدن دارندولی فقط در اریتروسیتها و چند سلول دیگر بیان می شود نه همه !!

پیش ساز آن **آمینواسیدها** و پیش ماده ی آن **مولکولهای آب و دی اکسید کربن** است. محصول این آنزیم هم **اسیدکربنیک و بیکربنات و پروتون** است.

این آنزیم فقط یک بار تولید می شود آن هم **وقتی که اریتروسیت ها جوان اند(نا بالغ) و در داخل مغز قرمز استخوان ها** هستند و زمانی که **وارد خون** می شوند **هسته ی خود را از دست داده اند** و دیگر چیزی به اسم رونویسی در آن نمی توانیم ببینیم یعنی **این آنزیم هیچ وقت داخل خون ساخته نمیشه!.**

نکته مهم : اریتروسیت در انسان و بسیاری از جانوران دیگر فاقد هسته می باشد نه همه جانوران !! (خارج کتابی: مثلا شتر!! اریتروسیت هاش هسته دارن)

نکته مهم : راستی بچه ها هر چقدر متابولیسم بیشتر باشه میزان تولید دی اکسید کربن و مصرف اکسیژن بالا میره. نکته دیگه این که دی اکسید کربن با توجه به فصل ۸ پیش دانشگاهی توی ۳ جا در میتوکندری تولید میشه:

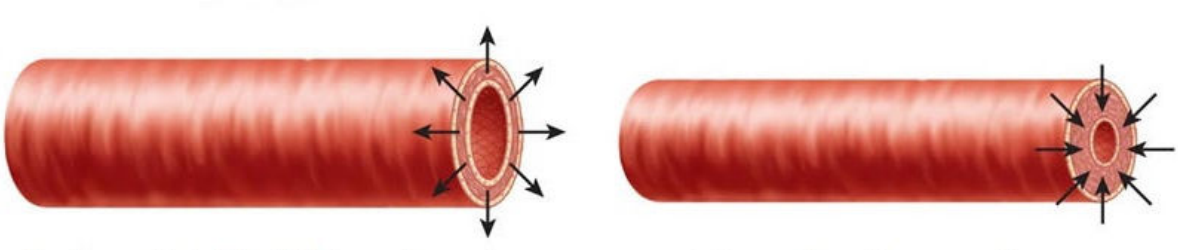
الف) وقتی که پیروات می خواد به استیل کوآنزیم A تبدیل بشه

ب) توی گام ۲ چرخه ی کربس وقتی که ترکیب ۶ کربنه به ترکیب ۵ کربنه تبدیل میشه.

ج) توی گام ۳ چرخه کربس وقتی که ترکیب ۵ کربنه به ترکیب ۴ کربنه تبدیل میشه.

توضیح و بررسی موشکافانه:

تو فصل گردش مواد می خونیم که یکسری شرایط و عوامل می تونن باعث بشن تا **رگها عضلاتشون منبسط شده و در نتیجه گشاد** بشن! تا **جریان خون به اون ناحیه افزایش پیدا کنه**. مثلا وقتی در یک بافتی از بدن میزان **متابولیسم سلول ها بالاست**، **مصرف اکسیژن زیاد** میشه و در نتیجه **در اون قسمت مقدار اکسیژن کم** خواهد شد به عبارتی با **کمبود اکسیژن روبرو** میشه. از طرفی **در اثر متابولیسم مقدار کمی گرما** تولید میشه و همینطور **میزان دی اکسید کربن تولید شده** در اون قسمت از بافت **افزایش** پیدا می کنه. همه ی این عوامل باعث می شن تا **عضلات صاف جدار رگهای اون ناحیه شل بشن** تا جریان خون اونجا **زیاد بشه** و تبادلات گازی **با سرعت بیشتری** انجام بشه(آوردن اکسیژن بیشتر توسط خون و جمع آوری دی اکسید کربن بافت با سرعت بیشتر). پس تا اینجا فهمیدیم که اگه اکسیژن یک بافتی کم بشه جریان خون به اون قسمت از بدن افزایش پیدا می کنه یعنی رگ های اون قسمت گشاد میشن. اما بچه ها ما یک استثناء داریم! و اون کسی نیست جز! **رگهای اطراف کیسه های هوایی(نه کل ریه!)!** وقتی **یک قسمتی از ریه آسیب** می بینه مثلا **تو بیماری ذات الریه** و یک لوب از لوبهای شش از کار می افته دیگه **عملا اکسیژنی وارد اون قسمت از لوب نمیشه** یا خیلی کم وارد میشه! اینجا دیگه رگها گشاد نمی شن! **هر چند کمبود اکسیژن اتفاق افتاده!** چرا؟ چون این خون اومده که اکسیژن بگیره نه اینکه بده! برای همین **رگهای اون قسمت تنگ** میشن(انقباض عضلات جدا رگها نه مویرگ ها! چون مویرگها جدارشون اصن عضله ندارن) تا جریان خون الکی خودشو الاف این قسمت نکنه و بره به یه جای دیگه که مقدار اکسیژن زیاد هستش. بچه ها اینجوری براتون بگم تا تو ذهنتون بمونه که رگهای ریه مثل بعضی رفیقا! سودی کار می کنن! ینی میرن همونجا که براشون سود داره!



وضعیت سرخرگ ششی در کاهش اکسیژن: انقباض

وضعیت سایر سرخرگها در کاهش اکسیژن: انبساط

اریتروسیت ها و هموگلوبین:

اریتروسیت ها یا همان گلبول های قرمز **یکی از** و در عین حال **بیشترین سلول های** موجود در خون هستند. اریتروسیت ها در **افراد بالغ در مغز قرمز استخوان های خون ساز**(دو سر استخوان های متصل به تنه یعنی دو سر استخوان های ران و باوزها + استخوان های پهن مثل جمجمه، استخوان جناغ، دنده ها و ....) ساخته می شوند. در ابتدا **اریتروسیت های جوان و نابالغ** که در مغز قرمز ساخته می شوند **همه ی اندامک ها را دارند و تمام پروتئین هایی** را که لازم دارند می سازند! از جمله ی این پروتئین ها می توان **پروتئین های مربوط به هموگلوبین ها و آنزیم های انیدرازکربنیک** اشاره کرد! وقتی که اریتروسیت های موجود در مغز قرمز استخوان این پروتئین ها را ساختند **تمام اندامک ها و حتی ریبوزوم های خود** را از دست می دهند. یعنی **فاقد هسته، فاقد میتوکندری، فاقد ریبوزوم و...** می شوند. به این اریتروسیت ها می گویند **اریتروسیت های بالغ!** که وارد جریان خون می شوند.

چند نکته در مورد اریتروسیت ها در جدول زیر آمده است :

محل تولید	**قبل از تولید : کیسه ی زرده ← کبد ← طحال ← گره های لنفی و مغز استخوان** **تولد تا ۵ سالگی : مغز استخوان تمامی استخوان ها (پهن و کوچک و دراز)** **۵ سالگی تا آخر عمر : مغز قرمز استخوان ها (پهن + دو سر ران ها و بازو ها)**
ساختار	**در انسان و بسیاری از جانوران دیگر پس از بلوغ در مغز قرمز استخوان ، اندامکهای خود را از جمله هسته اش را از دست می دهد و با هموگلوبینی که خودش ساخته پر می شود.**
شکل	**به دلیل مقعر بودن در دو طرف و داشتن قطری حدود ۸ میکرون می تواند از باریک ترین مویرگهای بدن عبور می کند (مثل کبد و طحال)**
غشاء	**دارای آنتی ژن های رزوس یا RH و A و B می باشد همچنین آنزیم انیدراز کربنیک نیز دارد که به مرور از مقدار آن کم می شود چون فقط یک بار ساخته می شود آن هم در زمان جاهلیت!(نابالغی).**
آهن	**هر انسان بالغ !! حدود ۴ گرم آهن دارد که بیشترش در هموگلوبین اریتروسیت ها ذخیره شده است (در میوگلوبین ماهیچه ها هم همینطور)**
گلوبین	**بخش پروتئینی هموگلوبین می باشد که توسط ماکروفاژ ها تجزیه می شوند (واسه اریتروسیت های پیر و خرفت !!) و از آنها اوره آزاد می شود.**
هم	**بخش آهن دار هموگلوبین می باشد که آهنش توسط ماکروفاژ به استخوان می رود تا دوباره مورد استفاده در گلبول سازی قرار بگیرد. هم چنین از تجزیه ی بخش هم مواد رنگی مثل بیلیروبین تولید می شود که می رود به صفرا تا در تولید صفرا توسط کبد مورد استفاده قرار گیرد.**
تولید	**هورمون اریتروپویتین در اثر کمبود اکسیژن از کلیه ها و کبد ترشح می شود و روی مغز قرمز استخوان اثر می گذارد و در نتیجه باعث افزایش تقسیم میتوزی سلول های بنیادی مغز قرمز استخوان های پهن و دو سر ران و بازو شده تا اریتروسیت سازی افزایش یابد.**
نقش	**انتقال ۹۷٪ اکسیژن و ۹۳٪ دی اکسید کربن (۲۳٪ به صورت مستقیم و باند شده و ۷۰٪ به صورت غیرمستقیم) + تنظیم PH خون با تولید بی کربنات**
مرگ	**بعد از ۱۲۰ روز به دلیل کمبود آنزیم های غشاء در هنگام عبور از مویرگهای باریک کبد و طحال می شکنند و از بین می رود در نتیجه ماکروفاژهای موجود در این بافت ها فاگوسیتوزشان کرده و هموگلوبینشان را تجزیه می کنند.**

نکته مهم : در حالت عادی در یک فرد سالم در خون فرد هیچ گاه نمی توان اریتروسیت هسته دار پیدا کرد (البته با توجه به کتاب درسی!)

نکته مهم : تمامی پروتئین های مورد نیاز اریتروسیت ها ژن هایشان در افراد بالغ فقط در مغز قرمز استخوان های خون ساز روشن می شود و در خون این اتفاق نمی افتد!

نکته مهم : اریتروسیت ها چون فاقد میتوکندری هستند پس برای تولید انرژی از مسیر هوازی نمی توانند استفاده کنند بلکه از مسیر گلیکولیز که نوعی مسیر بی هوازی محسوب می شود وارد کار می شوند.

توجه توجه

پس با توجه به این توضیحات می توان گفت که **در اریتروسیت های بالغ(نه نابالغ!)** ما چیزی به اسم **چرخه ی کربس و محصولات مربوط به آن** را نمی توانیم ببینیم مثلا **فلاوین آدنین دی نوکلئوتید($FADH_2$)** را نمی توانیم ببینیم! همچنین در **اریتروسیت ها میزان بازده تولید انرژی خیلی پایین** است. راستی تو اریتروسیت ها تنها راه تولید انرژی ، **گلیکولیز** هستش که نوعی **تنفس بی هوازی** محسوب میشه. در این فرآیند **در مجموع ۲ تا مولکول atp** ساخته می شه.

توضیح و بررسی موشکافانه:

ما در فصل سال دوم یعنی گردش مواد می خوانیم که وقتی جنین تشکیل می شود **خون سازی اول از همه در کیسه ی زرده** انجام میشه! بعد این وظیفه(خون سازی) **به ترتیب به کبد و طحال** منتقل میشه بعد از اون هم **به گره های لنفاوی و مغز استخوان** ها منتقل میشه. وقتی که نوزاد به دنیا اومد **از سن صفر(یعنی روز اول تولد) تا حدود ۵ سالگی** وظیفه ی خون سازی فقط **بر عهده ی مغز قرمز استخوان ها** هستش که **همه ی استخوان ها در خون سازی شرکت دارن** چون همه شون دارای مغز قرمز هستند. وقتی که به سن ۵ سالگی رسیدیم **از این مقطع سنی به بعد، خون سازی فقط در قسمت های خاصی از استخوان های خاصی!** انجام میشه چون به مرور که سن افزایش پیدا می کنه بافت مغز زرد(چربی) جایگزین بافت مغز قرمز(حاوی سلول های بنیادی خون ساز) می شود.

نتیجه گیری مهم : **ژن های مربوط به آنزیم انیدراز کربنیک و پروتئین های هموگلوبین در جایی غیر از مغز قرمز استخوانهای خون ساز هم می توانند بیان شوند! مثلا در کیسه ی زرده! گره های لنفاوی! کبد! و طحال! منتهی تو دوران جنینی! اما هیچ وقت تو خون این اتفاق نمی افته.**

هموگلوبین پروتئینی ۴ رشته ای می باشد که در داخل سلول های اریتروسیت یا همان گلبول های قرمز قرار دارد و این رشته ها **دو به دو به همدیگه شبیه** هستن(بچه ها این نکته روباید از رنگ زنجیره ها بفهمید! برو خوب شکل را نیگا کن بعد بگو که ای بابا این نکته خارج کتابه!). **به هر کدام** از رشته های پلی پپتیدی **یک کمپلکس بنام هِم(Heme)** متصل می باشد. بنابراین هر هموگلوبین **دارای ۴ هم** است. **هر هم در خود دارای یک اتم آهن** می باشد که می تواند **با یک مولکول اکسیژن باند** شود (یعنی **۲ تا اتم** اکسیژن) بنابراین **به هر هموگلوبین حداکثر ۴ تا مولکول اکسیژن (۸ تا اتم)** متصل می شود.

نکته مهم : هر شخصی که به هر علتی به سلول هایش اکسیژن نرسد ، سلول هایش نمی توانند محصولاتی که در چرخه ی کربس تولید شده را در زنجیره ی انتقال الکترون میتوکندری از آنها ATP بسازند.

نتیجه گیری مهم : این افراد احساس خستگی زود رس دارند و همچنین محصولات حاصل از چرخه ی کربس در آنها بسیار زیاد است (چون محصولاتشون که باید می رفتن و تو زنجیره ی انتقال الکترون ازشون انرژی تولید می شد نرفتن !! چرا ؟ چون باید اکسیژن باشه که نیست یا کمه !!)

مثال :

الف) در بیماری مالاریا گلبول های قرمز فرد می ترکد . از آنجایی که بخش عمده ی انتقالات گازهای تنفسی برعهده ی اریتروسیت ها می باشد می توان گفت این افراد در عمل تهویه دچار مشکل اند در نتیجه مثل افراد عادی ۹۷٪ از هموگلوبین هایشان اشباع نیست بلکه کمتر می باشد . علائمشان همان علائمی که در بالا گفته شد می باشد.

ب) در نوزادان زودرس هم عمل تهویه به خوبی رخ نمی دهد در نتیجه علائم بالا را دارند.

ج) کم خونی (ناشی از فقر آهن // زخم معده // کم خونی داشی شکل // تالاسمی ماژور // مالاریا) : در این افراد هم عمل تهویه به خوبی رخ نمی دهد زیرا گلبول های قرمز کم می باشند و در نتیجه علائم یاد شده را دارند.

اگه به بافت ها اکسیژن رسانی کم بشه **سلول های درون ریز خاصی توی کلیه ها و کبد** تحریک می شن و هورمونی به اسم **اریتروپویتین** می سازن(اریتروپویتین یعنی **هورمون محرک تولید گلبول قرمز**) که این هورمون با **اثر گذاشتن روی مغز قرمز** استخوان **سلول های بنیادی** رو وادار به **تقسیم های زیاد در جهت تولید اریتروسیت** می کنه. پس توی بیماری هایی که تبادلات گازی به هم میریزه و بافت ها دچار کم اکسیژنی می شن میزان اریتروپوتین بالاست مثل بیماری مالاریا، کم خونی ها و...

حجم های تنفسی در شش ها

همانطور که اشاره کردم ما در اطراف شش هایمان دارای **پرده ای بنام پرده ی جنب** می باشیم که این پرده ی دو لایه در فضای بین دو لایه **دارای فشاری منفی** است و این فشار منفی منجر به **کشیده شدن و باز ماندن همیشگی ریه ها** شده است در نتیجه هیچ وقت نمی توان ریه ها را کاملا خالی کرد و همواره یک مقدار هوا در شش هایمان داریم . اگر خیلی هم زور بزنیم که هوای داخل شش ها را خالی کنیم مقداری از آن هوای داخل شش ها خالی می شود ولی **هم چنان مقدار کمی هوا باقی خواهند ماند.**

پس می توان گفت که:

در حالت عادی در شش ها ← به اندازه ی **n سی سی هوا** داخل شش ها می باشد

اگر خیلی زور بزنیم (بازدم عمیق) ← به اندازه ی **کمی هوا باز در داخل شش ها** می باشد (این هوا مسلما از حالت عادی کم تر است **یعنی اگر اسم آن را m بگذاریم n > m خواهد بود**) عجله نکن بهت می گم اینا اسمشون چیه . فقط یادت باشه که تو هیچ کتابی اینطور نمی تونه بگه!

تعریف دم چی بود؟ **دم ینی فرو بردن هوا به داخل شش ها!** بچه ها ما دو جور دم داریم:

انواع دم :

الف) دم عادی **ب) دم عمیق**

دم معمولی ← انسان **در هر دم معمولی حدود ۵۰۰ سی سی هوا** وارد دستگاه تنفسی اش می کند . از این مقدار **۳۵۰ سی سی** که **ابتدا وارد** می شود به **داخل شش ها** (منظور داخل اتاقک های هوایی) می رود **(به داخل شش ها نه هر شش !!)** . ۱۵۰ **سی سی** که **در انتها وارد** می شود **در حفره ی بینی ، نای ، نایژه ها و نایژک ها** وِل است !!

به کل این ۵۰۰ سی سی که طی عمل دم در دستگاه تنفسی جاری می شود می گویند **هوای جاری دمی!**

به آن **۱۵۰ سی سی هوای جاری دمی که وارد کیسه های هوایی نمی شود** و در لوله های تنفسی و حفره ی بینی است می گویند **هوای مرده !**

چرا؟ چون **این هوا اکسیژنش مبادله نمی شود** چون می دونیم که تبادلات تو کیسه های هوایی انجام میشه. این هوا تو راه روهای دستگاه تنفسی(ینی همون مجاری های تنفسی) ول ول داره می چرخه! برای همین می گویند هوای مرده!

وضعیت هوای شش ها در انتهای دم معمولی : هوای n + ۳۵۰ سی سی از هوای جاری دمی

دم عمیق ← حال اگر **به دنبال** همان ۵۰۰ سی سی عمل دم را **ادامه دار** کنیم و به اصطلاح **عمیقش** کنیم! مقدار بیشتری هوا وارد خواهد شد (فک کن دم رو ادامه دار کردی و به جای ۵۰۰ سی سی ۹۰۰ سی سی هوا وارد شد . این مثال بودا !).

این مقدار هوای اضافی وارد شده (تو مثالی که زدم میشه ۴۰۰ تا!) ، **هوای ذخیره ی دمی یا هوای مکمل** می نامند.

نکته مهم : *دقت داشته باشید که از هوای جاری دمی اون ۱۵۰ سی سی همچنان در لوله های تنفسی و حفره ی بینی می مونه ولی بقیه می رن به کیسه های هوایی.*

وضعیت هوای شش ها در انتهای دم عمیق : هوای n + ۳۵۰ سی سی هوای جاری دمی + هوای مکمل (ذخیره ی دمی)

تعریف بازدم چی بود؟ **بازدم یعنی خارج کردن هوا از دستگاه تنفسی و شش ها!** بچه ها ما مثل دم دو جور بازدم داریم:

الف) بازدم معمولی **ب) بازدم عمیق (ادامه دار)**

بازدم معمولی ← انسان بعد از اینکه **یک دم معمولی** انجام داد **(ورود ۵۰۰ سی سی هوا)** می تواند همین مقدار هوا را طی یک **بازدم معمولی خارج کند**. بدیهی است که در این حالت نام این هوا ، **هوای جاری بازدمی** می باشد. یعنی طی یک بازدم معمولی همون مقدار که طی یک دم معمولی وارد شده، از دستگاه تنفسی خارج میشه.

وضعیت هوای شش ها در انتهای بازدم معمولی : هوای n

بازدم عمیق ← حالا اگر به دنبال آن ۵۰۰ سی سی که خارج شد(بازدم معمولی) عمل بازدم خودش را **ادامه دار** کند **هوای بیشتری خارج** می شود این مقدار هوای اضافی خارج شده را که در واقع **قسمتی از(نه همه!) همان هوای n** است ، می گویند **هوای ذخیره ی بازدمی!** حالا اگر فرد این **بازدم را عمیق تر** کند **دیگر نمی تواند بیشتر از این هوا خارج کند** و **یک مقدار هوا در داخل شش ها می ماند**. این مقدار هم **بخش دیگری از همان هوای n است** که به این هوا می گویند **هوای باقی مانده!** زیرا **همیشه در ریه ها باقی می ماند هر چقدر هم زور بزنیم!**

نتیجه گیری مهم : هوای n = هوای باقی مانده (همون m مثال من) + هوای ذخیره ی بازدمی

وضعیت هوای شش ها در انتهای بازدم عمیق: هوای باقی مانده

بچه ها حالا خودتون برید و به جای n تو وضعیت شش ها رابطه ی بالا رو قرار بدید. دیدین چقد راحت بود؟ خدایی تا به حال انقد ساده برات توضیح داده بودن؟ و این است قدرت فاگوزیست! با فاگوزیست زیست خواررررررررر شوید.(با صدای اون آقاهه بخون)راستی بچه ها دوباره تاکید می کنم **اون n مقدار هوایی هستش که تو حالت عادی در ریه هامون قرار داره.**

نکته مهم : *دقت داشته باشید بازدم را در حالتی بررسی کرده ایم که قبل از آن دم معمولی رخ داده است !!*

اگر قبل از بازدم عادی دم عمیق رخ داده باشد وضعیت شش ها چگونه خواهد بود؟

وضعیت هوای شش ها در این حالت : هوای n + هوای ذخیره ی دمی

زیرا در **بازدم معمولی فقط هوای جاری** خارج می شود و **هوای مکمل با بازدم عمیق خارج خواهد شد نه بازدم معمولی!**

اگر **دم عمیق** انجام دهیم و **سپس بازدم عمیق** انجام دهیم وضعیت شش ها چگونه خواهد بود؟

وضعیت هوای شش ها در این حالت : هوای باقی مانده !!

یک جدول مقایسه ای مهم:

	عمل دم		عمل بازدم	
	معمولی	عمیق	معمولی	معمولی
هوای داخل شش ها در انتهای فرآیند	هوای n + ۳۵۰ تای هوای جاری	هوای n + ۳۵۰ تای هوای جاری + هوای مکمل	هوای n	هوای باقیمانده
هوای ورودی به شش ها	۳۵۰ تای هوی جاری	۳۵۰ تای هوای جاری + هوای مکمل	هیچی!	هیچی!
هوای خروجی از شش ها	هیچی!	هیچی!	۳۵۰ تای هوای جاری	۳۵۰ تای هوای جاری + هوای ذخیره ی بازدمی + هوای مکمل*

بچه ها من تعاریف حجم های تنفسی رو براتون به صورت کیلویی! گفتم حالا می خوام یه کم کتابی ش رو بگم که در واقع تکراریه اما بهتره که تکرار بشه چون این مبحث خیلی مهمه واسه طراحان کنکور.

هوای جاری ← به مقداری از هوا گفته می شود که طی یک دم معمولی و یا بازدم معمولی جابجا می شود! بـه عبـارتی مـا دو تـا هوای جاری داریم:

هوای جاری دمی: مقداری از هوا که **طی یک دم معمولی وارد دستگاه تنفسی** می شود(نه صرفا شش ها!)

هوای جاری بازدمی: مقداری از هوا که **طی یک بازدم معمولی از دستگاه تنفسی خارج** می شود(نه صرفا از شش ها!)

نکته مهم: *هوای جاری ۵۰۰ سی سی است به عبارتی طی یک دم معمولی که ۵۰۰ سی سی وارد می کنیم طی یک بازدم معمولی همان ۵۰۰ سی سی را خارج می کنیم.*

هوای مرده ← از ۵۰۰ سی سی هوای جاری دمی **حدود یک سوم** آن یعنی **چیزی حدود ۱۵۰ الی ۱۷۰ سـی سـی** در مجـاری های تنفسی یعنی **بینی، حلق، گلو، نای، نایژه ها و نایژک ها** باقی می مانند و **وارد کیسه های هوایی نمی شوند** و چـون ایـن هـوا تبادلات گازی انجام نمی دهد یک جور مرده ی متحرک و بی مصرف! به حساب می آید برای همین به آن می گویند بـرو بمیـر! اینجوری شد که بهش لقب هوای مرده رو می دن.

نکته مهم: *فقط ۳۵۰ سی سی از ۵۰۰ سی سی هوای جاری دمی به کیسه های هوایی میره و تبادلات گازی خودشون رو انجام می دن.*

نکته مهم: *تو فصل حواس مربوط به سال سوم می خوانیم که کانالی بین گوش میانی و حلق وجود دارد بنام شیپور استاش! که هوا داخل این کانال جریان دارد و باعث تنظیم هوای داخل گوش میانی می شود پس می توان گفت که هوای داخل شیپور استاش جزئی از هوای مرده است چون این هوا از حلق می آید!*

هوای مکمل یا ذخیره ی دمی ← اگه **یه دم معمولی** انجام بدی **بعد اون رو ادامه دار کنی**(به قول کتاب دم عمیق!) اون مقدار اضافی که وارد دستگاه تنفسی ت میشه بهش می گن **هوای مکمل یا هوای ذخیره ی دمی!** با توجه به **منحنی اسپیروگرام** در یک فرد نرمال **این هوا چیزی حدود ۳۰۰۰ سی سی یا همون ۳ لیتر** خودمون! می باشد.

هوای ذخیره ی بازدمی ← اگه **یه بازدم معمولی** انجام بدی **بعد اون رو ادامه دار کنی**(به قول کتاب بازدم عمیق!) **اون مقدار اضافی که خارج کردی رو بهش می گن هوای ذخیره ی بازدمی!** با توجه به **نمودار اسپیروگرام** در یک فرد این هوا چیزی **حدود ۱۷۰۰ سی سی هستش**. راستی بچه ها **هوای مکمل فقط مربوط به دم** هستشا!

هوای باقیمانده ← اگه این **بازدم عمیق رو همینطور ادامه بدی** تا یه حدی می تونی هوا بدی بیرون! می خوای همین الان امتحان کن و یک مقدار کم هوا توی شش هات باقی می مونه که بهش می گن **هوای باقیمانده!** با توجه به نمودار اسپیروگرام در یک فرد نرمال **این هوا چیزی حدود ۱۲۰۰ سی سی هستش.**

ظرفیت حیاتی ← اگر یک **دم عمیق** انجام دهید(**ورود هوای جاری + هوای مکمل**) و سپس **به دنبال آن یک بازدم عمیق** انجام دهید(**خروج هوای جاری + هوای ذخیره ی بازدمی**) **به مجموع هواهایی که جابجا شد**(طی یک دم عمیق و یک بازدم عمیق رو هم!) می گویند **ظرفیت حیاتی!** پس اینجوری میشه:

ظرفیت حیاتی: هوای جاری + هوای ذخیره ی دمی(مکمل) + هوای ذخیره ی بازدمی

با توجه به منحنی اسپیروگرام این پارامتر **در یک فرد نرمال چیزی حدود ۴۸۰۰ الی ۵۰۰۰ سی سی** می باشد.

نکته مهم : *هوای مرده معمولا در یک فرد ثابت است و به قطر مجاری های هوایی فرد بستگی دارد.*

نکته مهم : *تو افراد ورزشکار (به علت قوی بودن عضلات از جمله عضلات تنفسی) حجم های تنفسی همگی افزایش می یابند! چون مقدار زیادی هوا وارد می شود به جز هوای مرده! چون هوای مرده به قطر راه های تنفسی بستگی داره که در افراد ورزشکار و غیر ورزشکار تغییر نمی کنه.*

نکته مهم : *هوای مرده ..... هوای باقیمانده.....*

برخلاف – در تبادلات گازی شرکت نمی کند.

برخلاف – هم در دم و هم در بازدم جابجا می شود اما هوای باقیمانده در هیچکدام!

برخلاف – پر از اکسیژن، تهویه نشده و سرد است! اما هوای باقیمانده کم اکسیژن، تهویه شده و گرم است.

نکته مهم : *با توجه به شکل مربوط به منحنی اسپیروگرام از بین ظرفیت های تنفسی کمترین حجم مربوط به هوای مرده است (حواستون باشه به کمک اسپیروگرام نمیشه مستقیما این نوع حجم رو اندازه گیری کرد) و بیشترین حجم هم مربوط به ظرفیت حیاتی می باشد.*

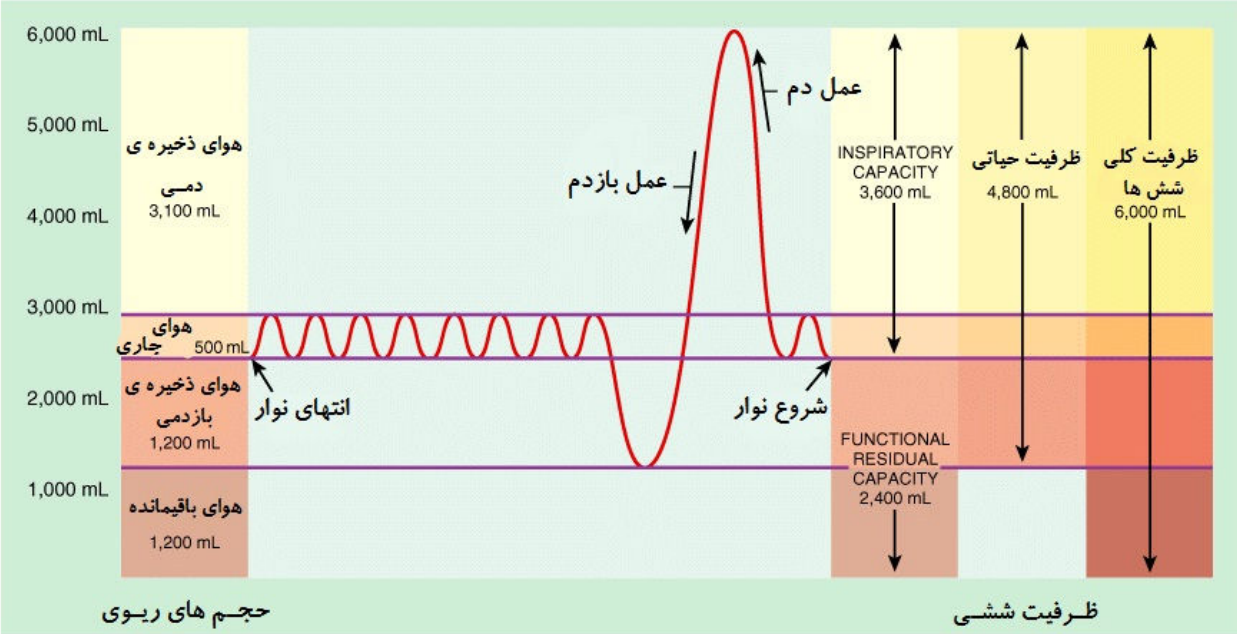
ظرفیت کلی شش ها ← یعنی **مقدار هوایی که شش ها تو خودشون می تونن جا بدن**(دو تا شش در مجموع ها! نه تنهایی!) و از فرمول زیر بدست میاد:

ظرفیت کلی شش ها: ظرفیت حیاتی + هوای باقیمانده

با توجه به منحنی رسم شده در اسپیروگرام کتاب درسی **ظرفیت کلی ششها چیزی حدود ۵۸۰۰ الی ۶۰۰۰ سی سی** می باشد.

در **افراد سیگاری** به دلیل اینکه فرد **نمی‌تواند عمل دم و بازدم را به طور مناسبی انجام دهد**، ظرفیت‌های تنفسی در این فرد **کاهش می‌یابد**. یعنی هوای جاری که وارد یا خارج می‌شود **کم می‌شود (کمتر از ۵۰۰ سی سی)**. هواهای زیر در افراد سیگاری کاهش می‌یابد:

هوای جاری، هوای ذخیره‌ی دمی، هوای ذخیره‌ی بازدمی، ظرفیت حیاتی و ظرفیت کلی شش‌ها



نکته مهم : *از آنجایی که فرد خوب نمی تواند عمل بازدم را انجام دهد بنابراین هوای بیشتری در ریه هایش باقی می مانند و در نتیجه در این افراد میزان هوای باقی مانده افزایش می یابد .*

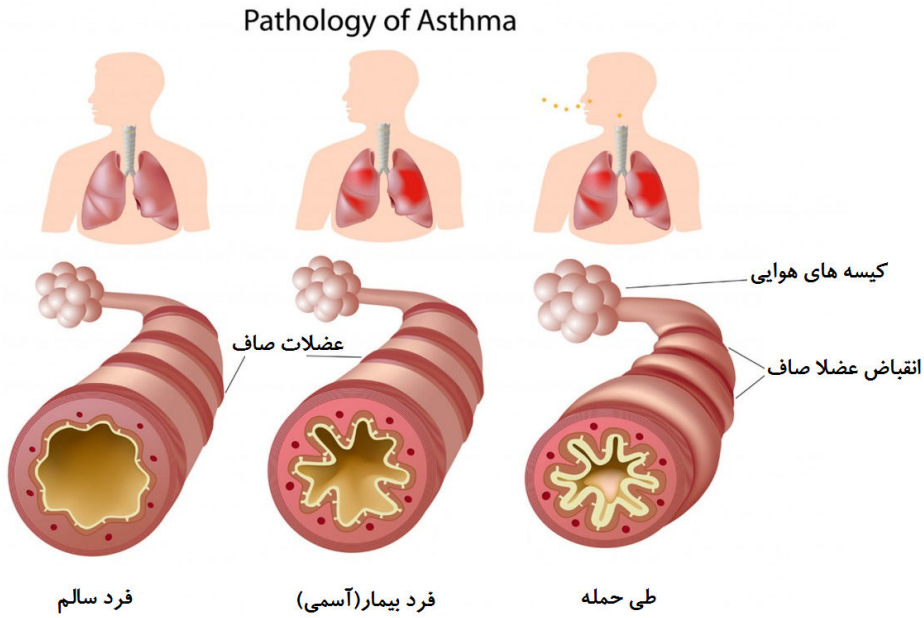
نکته مهم : *حجم تنفسی عبارت است هوای جاری در تعداد تنفس در دقیقه!! در افراد سیگاری چون هوای جاری کم می شود پس می توان گفت که حجم تنفسی هم کم می شود (کم تر از ۶۰۰۰ سی سی) . بچه ها حواستون باشه که مقدار هوای مرده تغییر نمی کنه و میزان هوای باقیمانده زیاد می شه . حتما یه سر برو فصل تنفس سال دوم رو نگاه کن بدو!!*

ما یک دستگاهی داریم به اسم **اسپیرومتر!** که به کمک اون می تونیم **گنجایش و حجم های مختلف مرتبط با شش ها** رو اندازه گیری کنیم یعنی همین حجم ها و ظرفیت هایی که ازشون حرفیدیم به کمک این دستگاه قابل اندازه گیری هستش. **به این کار(اندازه گیری حجم های تنفسی) می گن اسپیرومتری!** و به نواری که این دستگاه به ما ارائه می ده(دارای یک سری منحنی هستش) می گن **اسپیروگرام!**(بچه ها در واقع یه جور نوار هستش که مثل نواره قلبه! به نوار قلب چی می گفتن؟ الکتروکاردیوگرام!) بچه ها شکل موجود در بالا مربوط به یک اسپیروگرام در یک فرد سالم هستش.

« بیماری آسم(حساسیت نایژک ها) »

آسم هم یکی از بیماری‌های آلرژیک است که **دلیل ژنتیکی** دارد. در این افراد سیستم ایمنی شان خیلی فعال است و در نتیجه در دستگاه تنفسی این افراد که گرد و خاک وارد می‌شود آنها را به عنوان آلرژن به حساب می‌آورند.

در این افراد هم همان اتفاقات بالا رخ می‌دهد و علائم التهابی بروز می‌کند منتهی از آنجایی که ماستوسیت ها در این افراد در **نایژکهای شان** هیستامین ترشح می‌کنند این هیستامین روی **سلولهای ماهیچه‌ی صاف جدا نایژکهایشان** اثر می‌گذارد و باعث **انقباض این ماهیچه‌ها** می‌شود در نتیجه نایژکهای این افراد نسبت به افراد سالم **تنگ‌تر** است و تنفس برایشان **کمی سخت** می‌باشد. حالا اگر یک فرد آسمی به صورت گسترده با یک ماده‌ی آلرژن مواجه شود در این صورت پاسخ دستگاه ایمنی شدیدتر خواهد بود و در نتیجه میزان تنگی نایژک‌های فرد هم بسیار شدید خواهد بود تا این حد که عملا نایژک های فرد مسدود شده و در اثر خفگی تلف می‌شود.



نکته مهم : *در افراد دچار آسم نای و نایژه هایشان تنگ نمی شود زیرا در جدار خود حلقه های غضروفی C شکل دارند که از این کار جلوگیری می کنند . در جدار نایژکها این حلقه های غضروفی وجود ندارد.*

توجه توجه

دقت داشته باشید که **نایژک ها فاقد غضروف** می باشند. (در کتاب سوم در رابطه با داشتن یا نداشتن غضروف در نایژک ها اشتباه علمی رخ داده بود که در اینجا تصحیح می کنم. پوزش از تمامی داوطلبین و سپاس فراوان از همکار عزیزم آقای دکتر قنبرزاده)

نکته مهم : *در این افراد هم برای درمان از داروهای آنتی هیستامین و ضد التهاب مثل کورتیزول ها استفاده میشود. در این افراد هم اگر غده ی فوق کلیه پر کار شود کورتیزول بدن خودش سیستم ایمنی را سرکوب می کند و باعث تخفیف علائم آسم می شود.*

سرفه ، تکلم ، عطسه

بینی ، نای ، نایژه ها و حتی کیسه های هوایی به یکسری عوامل **مثل کشش (فشار و نیرو) ، مواد شیمیایی و گازهای مختلف** حساس می باشند که در صورت برخورد این عوامل رفلکسهایی(انعکاس هایی) بنام سرفه و عطسه به راه می افتد.

مکانیسم رفلکس سرفه :

اول از همه باید تعریف سرفه و عطسه رو بدونید. **سرفه یعنی خروج پرفشار(متراکم) هوای داخل شش ها از راه دهان!(نه بینی!)** **در اثر تحریک بینی ، نای ، نایژه و نایژک ها و حتی کیسه های هوایی** می تواند باعث بوجود آمدن **انعکاس سرفه** شوند. در انعکاس سرفه **ابتدا یک دم عمیق(یعنی ورود هوای جاری + هوای ذخیره ی دمی)** رخ می دهد هوای زیادی وارد شش ها می شود**(بالا رفتن اپی گلوت و پایین آمدن حنجره)** سپس با **بسته شدن راه نای(پایین رفتن غضروف اپی گلوت مثل کاپوت !!و بالا رفتن حنجره)** این هوا در شش های ما **محبوس** می شود. **در انتهای** رفلکس سرفه راه نای **به صورت ناگهانی** باز می شود و با

انقباض شدید عضلات تنفسی بازدمی (عضلات **راست شکمی و بین دنده ای داخلی**) و **انبساط عضله ی دیافراگم** هوا با فشار زیادی از راه دهان **طی یک بازدم عمیق(یعنی خروج هوای جاری + هوای مکمل و هوای ذخیره ی بازدمی)**خارج می شود منتهی برای اینکه هوا از طریق سوراخهای بینی خارج نشود با **بالا آمدن زبان کوچک و چسبیدن آن به کام نرم** منفذ کانال ارتباط دهنده ی حفره ی دهان با حفره ی بینی بسته می شود.

پس به صورت خلاصه :

در ابتدای رفلکس ← دم عمیق ← ↑ فتن حنجره و ↓ آمدن اپی گلوت

در انتهای رفلکس ← بازدم عمیق ← ↓ رفتن حنجره و ↑ رفتن اپی گلوت و ↑ رفتن زبان کوچک

مکانیسم رفلکس عطسه :

خوب بچه ها عطسه هم تعریفش مثل سرفه س منتهی **توی عطسه برخلاف سرفه هوا از راه دهان خارج نمیشه! بلکه از طریق بینی میاد بیرون!** به عبارتی **عطسه یعنی خروج پرفشار هوای داخل شش ها از طریق راه بینی!**

برای اینکه رفلکس عطسه به راه بیافتد **بایستی گیرنده های حسی موجود درمجاری بینی تحریک** شوند.

در سقف حفره ی بینی گیرنده های حسی وجود دارند که **از نوع گیرنده های شیمیایی** اند و نوعی نورون حسی تمایز یافته می باشند که **دندریتشان از سقف آویزان** است و در صورت **برخورد مولکولهای شیمیایی تحریک** کننده در هوا (مثل عطر و...) باعث به راه افتادن رفلکس عطسه می شوند.

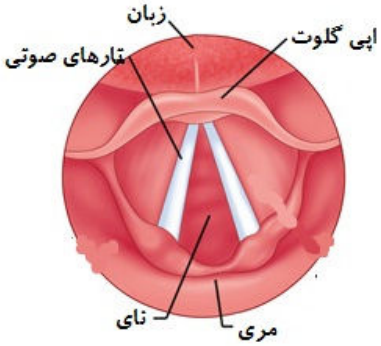
نکته مهم : *برای به راه افتادن رفلکس عطسه محرک ما باید از نوع شیمیایی باشد نه مکانیکی!!•برخلاف سرفه که می تواند شیمیایی و می تواند مکانیکی باشد) واسه همینه که وقتی دستتو می کنی تو مَعاعَت !! عطسه نمی کنی!!*

نکته مهم : *لوبهای بویایی که در زیر مخ قرار دارند و در ناحیه ی لوبهای پیشانی (زیرشان) واقع شده اند در مکانیسم رفلکس عطسه و حس بویایی نقش دارند.*

توجه داشته باشین که **درک بوها بر عهده ی قشرمخ** می باشد.

بچه مکانیسم عطسه تقریبا مثل مکانیسم سرفه می باشد منتهی با این تفاوت که **در انتهای رفلکس عطسه زبان کوچک بالا نیست** بلکه **پایین** است. زیرا هوا باید **از طریق بینی** خارج شود. پس در مکانیسم عطسه همانند مکانیسم سرفه، **اول از همه یه دم عمیق** رخ می ده بعد از اون **اپی گلوت میره پایین و حنجره میاد بالا!** تا چی بشه؟ آ باریکلا! تا هوا محبوس بشه و فشارش بره بالا. یعنی **راه نای بسته** میشه. بعد از اینکه هوا به اندازه ی کافی فشارش رفت بالا **نای ییهو! باز می شه**(با **بالا رفتن غضروف اپی گلوت و پایین رفتن حنجره**) و هوا با فشار زیاد **از طریق سوراخ های موجود در سقف دهان** که مرتبط با حفره ی بینی هستن خارج میشه. منتهی حواستون باشه برای اینکه سوراخ ها باز باشن باید **زبون کوچیکه بیاد پایین!(برخلاف سرفه که بالا بود.)**

تکلم :



تکلم یا همان وِرّاجی !! **با شرکت دستگاه تنفسی و مراکز**(ینی چند تا مرکز دخیلن نه فقط یک مرکز!) **عصبی** تکلم صورت می گیرد که **هم بخش ارادی دارد و هم بخش غیر ارادی !!**

تولید صدا و واژه سازی **از ۲ بخش اصلی(نه فقط ۲ ذو بخش!)** تکلم می باشد :

تولید صدا ← با ارتعاش تارهای صوتی حنجره

واژه سازی ← توسط لب ها ، دهان و زبان

جدول مقایسه ای خیلی مهم:

وضعیت	اپی گلوت	حنجره	زبان اوچولو !!
ابتدای سرفه	پایین	بالا(یعنی بسته است)	هیچی!
ادامه ی سرفه	بالا	پایین(یعنی باز است)	بالا(چسبیده به کام)
ابتدای عطسه	پایین	بالا	هیچی!
ادامه عطسه	بالا	پایین	پایین

فعالیت ۵-۲

بچه ها خودتون برید اول از همه، فعالیت کتاب درسی رو بخونید بعد بیاید اینجا چون فقط نکاتشو می گیم.

شیشه حکم قفسه ی سینه را دارد.

بادکنک حکم شش ها را دارد.

صفحه ی الاستیکی حکم دیافراگم را دارد.

اگر صفحه ی الاستیکی را پایین بکشیم باعث افزایش حجم داخل شیشه شده و در نتیجه با افزایش حجم و فضا مولکوهای هوای داخل آن از هم دور می شوند و این یعنی کاهش فشار و ایجاد یک نوع مکش !!

نکته مهم : *با کشیدن صفحه ی الاستیکی به پایین بادکنک ها کشیده شده و باز می شوند و هوا وارد آنها می شود یعنی عمل دم رخ می دهد.*

نکته مهم : *تفاوت جدار این محفظه که از شیشه می باشد با قفسه ی سینه ی انسان این است که قفسه ی سینه می تواند حرکت کند ولی این شیشه نمی تواند.*

فعالیت ۵-۳

به لوله ای که در ظرف «الف» قرار دارد (لوله یمنشعب شده از لوله ی طویل) می گویند لوله ی دمی !! زیرا اگر ما درلوله ی طویل عمل دم انجام دهیم هوای داخل این ظرف از طریق این لوله وارد شش لوله ی طویل می شود.

توجه توجه

هوا از طریق لوه ی موجود در ظرف «ب» طی دم وارد لوله ی طویل نمی شود !! زیرا به صورت مستقیم با محلول معرف بی کربنات یا آب آهک در ارتباط است.

نکته مهم : *در حالت دم به دلیل کاهش فشار هوای داخل موجود در ظرف «ب» طبق قوانین فیزیکی آب موجود در لوله ی آزاد ظرف «ب» ارتفاعش کاهش می یابد و مقداری از آبش وارد ظرف «ب» می شود . این موضوع باعث می شود که مقداری حباب های ریز پدیدار شوند*

علت : آب موجود در لوله ی آزاد با هوا در ارتباط است که به هنگام جابجایی باعث بوجود آمدن حباب های ریزی می شود.

حالا اگر در لوله ی طویل بازدم انجام دهیم هوا وارد لولهای بازدمی و لوله های دمی می شود و از طریق آنها وارد ظرفهای «الف» و «ب» می شود.

نکته مهم : *هوای بازدمی بیشتر وارد لوله ی بازدمی می شود یعنی بیشتر وارد لوله ی «ب» می شود. و به مقدار کمتری وارد لوله دمی یعنی وارد ظرف «الف» می شود.*

از آنجایی که میزان دی اکسید کربن هوای دمی بیشتر می باشد با برخورد این گاز با محلول موجود در ظرف ها(به صورت مستقیم با محلول ظرف «ب» و به صورت غیرمستقیم با محلول ظرف «الف») واکنشی بین گازهای دی اکسیدکربن با مواد این محلول رخ می دهد که باعث تغییر رنگ می شود یعنی شیری رنگ یا زرد رنگ می شوند.

توجه توجه

تغییر رنگ نخست در لوله یا ظرف شماره ی «ب» دیده می شود زیرا **اولا بیشتر مقدار هوای بازدمی** وارد این ظرف می شود **ثانیا این هوا به صورت مستقیم با مایع** در ارتباط می باشد.

نکته مهم : *هنگام بازدم چون هوا به صورت مستقیم به داخل ظرف بازدمی یعنی ظرف «ب» دمیده می شود این هوا باعث پدیدار شدن حبابچه هایی می شود.*

نتیجه گیری مهم : **حباب ها هم در طی دم و هم در طی بازدم دیده می شوند. منتهی در دم در ظرف الف و در بازدم در ظرف ب !!**

تغییر رنگ در طی بازدم رخ می دهد آن هم در هر دو ظرف !! منتهی در ظرف ب زودتر رخ می دهد.