

مقدمه

بعد از استقبال بی نظیر دبیران، مشاوران و دانش‌آموزان سراسر کشور از دو کتاب IQ و میکرو جامع، با درخواست‌های متعدد برای تألیف کتاب‌های پایه به پایه مواجه شدیم. این استقبال گرم شما از تألیفات گروه آموزشی زیستاز، وظیفه و حساسیت ما را دو چندان کرد. یا علی گفتیم و شروع کردیم برای نوشتن. ابتدا سراغ نوشتن کتاب تست خوب برای بچه‌های پایه رفتیم، چون احساس می‌کردیم در این زمینه در بازار منبع مناسبی وجود ندارد. در عرض دو سال جلد تست هر سه پایه (میکروهای قرن جدید دهم، یازدهم و دوازدهم) را منتشر کردیم.

بعد از آن وقت نوشتن درسنامه کامل و کاربردی بود. راستش بیشترین فسفر را اینجا سوزاندیم. چون پیدا کردن روش مناسب برای آموزش درس زیست‌شناسی واقعاً سخت هست. اکثر درسنامه‌های بازار، غیرکاربردی و نامناسب هستند و به جای کمک به دانش‌آموز او را در تله انداخته و تنبل بار می‌آورد! بعد از مشورت‌های فراوان و استفاده از تجربه رتبه‌های برتر به این نتیجه رسیدیم که از خود کتاب درسی برای آموزش مفاهیم و نکات استفاده کنیم. هرچند نمونه‌هایی از این شیوه آموزش (اصطلاحاً کتابنامه‌ای) قبلاً توسط مؤلفان و ناشران دیگر منتشر شده است، اما در این کتاب، این شیوه آموزش به بلوغ کامل و اوج خود رسیده است.

درسنامه

درسنامه‌های این کتاب در قالب کتابنامه آمده است یعنی برشی از صفحه کتاب درسی عیناً آمده و نکات و توضیحات متن و شکل کتاب درسی به آن اضافه شده است. انتخاب این شیوه برای آموزش مفاهیم کتاب درسی به این علت است که ما عمیقاً اعتقاد داریم که خواندن درسنامه‌های طولانی و نکته‌وار، بدون توجه به خود کتاب درسی در درس زیست‌شناسی منسوخ شده است و بهترین روش برای آموزش این درس استفاده از خود کتاب درسی است. اما چرا:

۴. طراحان سؤالات کنکور سراسری و امتحانات نهایی، توجه ویژه‌ای به متن کتاب درسی دارند و از عبارات و جملاتی استفاده می‌کنند که عیناً در کتاب درسی آمده است. به همین دلیل منطقی است که ما هم برای یادگیری از خود کتاب درسی استفاده کنیم.

۵. برای دوران جمع‌بندی نیز کتاب درسی حاشیه‌نویسی شده بهترین منبع برای مرور، جمع‌بندی و توروک سریع درس زیست‌شناسی می‌باشد.

۶. رتبه‌های برتر سال‌های اخیر به اتفاق تأکید دارند که منبع اصلی آن‌ها فقط کتاب درسی بوده است. دقت کنید که گفته آن‌ها برای دل‌خوشی ما و شما نیست! با توجه به گفته‌های بالا می‌توان فهمید گفته آن‌ها کاملاً صادقانه بوده و کتاب درسی نسبت به سایر درسنامه‌ها و جزوه‌ها در اولویت است.

۱. خواندن نکته‌وار و توضیحات طولانی، بدون توجه به متن کتاب درسی، قدرت استنباط و استدلال شما را پایین می‌آورد. از طرفی در درس زیست‌شناسی بی‌نهایت نکته وجود دارد و درسنامه هر چقدر هم غنی از نکات باشد، باز هم احتمال دیدن نکته جدید در کنکور سراسری وجود دارد. کسانی که قدرت استنباط و استدلال پایین دارند قطعاً نمی‌توانند درستی یا نادرستی این نکات را بفهمند و قطعاً متضرر خواهند شد.

۲. مطالب کتاب درسی در خلاصه‌ترین حالت نوشته شده است که با اضافه کردن نکات مهم متن و شکل به آن (حاشیه‌نویسی)، یک منبع کم‌حجم اما مقوی دارید! که می‌توانید بارها و بارها آن را مرور کنید و تعداد دورهای خود را افزایش دهید.

۳. یادگیری مطالب از کتاب درسی به علت ساختار منحصر به فرد، استفاده از تصاویر رنگی و صفحه‌آرایی خاص بسیار راحت‌تر است. همچنین ماندگاری مطالب در ذهن شما نیز به علت درگیر بودن حافظه تصویری بیشتر خواهد بود.

موشکافی متن کتاب درسی

با دو رنگ (قیدها با رنگ نارنجی و کلمات مهم با رنگ سبز) هایلایت کردیم و زیر جملات مهم خط کشیدیم. همچنین هر جا لازم بود، توضیحات کوتاهی به متن اضافه کردیم.

در این قسمت ابتدا متن کتاب درسی کلمه به کلمه موشکافی شده و هر جا لازم بود توضیحاتی به جملات و کلمات آن افزوده شده است. سپس همه نکات مفهومی، استنباطی و ترکیبی آن پاراگراف یا جمله آورده شده است. علاوه بر این در برشی از کتاب درسی، کلمات مهم را

موشکافی شکل کتاب درسی

قابل برداشت از شکل‌های کتاب درسی بودند را آوردیم. همچنین شکل‌های مرتبط فصول دیگر و نکات ترکیبی از شکل را نیز گفتیم تا خیالتان از هر تست شکلی راحت باشد. همچنین در خود شکل کتاب درسی موارد مهم که کتاب درسی نگفته است، نام‌گذاری شده و یا توضیحاتی به آن اضافه شده است.

در انتهای هر مبحث جداول و نمودارهای مختلف آوردیم. با این آپشن‌ها هم مطالب برایتان جمع‌بندی می‌شود و هم مباحثی که قابلیت ترکیب کردن و مقایسه‌شدن دارند را یاد می‌گیرید. با بخش تفکر طراح با نگاه و زاویه دید طراحان آشنا می‌شوید و می‌فهمید که چطور مانند یک طراح به عبارت‌ها و جملات کتاب درسی نگاه کنید.

حتماً شما هم شنیدین که طراحان کنکور سراسری علاقه ویژه‌ای به شکل‌های کتاب درسی دارند و روز به روز هم به این علاقه افزوده می‌شود. به همین دلیل ما هم در این کتاب بخش ویژه‌ای را به بررسی شکل‌ها اختصاص دادیم. در این قسمت ذره‌بین به دست گرفتیم و میلی‌متر به میلی‌متر شکل کتاب را شکافتیم! شک نداریم که بعد از خواندن این قسمت به این باور خواهید رسید که نکات این قسمت بسیار ریزبینانه نوشته شده است.

نکات شکلی که در کنکور سراسری آمده است کاملاً علمی بوده و گاهی از رفرنس‌ها برداشت شده است! بنابراین ما هم یک بار دیگر شکل رفرنس‌ها را به دقت بررسی کردیم و تقریباً همه نکات علمی که

راهنمای مطالعه کتاب

زیده کنکور تألیف کردیم. به جرأت می‌توان گفت به روزترین و با کیفیت‌ترین تست‌ها را بین تمام منابع تستی دارد. اگر این کتاب را تهیه کردید به ترتیب مراحل زیر را برای یادگیری و تمرین این درس در پیش بگیرید:

اگر می‌خواهید بهترین بازدهی را در مطالعه این کتاب و به طور کلی در مطالعه درس زیست‌شناسی داشته باشید، توصیه می‌کنیم که این کتاب را در کنار جلد بانک تست (جلد دوم همین کتاب) استفاده کنید. ما این کتاب تست را با توجه به رویکرد کنکورهای جدید، نیازهای شما و با مشورت با مشاوران و دبیران

مرحله اول

نگاه کلی به شکل‌های کتاب درسی و قسمت‌های نامگذاری‌شده توسط خود کتاب توجه کنید و مفاهیم آن را به خاطر بسپارید. این کار را دو الی سه بار انجام دهید.

در هر گفتار، از برش‌های کتاب درسی، متن کتاب درسی را به دقت بخوانید یعنی به کلمه کلمه کتاب توجه کنید و از کنار هر کدام به سادگی نگذرید. ما کلمات مهم و قیدها را هایلایت کردیم تا توجه شما به آن‌ها جلب شود، همچنین زیر جملات مهم خط کشیدیم. با یک

خط به خط خواندن

مرحله دوم

• این مرحله و مرحله قبل را تا آخر یک گفتار به طور کامل انجام دهید. دقت کنید که در این مرحله لازم نیست قسمت موشکافی متن و شکل را بخوانید. حواستان فقط و فقط به برش‌های کتاب درسی باشد.

• کتاب را ببینید و سعی کنید مفاهیم کلی و جملات آن برش از کتاب درسی را در ذهن خود مرور کنید. در این مرحله لازم نیست دقیقاً جملات کتاب درسی را بیان کنید همین‌که کلیات مفاهیم یادتان باشد کافی است. همچنین کلیات شکل‌ها و نامگذاری قسمت‌های آن را به خاطر بیاورید.

به خاطر سپاری

مرحله سوم

کنید. جواب شما هر چه که باشد حتماً باید پاسخنامه همه گزینه‌ها را به دقت بررسی کنید. همچنین نکات، تله‌های تستی، مشاوره‌ها و.. که در پاسخنامه آمده است را به دقت بخوانید و به خاطر بسپارید.

• سعی کنید همه تست‌های این پله را کار کنید اما اگر فرصتتان کم است اولویت با تست‌های TNT* است. • به سراغ تست‌های خطبه‌خط (پله اول) گفتار مربوط بروید و تست‌ها را به ترتیب حل کنید. بعد از بررسی همه گزینه‌ها و رسیدن به جواب به پاسخنامه رجوع

تست خطبه‌خط

مرحله

چهارم

و همه نکات و قسمت‌های مربوط به آن شماره (به جز نکات ترکیبی) را دقیق مطالعه می‌کنیم.

- این کار را تا پایان گفتار انجام می‌دهیم. برای افزایش یادگیری از جدول، نمودارها و تفکر طراح‌ها که در انتهای هر مبحث آمده کمک می‌گیریم و سعی می‌کنیم آموخته‌های خودمان را به چالش بکشیم.

- دور دوم: همانند دور اول، شروع می‌کنیم متن کتاب درسی را از برش کتاب درسی می‌خوانیم. برخلاف دور اول این بار نکاتی که در قسمت موشکافی متن آمده است را بررسی می‌کنیم. به هر کلمه یا جمله‌ای رسیدیم که روی آن شماره‌ای قرار گرفته است، به سراغ آن در قسمت موشکافی می‌رویم، توضیحات را می‌خوانیم

مفهومی و استنباطی خواندن

مرحله

پنجم

- شکل‌های کتاب درسی را به صورت ساده برای خودتان بکشید و نکات مهم آن را مرور کنید. دقت کنید که نیاز به نقاشی حرفه‌ای عین کتاب درسی نیست، همین که شکل شما شبیه کتاب درسی باشد کافیست!
- اگر همزمان برای امتحانات تشریحی و نهایی هم مطالعه می‌کنید، پس از این مرحله می‌توانید سراغ سؤالات تشریحی بخش فرمول ۲۰ رفته و آن‌ها را قبل از مرحله بعد کار کنید.

- بعد از خواندن هر مبحث یا گفتار، دوباره کتاب را می‌بندیم و سعی می‌کنیم مفهوم و عصاره آن مبحث را برای خودمان توضیح دهیم. یکی از راه‌های یادگیری توضیح آن به فرد دیگر است. تصور کنید می‌خواهید به یک دانش‌آموز فرضی تدریس کنید؛ سعی کنید مانند یک دبیر کار کشته مطالب را به صورت دسته‌بندی شده و همراه با نکات متن و شکل به دیگری آموزش دهید.

به خاطر سپاری ۲

مرحله

ششم

- گزینه‌ها را بررسی کنید و همه آپشن‌های پاسخنامه را بخوانید.
- در حین حل تست، تست‌های غلط، نزده، مهم و ... را برای خودتان نشان‌دار کنید، مثلاً قرارداد کنید تست‌هایی که از نظر شما مهم هستند را با ستاره، تست غلط را با ضربدر و تست‌های نزده را با منفی کنار شماره تست مشخص کنید. بعد از حل همه تست‌های یک گفتار نکات مهم و پرتکرار را در قسمت درسنامه مشخص کنید و اگر نکته‌ای آورده نشده است، به آن اضافه کنید.

- به سراغ پله دوم یعنی تست‌های مفهومی و استنباطی همان گفتار بروید. همانطور که گفته شد این تست‌ها کمی سخت‌تر و چالشی‌تر از تست‌های پله اول هستند پس باید حسابی حواستان جمع باشد و تک تک گزینه‌ها را با دقت بررسی کنید. برای حل هر تست زمان کافی صرف کنید و سعی کنید خودتان به درستی یا نادرستی گزینه‌ها برسید. اگر بعد از گذشت زمان کافی و استفاده حداکثری از دانش خود به جواب صحیح نرسیدید، ابتدا از درسنامه کمک بگیرید اما اگر باز گزینه درست را پیدا نکرده‌اید به پاسخنامه تشریحی مراجعه کنید. حتی اگر پاسختان صحیح باشد، همه

تست مفهومی و استنباطی

مرحله

هفتم

- مورد ملخ خواندیم مرور می‌کنیم.
- ما هم در قسمت موشکافی متن سعی کردیم همه مطالب ترکیبی را برایتان بیاوریم که در باکس‌های خاص مشخص شده است، اما توصیه می‌کنیم ابتدا دانسته‌های خود را به چالش بکشید بعد به باکس‌های ترکیبی مراجعه کنید.

- دور سوم قرار است تمرکزمان روی مطالب ترکیبی باشد. از اول گفتار شروع می‌کنیم برش‌های کتاب درسی را دوباره می‌خوانیم، کلمه به کلمه جلو می‌رویم و سعی می‌کنیم ارتباط هر کلمه را با دانسته‌های قبلی پیدا کنیم، مثلاً وقتی به کلمه «ملخ» در فصل چهار کتاب دهم رسیدیم مطالبی که در سه فصل قبل در

ترکیبی خواندن

مرحله

هشتم

- با قبل و بعد با آیکون‌های خاص نشان داده شده است.
- از زدن تست‌های ترکیبی حتی ترکیبی با آینده نترسید. کار کردن تست‌های ترکیبی ذهن شما را خلاق بار می‌آورد و باعث می‌شود در مطالعه‌تان نیز دید ترکیبی پیدا کنید.

- پله سوم تست‌های این کتاب، تست‌های ترکیبی هستند. چیش تست‌ها به این صورت است که از فصل یک دهم شروع می‌شود و تا فصل آخر دوازدهم به ترتیب هر فصلی که مطالب ترکیبی با فصل مربوطه داشته باشد، آمده است. پس در هر فصلی که هستید تست‌ها را به ترتیب حل کنید. در کنار تست‌ها نیز ترکیب

تست ترکیبی

مرحله نهم

تست های کنکور

- در پله چهارم با تست های کنکورهای اخیر روبه رو می شوید. همان طور که گفته شد پاسخ این تست ها صرفاً پاسخ تشریحی گزینه ها نیستند. ما سعی کردیم دید طراح و رفتار او را در هر سال تجزیه و تحلیل کرده و دست او را برایتان رو کنیم!
- ممکن است مشاور یا دبیر شما توصیه کند که بعد از مطالعه و یا تدریس ابتدا تست های کنکور سراسری را کار کنید و بعد سراغ تست های تألیفی بروید. هیچ اشکالی ندارد، در این صورت این پله را در اولین مرحله تست زنی کار کنید.

مرحله دهم

به خاطر سپاری ۳ و جمع بندی

- همه مراحل قبل را گفتار به گفتار تکرار می کنیم تا کل فصل تمام شود. حالا نوبت جمع بندی و مرور کل فصل هست. به قسمت درسنامه مراجعه کنید. یک بار دیگر قسمت های برش کتاب درسی را با دقت بخوانید و نکات مربوط به آن را از موشکافی متن دنبال کنید. برای مرور نکات تصاویر هم از قسمت موشکافی شکل استفاده کنید. اگر در دوره های اول و دوم مطالب را درست و اصولی یاد گرفته باشید، این مرتبه نباید زیاد طول بکشد و کل فصل را می توانید در یک واحد مطالعاتی تمام کنید. هایلایت هایی که ما روی کتاب درسی انجام دادیم و قسمت های مهمی که خودتان مشخص کردید، در این مرحله خیلی به کارتان می آید.

مرحله یازدهم

آزمون های آخر فصل

- حالا وقت آزمون دادن و یادگیری مهارت های مدیریت آزمون است. حداقل دو روز بعد از جمع بندی کل فصل، آزمون انتهای فصل را در شرایط کاملاً آزمون برای خود اجرا کنید. حتماً این آزمون را در زمان مناسب و با رعایت شرایط کامل یک آزمون استاندارد (رعایت زمان پیشنهادی، مکان مناسب و بدون تقلب!) انجام دهید. بعد از پایان آزمون به تحلیل آزمون خود و پاسخنامه تشریحی بپردازید. ما سعی کردیم مطالب مهم و پرتکرار را مورد پرسش قرار دهیم تا با زدن آزمون کل فصل برایتان جمع بندی و مرور شود.
- راهکارهای مختلف مدیریت آزمون، مثل استفاده از تکنیک های ضرب و منها، تکنیک زمان های اضافی و ... را یاد بگیرید و با تمرین زیاد مدیریت آزمون خود را افزایش دهید.
- دقت کنید که مدیریت آزمون یک مهارت هست و با تمرین و تکرار زیاد به دست می آید و ربطی به دانش شما ندارد. پس تا می توانید آزمون های مختلف با سطوح مختلف را کار کنید.

مرحله دوازدهم

آزمون های اینترنتی و مرور

- علاوه بر آزمون چاپی ما سه آزمون اینترنتی با سطوح مختلف برایتان در نظر گرفتیم. توصیه می کنیم این آزمون ها را در فاصله زمانی مناسب از آزمون چاپی برگزار کنید (به ترتیب، یک هفته بعد، یک ماه بعد و سه ماه بعد). همچنین قبل از آزمون حتماً یک بار دیگر فصل مربوطه را مرور کنید.
- فراموش نکنید که تحلیل آزمون یعنی بررسی سؤالات نزده، غلط و حتی صحیح، از خود آزمون دادن هم مهم تر هست. با تحلیل آزمون علت بی دقتی، شک کردن، غلط زدن، افتادن در دام آموزشی و ... را متوجه می شوید. خلاصه با زدن آزمون های فراوان و تحلیل آن ها کار را تمام کنید!

شاید اجرای مراحل بالا در نگاه اول کمی سخت و گیج کننده به نظر برسد. این طبیعی است چون من سعی کردم همه چیز را کامل و با جزئیات به شما توضیح دهم. مطمئن باشید بعد از دو سه گفتار راه می افتید و به یک فرد حرفه ای در درس زیست شناسی تبدیل خواهید شد.

تشکر و سپاس فراوان از ...

ناظران علمی این کتاب، آقای دکتر میثم فروزنده و دکتر الهام قاسم لو که هر دو عزیز دارای مدرک دکترای زیست شناسی (گرایش فیزیولوژی) هستند، هر جا علمان ته می کشید از این اساتید می آموختیم. انشاء الله بتوانیم جبران کنیم.

- از همه دبیران عزیز و دانش آموزان می خواهیم، هر پیشنهاد، انتقاد یا ویرایش و ... دارند از طریق راه های زیر به اطلاع ما برسانند. با جان و دل پذیرا هستیم. هم چنین بسیاری از سؤالات مهم و چالشی توسط مؤلفان این کتاب، به صورت رایگان در سایت و شبکه های مجازی زیستار تدریس خواهد شد. علاوه بر این کلی نکته، فیلم آموزشی، آزمون آنلاین و آفلاین، جزوه و ... رایگان در انتظار شماست.

در پایان

از خانواده هایمان، از مهندس محمد جوکار و از تمام پرسنل عزیز و گرامی گاج تشکر می کنیم و به همشون می گیم که «دمتون گرم، ترکوندید!»

فهرست مطالب

تنظیم آسمزی و دفع مواد زائد

۲۲۶	گفتار ۱: هم‌ایستایی و کلیه‌ها	۱
۲۳۹	گفتار ۲: تشکیل ادرار و تخلیه آن	۲
۲۵۴	گفتار ۳: تنوع دفع و تنظیم آسمزی در جانداران	۳

از یاخته تا گیاه

۲۶۲	گفتار ۱: ویژگی‌های یاخته گیاهی	۱
۲۸۱	گفتار ۲: سامانه بافتی	۲
۲۹۶	گفتار ۳: ساختار گیاهان	۳

جذب و انتقال مواد در گیاهان

۳۱۶	گفتار ۱: تغذیه گیاهی	۱
۳۲۸	گفتار ۲: جانداران مؤثر در تغذیه گیاهی	۲
۳۳۷	گفتار ۳: انتقال مواد در گیاهان	۳

دنیای زنده

۱۰	گفتار ۱: زیست‌شناسی چیست؟	۱
۱۸	گفتار ۲: گستره حیات	۲
۲۷	گفتار ۳: یاخته و بافت در بدن انسان	۳

گوارش و جذب مواد

۴۸	گفتار ۱: ساختار و عملکرد لوله گوارش	۱
۷۵	گفتار ۲: جذب مواد و تنظیم فعالیت دستگاه گوارش	۲
۸۹	گفتار ۳: تنوع گوارش در جانداران	۳

تبادلات گازی

۱۰۲	گفتار ۱: سازوکار دستگاه تنفس در انسان	۱
۱۲۵	گفتار ۲: تهویه ششی	۲
۱۴۱	گفتار ۳: تنوع تبادلات گازی	۳

گردش مواد در بدن

۱۵۰	گفتار ۱: قلب	۱
۱۷۹	گفتار ۲: رگ‌ها	۲
۲۰۰	گفتار ۳: خون	۳
۲۱۳	گفتار ۴: تنوع گردش مواد در جانداران	۴

فصل چهارم

4

گردش مواد در بدن



تله تستی



دقت و هشدار



رفع ابهام



تفکر طراح



سخن مؤلف



مطالب ترکیبی



مثال



ارتباط تصویری



نکته



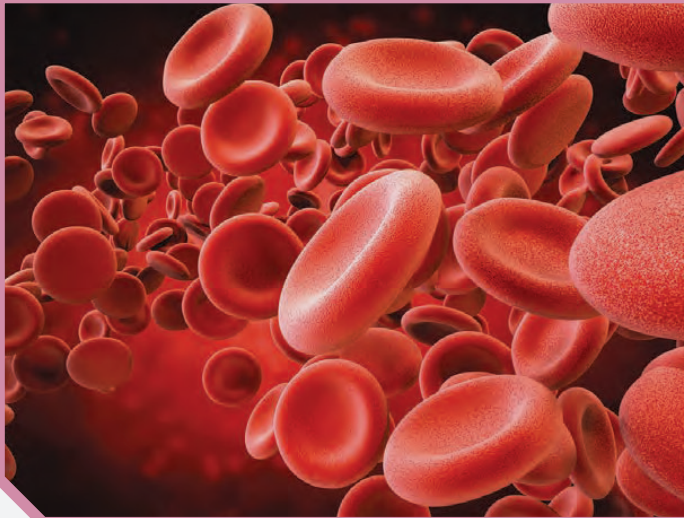
بیشتر بدانیم



سؤال



نتیجه



فصل ۴

گردش مواد در بدن

شاید شما هم این جملات را شنیده باشید: شخصی پس از مراجعه برای رگ‌نگاری (آنژیوگرافی)، متوجه شده که تعدادی از رگ‌های تاجی (کرونر) قلبش گرفته است و باید عمل کند؛ آزمایش خون نشان داد که چربی خونم بالا اما خون بهر (هماتوکریت) طبیعی است؛ قلب مصنوعی راهی برای حفظ زندگی افرادی است که قلب آنها از کار افتاده.

منظور از رگ‌نگاری، رگ‌های تاجی، قلب مصنوعی و خون بهر چیست؟ آیا همه جانداران گردش مواد دارند؟ گردش مواد در انسان با بقیه مهره‌داران چه تفاوتی دارد؟ در این فصل با آشنایی بیشتر با دستگاه گردش مواد در انسان و بعضی جانوران، پاسخ بسیاری از پرسش‌ها را خواهید یافت.

۱۵۰

موشکافی متن:



۳ قلب مصنوعی ساختاری برای حفظ گردش خون در بدن است و عملکردی مشابه قلب طبیعی دارد. ضمناً حواست باشد که تولید قلب مصنوعی با نگرش بین‌رشته‌ای مرتبط است. (دهم - فصل ۱)

۴ جانداران تک‌یاخته‌ای دستگاه گردش مواد ندارند و می‌توانند به صورت مستقیم به تبادل مواد با محیط بپردازند. اما در جانداران پریاخته‌ای، به دلیل این‌که همه یاخته‌ها با محیط بیرون ارتباط ندارند؛ لازم است تا دستگاهی برای گردش مواد ایجاد شود.

۵ گردش مواد در انسان با سایر مهره‌داران تفاوت‌هایی دارد. از جمله:

- ۱- در انسان برخلاف بعضی مهره‌داران (ماهی‌ها) گردش خون مضاعف وجود دارد. یعنی خون ضمن یک بار گردش در بدن، دو بار از قلب عبور می‌کند.
- ۲- دستگاه گردش مواد انسان بیشتر از سایر مهره‌داران، مواد را در خلاف جهت جاذبه زمین به گردش درمی‌آورد. بنابراین به نیروی بیشتری نیاز دارد.

۱ رگ‌های تاجی (کرونر) رگ‌های خون‌رسان به برون‌شامه و ماهیچه قلب هستند که از سرخرگ آئورت منشعب می‌شوند و گرفتگی این رگ‌ها می‌تواند باعث سکته قلبی شود. آنژیوگرافی روشی است که برای تعیین میزان گرفتگی رگ‌های تاجی (کرونر) استفاده می‌شود. با روش آنژیوگرافی می‌توان از بروز سکته قلبی پیشگیری کرد.

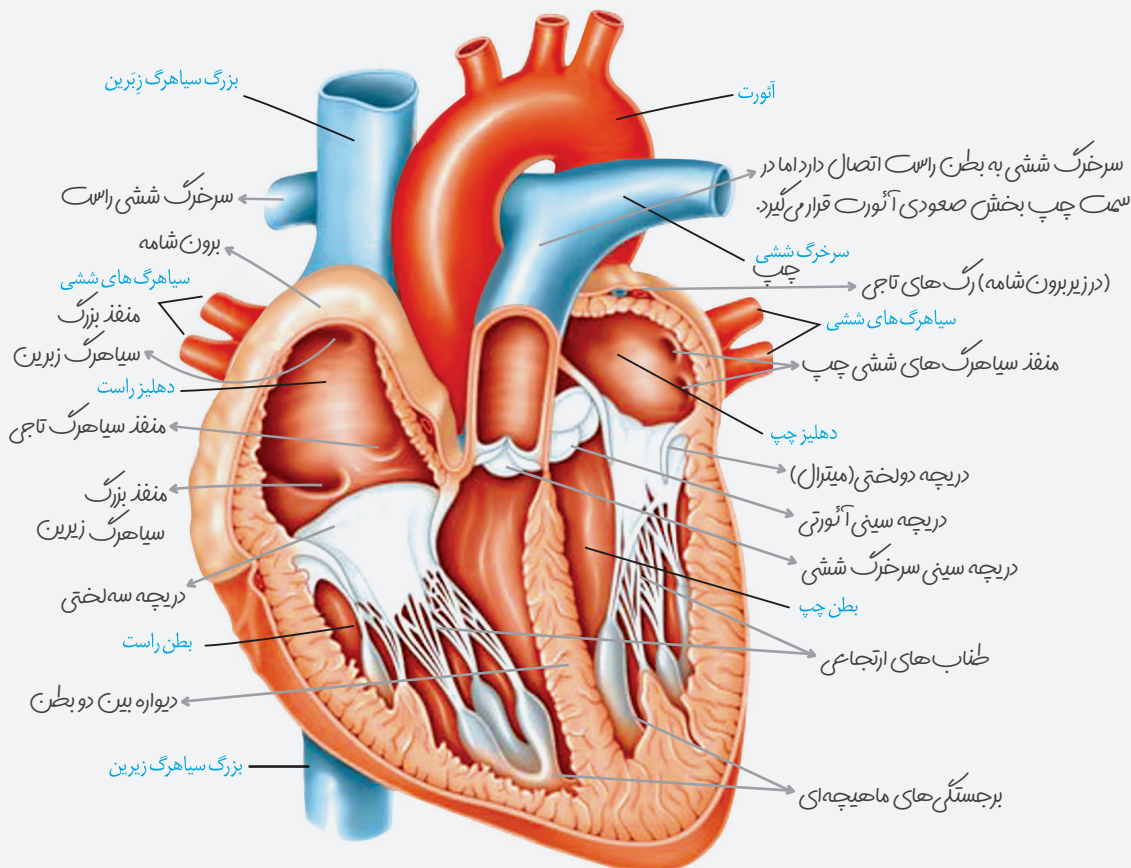
یک سری عوامل مانند زیاد بودن میزان LDL، سیگار و الکل شانس سکته قلبی و نیاز به آنژیوگرافی را افزایش می‌دهند. (دهم - فصل ۲)

۲ به نسبت حجم گویچه‌های قرمز به حجم خون، خون بهر (هماتوکریت) گفته می‌شود. خون بهر طبیعی طبق کتاب درسی حدود ۴۵ درصد است. امکان دارد در فردی که چربی خون بالایی دارد، خون بهر طبیعی باشد؛ درواقع چربی خون و خون بهر دو پارامتر مستقل از یکدیگر هستند.



گفتار ۱ قلب

در سال‌های گذشته آموختید که دستگاه گردش مواد در انسان، از قلب، رگ‌ها و خون تشکیل شده است. در شکل ۱، بخش‌های تشکیل دهنده قلب و رگ‌های متصل به آن را می‌بینید.



شکل ۱- قلب و رگ‌های متصل به آن

با این که کتاب درسی بیان کرده است که «دستگاه گردش مواد در انسان، از قلب، رگ‌ها و خون تشکیل شده است»، اما بین دستگاه گردش خون و گردش مواد یه تفاوت ریزی وجود دارد و اون تفاوت لنف هست. درواقع دستگاه گردش مواد از قلب، رگ‌ها، خون و لنف تشکیل شده است؛ درحالی که دستگاه گردش خون فاقد لنف است. هر رگی که از قلب خارج شود (فارغ از نوع خون)، سرخرگ و هر رگی که به قلب وارد شود (فارغ از نوع خون)، سیاهرگ است.

در بدن سیاهرگ دارای خون روشن و سرخرگ دارای خون تیره هم داریم. بنابراین به عنوان یک نکته مهم یادتان باشد که «معیار برای سرخرگ بودن و سیاهرگ بودن یک رگ، وجود خون روشن یا تیره در آن نیست».

از بین رگ‌های گفته شده در کتاب درسی، سرخرگ ششی، سرخرگ‌های بند ناف، سرخرگ ورودی به سطوح تنفسی کرم خاکی و سرخرگ شکمی ماهی خون تیره دارند. سیاهرگ‌های ششی و سیاهرگ بندناف خون روشن دارند. (یازدهم - فصل ۷)

موشکافی متن:

دستگاه سطح چهارم سازمان‌یابی حیات است و از اندام‌ها (قلب و رگ‌ها) و بافت‌های مختلفی تشکیل شده است. اندام‌های بدن مثل قلب و رگ‌ها سطح سوم حیات هستند و از بافت‌های مختلفی تشکیل شده‌اند. خون نوعی بافت است و در سطح دوم حیات جای می‌گیرد. (دهم - فصل ۱)

دستگاه گردش مواد با سایر دستگاه‌های بدن از جمله دستگاه گوارش (جذب و انتقال مواد غذایی)، دستگاه تنفس (تبادل گازهای تنفسی)، دستگاه دفع مواد زائد (جابه‌جایی مواد زائد مانند اوره، اوریک اسید و آمونیاک)، دستگاه درون‌ریز (جابه‌جایی هورمون‌ها) و دستگاه ایمنی ارتباط نزدیکی دارد. علاوه بر این دستگاه گردش مواد با انتقال مواد غذایی و گازهای تنفسی، نقش مهمی در فعالیت یاخته‌های سایر دستگاه‌ها ایفا می‌کند. (دهم - فصل ۲، ۳، ۴ و ۵ و یازدهم - فصل ۴ و ۵)



موشکافی شکل ۱:

۱. قلب به صورت مایل (نه عمودی) در قفسه سینه قرار گرفته است به طوری که نوک قلب به سمت چپ قرار می‌گیرد.
۲. قلب از سمت راست و چپ با پرده جنب شش‌ها و از پایین با میان‌بند (دیافراگم) تماس دارد. همچنین در جلوی قسمت فوقانی قلب، تیموس قرار می‌گیرد. (دهم - فصل ۳ و یازدهم - فصل ۵)
۳. قلب از دو نیمه راست و چپ تشکیل شده است و هر نیمه قلب یک دهلیز، یک بطن و دو دریچه دارد. بین دو نیمه قلب دیواره‌ای ماهیچه‌ای قرار دارد که ضخامت آن در بخش‌های مختلف متفاوت است. برای مثال ضخامت دیواره بین دو بطن در بخش بالایی آن کمتر از بخش‌های پایینی است.
۴. قلب انسان چهار حفره و چهار دریچه دارد. دوتا از دریچه‌ها بین دهلیزها و بطن‌ها و دوتای دیگر در ابتدای سرخرگ‌های آئورت و ششی قرار دارند.
۵. دهلیزها حفره‌های بالایی قلب هستند که خون را از سیاهرگ‌ها دریافت کرده و به بطن‌ها منتقل می‌کنند. بطن‌ها حفره‌های پایینی قلب هستند که خون را به سرخرگ‌ها وارد می‌کنند.
۶. به طور کلی بطن‌ها بزرگ‌تر از دهلیزها هستند و خون بیشتری در خود جای می‌دهند.
۷. بین سیاهرگ‌ها و دهلیزها دریچه‌ای وجود ندارد، اما بین بطن‌ها و سرخرگ‌ها دریچه دیده می‌شود.
۸. دهلیز راست: ۱- خون تیره خروجی از اندام‌های بالایی بدن را از طریق بزرگ‌سیاهرگ زیرین و خون خروجی از اندام‌های پایینی بدن را از طریق بزرگ‌سیاهرگ زیرین دریافت می‌کند. همچنین از سیاهرگ کرونری نیز خون دریافت می‌کند. ۲- خون موجود در دهلیز راست با عبور از دریچه سه‌لختی به بطن راست وارد می‌شود. ۳- در دیواره پشتی دهلیز راست سه مدخل برای ورود خون به آن وجود دارد که به ترتیب از بالا به پایین عبارت‌اند از: الف) مدخل بزرگ‌سیاهرگ زیرین ب) مدخل سیاهرگ کرونری ج) مدخل بزرگ‌سیاهرگ زیرین ۴- در مجموع با چهار منفذ ارتباط دارد: سه منفذ گفته شده + منفذ مرتبط با بطن راست ۵- فاصله بین مدخل سیاهرگ کرونری تا مدخل بزرگ‌سیاهرگ زیرین کمتر از فاصله بین مدخل سیاهرگ کرونری تا مدخل بزرگ‌سیاهرگ زیرین است. ۶- قطر لایه ماهیچه‌ای دهلیز راست از پایین به بالا کاهش می‌یابد؛ به طوری که کمترین ضخامت دهلیز راست در مجاورت بزرگ‌سیاهرگ زیرین (محل قرارگیری گره سینوسی دهلیزی) دیده می‌شود. ۷- منفذ سیاهرگ کرونری نسبت به منفذ بزرگ‌سیاهرگ‌ها کوچک‌تر است. ۹. دهلیز چپ: ۱- خون روشن خروجی از شش‌ها را از طریق چهار سیاهرگ ششی دریافت می‌کند. ۲- خون موجود در دهلیز چپ با عبور از دریچه دولختی به بطن چپ وارد می‌شود. ۳- چهار منفذ برای ورود خون به آن وجود دارد که مربوط به چهار سیاهرگ ششی هستند و در مجموع با ۵ منفذ (یکی هم منفذ بین دهلیز و بطن چپ) مرتبط است. ۴- قطر لایه ماهیچه‌ای این حفره قلبی برخلاف سایر حفرات قلبی در بخش‌های مختلف آن تقریباً ثابت است. ۱۰. بطن راست: ۱- خون تیره را از دهلیز راست دریافت و به سرخرگ ششی منتقل می‌کند. بنابراین با انقباض خود در باز شدن دریچه سینی ششی نقش دارد. ۲- حجیم‌ترین حفره قلبی است. ۳- در مجموع با

- دو منفذ ارتباط دارد: یکی برای ورود خون از دهلیز و یکی برای خروج خون به سرخرگ ششی. ۴- طناب‌های ارتجاعی مرتبط با دریچه سه‌لختی به برجستگی‌های ماهیچه‌ای این بطن متصل می‌شوند. ۱۱. بطن چپ: ۱- خون روشن را از دهلیز چپ دریافت کرده و به آئورت منتقل می‌کند. در نتیجه انقباض خود باعث باز شدن دریچه سینی آئورتی می‌شود. ۲- ضخیم‌ترین دیواره ماهیچه‌ای را در بین حفرات قلبی دارد ۳- با دو منفذ در ارتباط است: یکی برای ورود خون از دهلیز و دیگری برای خروج خون به آئورت. ۴- طناب‌های ارتجاعی مرتبط با دریچه دولختی به برآمدگی‌های سطح درونی این بطن متصل هستند. ۱۲. مقایسه بطن‌ها: بطن راست حجم، برجستگی‌های ماهیچه‌ای و طناب‌های ارتجاعی بیشتری دارد. بطن چپ دیواره ضخیم‌تری داشته و سهم بیشتری در تشکیل نوک قلب دارد. ۱۳. از بین حفره‌های قلبی، دهلیز چپ کوچک‌تر از سایرین بوده و به رگ‌های بیشتری (چهار عدد) اتصال دارد. بطن راست بیشترین حجم و بطن چپ بیشترین ضخامت دیواره را دارد. ۱۴. ضخامت دیواره بین دو بطن در بیشتر طول خود تقریباً ثابت است، اما در نزدیکی سرخرگ ششی، ضخامت دیواره بین بطن‌ها از پایین به بالا کاهش می‌یابد و زمانی که به سرخرگ ششی می‌رسد کمترین ضخامت خود را دارد. ۱۵. ضخامت دیواره بین‌بطنی در اکثر نقاط (به جز مجاورت سرخرگ ششی) از ضخامت دیواره بین‌دهلیزی بیشتر است. ۱۶. در دیواره بین دو بطن لایه‌های ماهیچه‌ای و درون‌شامه دیده می‌شوند، اما لایه برون‌شامه وجود ندارد. ۱۷. دیواره اطراف دهلیزها و بطن‌ها، برخلاف دیواره بین‌بطنی، از هر سه لایه بافتی قلب تشکیل شده است. ۱۸. با توجه به شکل، در قلب ۱۱ منفذ مشاهده می‌شود ۹ تا بین قلب و رگ‌ها و دوتا بین دهلیزها و بطن‌ها. ۱۹. دریچه‌های قلبی عبارت‌اند از: دریچه سه‌لختی، دولختی، سینی ششی و سینی آئورتی. ۲۰. دریچه سه‌لختی: ۱- بین دهلیز و بطن راست قرار دارد. ۲- از سه قطعه آویخته تشکیل شده است. ۳- به سمت پایین باز و به سمت بالا بسته می‌شود. ۴- از طریق طناب‌های ارتجاعی به برجستگی‌های ماهیچه‌ای بطن راست وصل می‌شود. ۲۱. دریچه دولختی: ۱- بین دهلیز و بطن چپ قرار دارد. ۲- از دو قطعه آویخته تشکیل شده است. ۳- به سمت پایین باز و به سمت بالا بسته می‌شود. ۴- از طریق طناب‌های ارتجاعی به برجستگی‌های ماهیچه‌ای بطن چپ وصل می‌شود. ۲۲. دریچه سینی ششی: ۱- در ابتدای سرخرگ ششی قرار دارد ۲- از سه قطعه غیرآویخته تشکیل شده است. ۳- به سمت بالا باز و به سمت پایین بسته می‌شود. ۲۳. دریچه سینی آئورتی: ۱- در ابتدای آئورت قرار دارد. ۲- از سه قطعه غیرآویخته تشکیل شده است ۳- به سمت بالا باز و به سمت پایین بسته می‌شود. ۲۴. دریچه‌های سینی برخلاف دریچه‌های دولختی و سه‌لختی: ۱- از قطعات غیرآویخته تشکیل شده‌اند ۲- به سمت پایین بسته و به سمت بالا باز می‌شوند. ۳- با دهلیزها ارتباطی ندارند. ۴- به طناب‌های ارتجاعی اتصال ندارند.



۳۰. هم عبارت «سرخرگ ششی» صحیح است و هم «سرخرگ‌های ششی»! چون کتاب درسی به شاخهٔ چپ انشعاب‌گرفته از دستهٔ بالاروی سرخرگ خروجی از بطن راست اشاره کرده و آن را «سرخرگ ششی» نامیده است. خب ما می‌دانیم که انشعاب راست آن نیز سرخرگ ششی است؛ پس عبارت «سرخرگ‌های ششی» صحیح است. از طرفی می‌دانیم که سرخرگ خروجی از بطن راست نیز سرخرگ ششی است؛ بنابراین عبارت «سرخرگ ششی» نیز صحیح است.

۳۱. برون‌شامهٔ قلب در محل خروج سرخرگ‌ها از بطن‌ها، به سمت خارج تا می‌خورد و پیراشامه را تشکیل می‌دهد.

۳۲. بزرگ‌سیاهرگ زیرین: ۱- به قسمت فوقانی دهلیز راست وارد می‌شود. ۲- از جلوی سرخرگ ششی راست و همینطور سیاهرگ‌های ششی سمت راست عبور می‌کند. ۳- منفذ آن در دیوارهٔ دهلیز راست در مجاورت گره پیشاهنگ قلب است.

۳۳. بزرگ سیاهرگ زیرین: ۱- با عبور از پشت بطن راست به قسمت پایینی دهلیز راست وارد می‌شود. ۲- در محلی بالاتر از دریچهٔ سه‌لختی به دهلیز راست می‌ریزد.

۳۴. بزرگ‌سیاهرگ زیرین در مقایسه با بزرگ‌سیاهرگ زیرین طول خیلی بیشتری داشته و خون قسمت‌های بیشتری از بدن را جمع‌آوری می‌کند.

۳۵. سیاهرگ‌های ششی: ۱- چهار عدد هستند و خون روشن را از شش‌ها به دهلیز چپ منتقل می‌کنند. ۲- قطر کم‌تری از بزرگ‌سیاهرگ زیرین، بزرگ‌سیاهرگ زیرین، سرخرگ ششی و سرخرگ آئورت دارند. ۳- سیاهرگ‌های ششی راست طویل‌تر از سیاهرگ‌های ششی چپ هستند. ۴- جفت سیاهرگ ششی راست قبل از پیوستن به دهلیز چپ، از پشت بزرگ‌سیاهرگ زیرین، شاخهٔ بالاروی آئورت و دستهٔ بالاروندهٔ سرخرگ ششی عبور می‌کند. ۵- سیاهرگ‌های ششی هر چه به سمت قلب می‌آیند، به یکدیگر نزدیک‌تر می‌شوند.

۲۵. برآمدگی‌های سطح درونی بطن‌ها که به طناب‌های دریچه‌های دهلیزی بطنی متصل می‌شوند، از جنس بافت ماهیچه‌ای، پیوندی و پوششی هستند. درواقع لایه‌های میانی و درونی در تشکیل آن‌ها نقش دارند.

۲۶. طناب‌های ارتجاعی دریچهٔ سه‌لختی نسبت به دولختی بیشتر است.

۲۷. هم سرخرگ‌های خروجی و هم سیاهرگ‌های ورودی به نیمهٔ بالایی قلب متصل می‌شوند.

۲۸. سرخرگ آئورت: ۱- قطورترین رگ متصل به قلب است و با بطن چپ ارتباط دارد. ۲- محل اتصال آئورت به قلب در پشت سرخرگ ششی قرار دارد. ۳- آئورت در قسمت فوقانی قلب و روی سرخرگ ششی راست یک قوس تشکیل می‌دهد که سه قسمت دارد، یک قسمت صعودی، یک قسمت افقی و یک قسمت نزولی. ۴- قسمت صعودی قوس آئورت از جلوی سرخرگ ششی و قسمت نزولی قوس آئورت از پشت سرخرگ ششی عبور می‌کند. ۵- قسمت افقی آئورت در بالای سرخرگ ششی قرار دارد و سه سرخرگ از آن جدا می‌شوند که انشعاب اول (سمت راست) قطورتر از دو انشعاب دیگر است. عملکرد این رگ‌ها در سطح کتاب درسی مطرح نیست، اما برای اطلاعات عمومی‌تون خوبه! اولین انشعاب، خون‌رسانی به دست راست و سمت راست سر و گردن را برعهده دارد. انشعاب میانی خون‌رسانی قسمت چپ سر و گردن و انشعاب آخر، خون‌رسانی به دست چپ را انجام می‌دهند. طبق تصویر کتاب درسی، فاصله انشعاب اول و دوم بیشتر از فاصله انشعاب دوم و سوم است. ۶- قسمت نزولی قوس آئورت از پشت قلب پایین می‌آید و خون‌رسانی به بخش‌های پایین‌تر از قلب مانند محوطهٔ شکم و پاها را برعهده دارد.

۲۹. سرخرگ ششی: ۱- بطن راست به یک سرخرگ ششی اتصال دارد. این سرخرگ در زیر قوس آئورت به دو شاخه تقسیم می‌شود و سرخرگ‌های ششی راست و چپ را ایجاد می‌کند. ۲- قسمت ابتدایی سرخرگ ششی راست در زیر قسمت افقی قوس آئورت و پشت قسمت صعودی قوس آئورت و بزرگ‌سیاهرگ زیرین قرار می‌گیرد. ۳- سرخرگ ششی راست طویل‌تر از سرخرگ ششی چپ است. ۴- سرخرگ ششی چپ از جلوی قسمت نزولی آئورت عبور می‌کند.

ورودی (۷ رگ)	چهار سیاهرگ با خون روشن (سیاهرگ‌های ششی)	
	سه سیاهرگ با خون تیره (بزرگ سیاهرگ زیرین، بزرگ سیاهرگ زیرین و سیاهرگ تاجی)	ورود به دهلیز چپ
خروجی (۲ رگ)	یک سرخرگ با خون روشن (آئورت)	خروج از بطن چپ
	یک سرخرگ با خون تیره (سرخرگ ششی)	خروج از بطن راست



حفرهٔ قلبی

- دارای ضخیم‌ترین بخش ← بطن چپ (در نوک قلب)
- دارای نازک‌ترین بخش قلب ← قسمت فوقانی دهلیز راست (مجاور بزرگ‌سیاهرگ زیرین و گره سینوسی دهلیزی)
- دارای بیشترین حجم ← بطن راست
- دارای کم‌ترین حجم ← دهلیز چپ
- دارای گره ضربان‌ساز ← دهلیز راست
- مرتبط با دریچهٔ سه‌قطعه‌ای ← هر چهار حفره
- مرتبط با دریچهٔ سه‌قطعه‌ای آویخته ← دهلیز و بطن راست.
- مرتبط با دریچهٔ سه‌قطعه‌ای غیرآویخته ← بطن راست و بطن چپ
- مرتبط با دو دریچهٔ سه‌قطعه‌ای ← بطن راست
- دارای بیشترین طناب ارتجاعی ← بطن راست
- مرتبط با بیش از یک رگ بزرگ ← دهلیز راست و دهلیز چپ
- مرتبط با بیشترین رگ ← دهلیز چپ
- مصرف‌کنندهٔ بیشترین ATP ← بطن چپ
- تشکیل‌دهندهٔ بیشتر سطح جلویی قلب ← بطن راست



هر رگی که

۱. با قلب ارتباط دارد ← ۱۱ رگ (سرخرگ آئورت، سرخرگ ششی، بزرگ سیاهرگ زیرین، بزرگ سیاهرگ زیرین، چهار سیاهرگ ششی، دوتا سرخرگ و یک سیاهرگ تاجی)
۲. به قلب خون می‌رساند ← ۹ رگ (بزرگ سیاهرگ زیرین، بزرگ سیاهرگ زیرین، چهار سیاهرگ ششی، دوتا سرخرگ و یک سیاهرگ تاجی)
۳. خون را به فضای درونی حفرات قلبی وارد می‌کند ← ۷ رگ (بزرگ سیاهرگ زیرین، بزرگ سیاهرگ زیرین، سیاهرگ تاجی و چهار سیاهرگ ششی)
۴. خون را از فضای درونی حفرات قلبی خارج می‌کنند ← دو تا (سرخرگ آئورت و سرخرگ ششی)
۵. با فضای درونی حفرات سمت چپ قلب ارتباط دارند ← ۵ رگ (سرخرگ آئورت و چهار سیاهرگ ششی)
۶. با فضای درونی حفرات سمت راست قلب ارتباط دارند ← ۴ رگ (سرخرگ ششی، بزرگ سیاهرگ زیرین، بزرگ سیاهرگ زیرین و سیاهرگ تاجی)
۷. با قلب ارتباط دارد و خون روشن دارند ← ۷ رگ (سرخرگ آئورت، چهار سیاهرگ ششی و دو سرخرگ تاجی)
۸. با قلب ارتباط دارد و خون تیره دارند ← ۴ رگ (سرخرگ ششی، بزرگ سیاهرگ زیرین، بزرگ سیاهرگ زیرین و سیاهرگ تاجی)

مورد مقایسه	دهلیزها	بطن‌ها
نقش	دریافت خون از سیاهرگ‌ها	وارد کردن خون به سرخرگ‌ها
مدت انقباض	کمتر (حدود ۱/۰ ثانیه)	بیشتر (حدود ۳/۰ ثانیه)
زمان خروج خون از آن‌ها	استراحت عمومی و انقباض دهلیزی	انقباض بطنی
میزان یاخته‌های ماهیچه‌ای و رشته‌های کلاژن	بیشتر	کمتر
رگ‌های بزرگ مرتبط	۷ (دهلیز راست ۳ تا و دهلیز چپ ۴ تا)	۲
منافذ درون	بیشتر	کمتر
برجستگی‌های ماهیچه‌ای	کمتر	بیشتر
طناب‌های ارتجاعی	ندارند	دارند
ارتباط با دریچه در مسیر ورودی	ندارند	دارند
ارتباط با دریچه در مسیر خروجی	دارند	دارند
فاصله تا میان‌بند (دیافراگم)	بیشتر	کمتر

با گردش خون عمومی و ششی آشنا هستید. با توجه به شکل ۲، مسیر هر کدام را در بدن مشخص، و هدف دو نوع گردش خون را با هم مقایسه کنید.

با توجه به آنچه قبلاً آموختید، در گروه‌های درسی خود در مورد پرسش‌های زیر با همدیگر گفت‌وگو کنید و پاسخ مناسبی برای آنها بیابید:

– هر دهلیز خون را از کجا دریافت می‌کند؟ ۳

– هر بطن خون را به کجا می‌فرستد؟ ۴

– خونِ طرف چپ و راست قلب، با هم چه تفاوت‌هایی دارد؟ ۵

– چرا ضخامت دیواره بطن‌های چپ و راست با هم متفاوت است؟ ۶

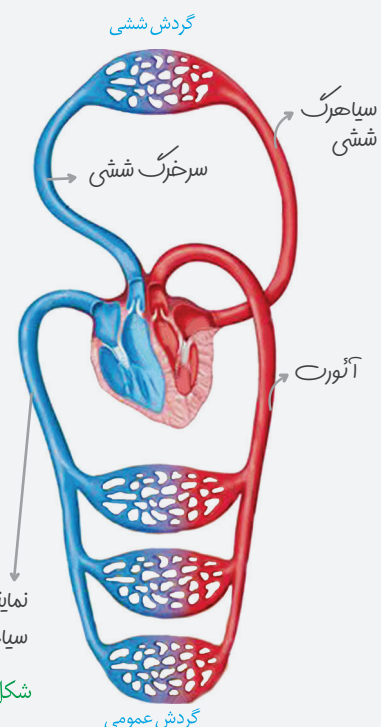
مسیر گردش خون ششی: بطن راست

سرخرگ ششی

سرخرگ‌های کوچک

شکله مویرگی حبابک

دهلیز چپ → چهار سیاهرگ ششی → سیاهرگ‌های کوچک



شکل ۲- گردش خون عمومی و ششی



מושکافی متن:

۱ گردش خون عمومی از **بطن چپ** آغاز شده و به **دهلیز راست** ختم می‌شود. این مسیر خون روشن را به تمامی اندام‌های بدن منتقل می‌کند. در این مسیر قلب خون روشن را از طریق سرخرگ‌ها به سمت اندام‌های بدن می‌فرستد و پس از تبادل گازها در مویرگ‌های اندام‌ها (تبدیل خون روشن به تیره)، خون تیره به قلب باز می‌گردد.

با این‌که همهٔ اندام‌های بدن رگ خونی دارند؛ اما دقت داشته باشید که بعضی بخش‌های بدن مانند قرنیه، عدسی و لایهٔ خارجی پوست (اپیدرم) رگ خونی ندارند. بنابراین رگ‌های خونی گردش عمومی به تمامی بخش‌های بدن وارد نمی‌شوند. (یازدهم - فصل ۲)

۲ گردش خون ششی از **بطن راست** آغاز شده و به **دهلیز چپ** ختم می‌شود. این مسیر خون تیره را به شش‌ها فرستاده و پس از تبادل گازها در شش‌ها (تبدیل خون تیره به روشن)، خون روشن را به قلب باز می‌گرداند. گردش خون رگ‌های تاجی (کرونری) جزء گردش خون عمومی حساب می‌شود.

شش‌ها هم از گردش خون عمومی و هم از گردش خون ششی، خون دریافت می‌کنند.

۳ دهلیزها خون را از سیاهرگ‌ها دریافت می‌کنند. دهلیز راست از سه سیاهرگ با خون تیره (بزرگ‌سیاهرگ زیرین، بزرگ‌سیاهرگ زیرین و سیاهرگ کرونر) و دهلیز چپ از چهار سیاهرگ ششی با خون روشن، خون دریافت می‌کند.

۴ بطن راست خون تیره را به سرخرگ ششی و بطن چپ خون روشن را به سرخرگ آئورت منتقل می‌کند.

۵ خون درون حفرات سمت چپ قلب روشن است. یعنی اکسیژن زیاد و کربن‌دی‌اکسید کمی دارد. خون درون حفرات سمت راست قلب تیره است. خون تیره اکسیژن کم‌تر و کربن‌دی‌اکسید بیشتری نسبت به خون روشن دارد. با این‌که طبق شکل کتاب درسی یاخته‌های سطح داخلی قلب با خون روشن یا تیره در تماس هستند اما دقت کنید که تغذیه عمدهٔ قسمت‌های راست و چپ قلب با خون روشن سرخرگ‌های کرونر انجام می‌شود که در دیوارهٔ قلب قرار دارند.

۶ بطن راست خون را فقط به شش‌ها پمپ می‌کند (گردش ششی)؛ درحالی‌که بطن چپ خون را به سمت تمامی قسمت‌های بدن پمپ می‌کند (گردش عمومی). از آن‌جایی‌که سمت چپ قلب می‌بایست خون را به فاصلهٔ دورتری پمپ کند به نیروی انقباضی **بیشتری** نیاز دارد، بنابراین دیوارهٔ آن نیز قطورتر است.

از آن‌جایی‌که قدرت انقباض بطن چپ بیشتر است، فشاری که به سرخرگ آئورت و دریچهٔ دولختی وارد می‌شود **بیشتر** از فشاری است که سرخرگ ششی و دریچهٔ سه‌لختی مجبور هستند تحمل کنند.



מושکافی شکل ۲:

۱. این شکل از نظر ساختاری زیاد درست نیست و فقط می‌خواهد به صورت شماتیک نحوهٔ خون‌رسانی بدن انسان را به شما نشان بدهد. شما هم به ساختارش زیاد توجه نکنید. مثلاً اینجوری نیست که فقط سه تا شبکهٔ مویرگی در قسمت پایینی بدن داشته باشیم. اولاً چندین شبکهٔ مویرگی داریم و ثانیاً این شبکه‌های مویرگی در قسمت بالایی بدن هم دیده می‌شوند.

۲. انسان گردش خون مضاعف دارد. در این نوع گردش، خون ضمن یک بار گردش در بدن، دو بار از قلب عبور می‌کند و خون در دو مسیر کوچک (گردش خون ششی) و بزرگ (گردش خون عمومی) به گردش در می‌آید.

۳. مسیر کلی گردش خون انسان به این صورت است:
خون تیره: انتهای مویرگ‌های اندام‌ها ← سیاهرگ‌های کوچک‌تر ← بزرگ‌سیاهرگ زیرین، بزرگ‌سیاهرگ زیرین و سیاهرگ تاجی ← دهلیز راست ← بطن راست ← سرخرگ ششی ← مویرگ‌های حبابک شش‌ها ← تبدیل خون تیره به خون روشن
خون روشن: انتهای مویرگ‌های حبابک ← سیاهرگ‌های ششی ← دهلیز چپ ← بطن چپ ← آئورت ← سرخرگ‌های کوچک‌تر ← مویرگ‌های اندام‌ها ← تبدیل خون روشن به خون تیره

۴. در گردش خون عمومی، خون بین بطن چپ و دهلیز راست جابه‌جا می‌شود. درحالی‌که در گردش خون ششی، خون بین بطن راست و دهلیز چپ جابه‌جا می‌شود.

۵. هر دو گردش خون عمومی و ششی روشن و تیره را جابه‌جا می‌کنند.

۶. سمت راست قلب خون تیره را از گردش خون عمومی دریافت و به گردش خون ششی وارد می‌کند. سمت چپ قلب خون روشن را از گردش خون ششی دریافت و به گردش خون عمومی وارد می‌کند.

۷. رگ‌های درون قفسهٔ سینه می‌توانند مربوط به گردش خون عمومی یا ششی باشند، اما هر رگ خونی که در خارج از قفسهٔ سینه مشاهده می‌شود، به گردش خون عمومی تعلق دارد.

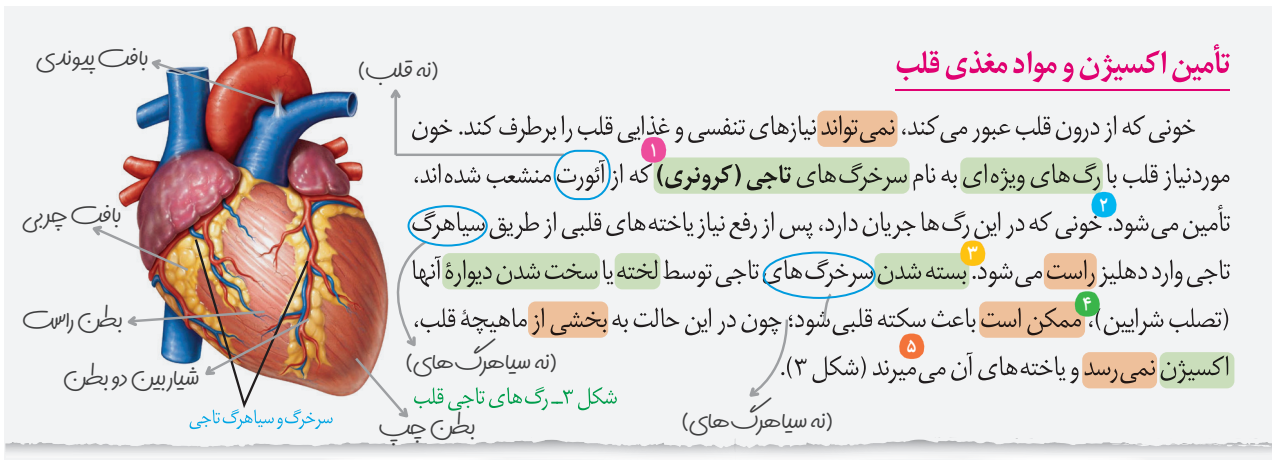
۸. دریچهٔ سینی آئورتی در ابتدای گردش عمومی و دریچهٔ سینی سرخرگ ششی در ابتدای گردش ششی قرار دارند.

برای درک بهتر گردش خون انسان، این دو جدول جمع‌بندی‌طور رو به یادگار داشته باشید از ما:

سمت چپ	سمت راست	قلب
روشن	تیره	رنگ خون درون حفرات
۴ سیاهرگ ششی	۳ سیاهرگ (بزرگ‌سیاهرگ زیرین، بزرگ‌سیاهرگ زیرین، سیاهرگ تاجی)	رگ واردکنندهٔ خون به درون حفرهٔ دهلیز
سرخرگ آئورت	سرخرگ ششی	خارج‌کنندهٔ خون از بطن
۵	۴	مجموع رگ‌های واردکننده و خارج‌کنندهٔ خون از حفرات
شش‌ها + سرخرگ تاجی	همهٔ اندام‌های بدن	از کدام اندام‌ها خون دریافت می‌کند؟
همهٔ اندام‌ها	شش‌ها	به کدام اندام‌ها خون می‌فرستد؟
دارد	دارد (سرخرگ تاجی)	دریافت خون روشن
ندارد	دارد	دریافت خون تیره
بیشتر	کمتر	ضخامت دیواره و نیروی انقباضی



نوع گردش خون	ششی	عمومی
هدف	انتقال خون تیره به شش‌ها به منظور افزایش اکسیژن جریان خون و بازگرداندن خون پراکسیژن به قلب	انتقال خون پراکسیژن و مواد مغذی به اندام‌ها و دور کردن خون کم‌اکسیژن و مواد مضر از آن‌ها
رگ‌های تشکیل‌دهندهٔ این مسیر	سرخرگ ششی و سرخرگ‌های کوچک منشعب از آن، شبکهٔ مویرگی تشکیل‌شده در شش‌ها، سیاهرگ‌های ششی و سیاهرگ‌های کوچک متصل به آن	سرخرگ آئورت و سرخرگ‌های کوچک منشعب از آن، شبکهٔ مویرگی موجود در اندام‌های بدن، سیاهرگ‌های زیرین و زیرین و سیاهرگ‌های کوچک متصل به آن، عروق کرونری
فشار خون	کمتر	بیشتر
دهلیز دریافت‌کنندهٔ خون	دهلیز چپ	دهلیز راست
بطن خارج‌کنندهٔ خون	بطن راست (ضخامت کمتر)	بطن چپ (ضخامت بیشتر)
خون خروجی از قلب (بطن)	تیره	روشن
خون ورودی به قلب (دهلیز)	روشن	تیره
سرخرگ ابتدایی (خارج‌کنندهٔ خون از بطن)	سرخرگ ششی	سرخرگ آئورت
سیاهرگ‌های انتهایی (واردکنندهٔ خون به دهلیز)	۴ سیاهرگ ششی	۳ سیاهرگ (بزرگ سیاهرگ زیرین، بزرگ سیاهرگ زیرین، سیاهرگ تاجی)
رگ‌های واردکنندهٔ خون به قلب	۴ سیاهرگ ششی	۳ سیاهرگ (بزرگ سیاهرگ زیرین، بزرگ سیاهرگ زیرین، سیاهرگ تاجی) + دو سرخرگ تاجی (به دیواره قلب)
رگ‌های واردکنندهٔ خون به درون حفرهٔ قلب	۴ سیاهرگ ششی	۳ سیاهرگ (بزرگ سیاهرگ زیرین، بزرگ سیاهرگ زیرین و سیاهرگ تاجی)
میزان و جایگاه شبکه‌های مویرگی	کمتر (محدود به قفسهٔ سینه)	بیشتر (تمام بدن)
ارسال خون به شش‌ها	دارد	دارد (برای تامین اکسیژن شش)
نحوهٔ تبادل گازها در مویرگ	ورود اکسیژن به مویرگ خروج کربن‌دی‌اکسید از مویرگ	خروج اکسیژن از مویرگ ورود کربن‌دی‌اکسید به مویرگ
دریچه لانه کبوتری	ندارد	دارد



تأمین اکسیژن و مواد مغذی قلب

خونی که از درون قلب عبور می‌کند، نمی‌تواند نیازهای تنفسی و غذایی قلب را برطرف کند. خون موردنیاز قلب با رگ‌های ویژه‌ای به نام سرخرگ‌های تاجی (کرونی) که از آئورت منشعب شده‌اند، تأمین می‌شود. خونی که در این رگ‌ها جریان دارد، پس از رفع نیاز یاخته‌های قلبی از طریق سیاهرگ تاجی وارد دهلیز راست می‌شود. بسته شدن سرخرگ‌های تاجی توسط لخته یا سخت شدن دیواره آنها (تصلب شرایین)، ممکن است باعث سکنه قلبی شود؛ چون در این حالت به بخشی از ماهیچه قلب، اکسیژن نمی‌رسد و یاخته‌های آن می‌میرند (شکل ۳).

(نه سیاهرگ‌های)

در سکنه قلبی به دلیل مرگ یاخته‌های ماهیچه‌ای قلب قدرت انقباضی قلب کم می‌شود ← حجم‌ضربه‌ای کاهش می‌یابد ← برون‌ده قلبی کاهش می‌یابد.

در سکنه قلبی همه یاخته‌های قلبی نمی‌میرند؛ بلکه فقط بخشی از یاخته‌های قلبی می‌میرند.

بسته‌بودن رگ‌های تاجی و تصلب شرایین لزوماً باعث سکنه نمی‌شوند.

زمانی که اکسیژن به یاخته‌های ماهیچه قلبی نمی‌رسد، فرایندهای هوازی تنفس یاخته‌ای مانند «اکسایش پیرووات»، «چرخه کربس» و «زنجیره انتقال الکترون» انجام نمی‌شود و در عوض تخمیر در این یاخته‌ها افزایش می‌یابد. بنابراین میزان تولید ATP در این یاخته‌ها شدیداً کاهش می‌یابد و یاخته‌های ماهیچه قلب می‌میرند. (دوازدهم - فصل ۵)

در سکنه قلبی به دلیل کاهش برون‌ده قلبی، گردش خون عمومی و ششی به درستی انجام نمی‌گیرد. بنابراین افزایش CO_2 در بدن روی می‌دهد که با کاهش pH همراه است. (دهم - فصل ۳)

موشکافی شکل ۳:

۱. این شکل نمای جلویی قلب را نشان می‌دهد که برآمده است. در این شکل همانند شکل ۱ و ۴ کتاب درسی، پیراشامه نشان داده نشده است و خارجی‌ترین بخش قلب در این شکل‌ها برون‌شامه است. ۲. روی سطح ماهیچه قلب (در لایه برون‌شامه) بافت چربی وجود دارد و رگ‌های تاجی درون این بافت چربی و روی ماهیچه قلب قرار می‌گیرند و انشعابات را به ماهیچه قلب وارد می‌کنند. دقت کنید که موازی با انشعابات سرخرگ‌های تاجی، انشعابات سیاهرگی وجود دارد. ۳. سرخرگ‌های تاجی از ابتدای قسمت صعودی قوس آئورت منشأ می‌گیرند.

۴. سرخرگ تاجی سمت چپ: ۱- این سرخرگ در شیار بین دهلیز و بطن چپ حرکت می‌کند تا به قسمت پشتی قلب برسد. ۲- اولین انشعاب سرخرگ تاجی چپ از قسمت ابتدای آن جدا شده و در شیار بین بطنی قرار می‌گیرد تا خون‌رسانی بیشتر قسمت‌های جلویی قلب را انجام دهد. ۳- دومین شاخه سرخرگ کرونی چپ در قسمت کناری بطن چپ قرار می‌گیرد و خون‌رسانی این قسمت را انجام می‌دهد. ۴- سومین شاخه سرخرگ تاجی چپ در شیار بین دهلیز و بطن چپ دور می‌زند و به پشت قلب می‌رود. این سرخرگ خون‌رسانی به بخش‌هایی از قسمت پشتی دهلیز و بطن چپ را انجام می‌دهد.

موشکافی متن:

۱ سرخرگ‌های تاجی اولین رگ‌هایی هستند که از آئورت جدا می‌شوند. از قسمت ابتدایی آئورت ۵ تا رگ جدا می‌شود، ۲ تا سرخرگ تاجی از ابتدای قسمت صعودی آئورت (بلافاصله بعد از دریچه سینی آئورتی) و سه تا سرخرگ هم از قسمت افقی قوس آئورت.

۲ از فصل قبلی یادتون هست که یاخته‌های بدن برای تأمین انرژی مورد نیاز خودشان (مثل ATP) به مواد مغذی و اکسیژن نیاز دارند. اما برای این که یاخته‌ها بتوانند اکسیژن و مواد غذایی را از خون دریافت کنند باید فاصله کمی تا خون داشته باشند. برای همین است که خونی از درون قلب عبور می‌کند (حتی اگر مملو از اکسیژن و مواد غذایی باشد) نمی‌تواند نیازهای قلب را تأمین کند. (دهم - فصل ۳)

رگ‌های تاجی چه قسمت‌هایی از قلب را خون‌رسانی می‌کنند؟ بنابر فرمایشات کتاب درسی، فقط ماهیچه قلب با رگ‌های تاجی خون‌رسانی می‌شود، نه همه لایه‌های قلبی! براساس کتاب فیزیولوژی گایتون، خون‌رسانی به لایه ماهیچه‌ای، برون‌شامه و لایه درونی قلب با رگ‌های تاجی است؛ البته لایه درونی قلب و بافت دریچه‌ها می‌تواند به میزان اندکی مواد غذایی و اکسیژن مورد نیاز خود را از خون درون قلب تأمین کند.

از آن جایی که بطن چپ بافت ماهیچه‌ای بیشتری نسبت به بطن راست دارد، میزان رگ‌های تاجی خون‌رسان به بطن چپ بیشتر است.

۳ مسیر گردش خون رگ‌های تاجی این‌گونه است: آئورت ← سرخرگ‌های تاجی ← مویرگ‌های تاجی ← سیاهرگ تاجی ← دهلیز راست. به جمله‌ای که توی چاپ قبلی کتاب بود و حذف شده اینج بود که «سرخرگ‌های کرونی با هم یکی می‌شوند و سیاهرگ کرونی را ایجاد می‌کنند.» صرفاً جهت اطلاع! اله جانی اینجمله رو دیدید ممکنه طراح از کتاب قدیمی استفاده کرده باشه و اینجمله رو درست در نظر بگیره!

۴ تصلب شرایین زمانی روی می‌دهد که در دیواره سرخرگ‌های تاجی، موادی (مخصوصاً لیپیدها) رسوب پیدا کرده و دیواره رگ‌ها به اصطلاح سخت می‌شود.

تصلب شرایین با بسته شدن سرخرگ‌ها توسط لخته متفاوت است و شما نباید این دوتا را معادل هم در نظر بگیرید.

تصلب شرایین زمینه را برای بسته شدن رگ توسط لخته فراهم می‌کند، اما دقت داشته باشید کسی که سکنه کرده لزوماً تصلب شرایین ندارد و ممکن است دلیل سکنه وی فقط بسته شدن سرخرگ تاجی بالخته باشد.



از بین رگ‌های تاجی قرار گرفته روی سطح جلویی قلب، رگ‌های سمت چپ طویل‌تر از رگ‌های سمت راست هستند.

بسته شدن سرخرگ‌های تاجی چه تأثیری روی فعالیت شبکه هادی و انقباض قلب دارد؟ به طور کلی بسته شدن سرخرگ‌های اکلیلی می‌تواند موجب سکنه قلبی در قسمت‌هایی شود که با آن سرخرگ خون‌رسانی می‌شود و فعالیت این قسمت‌ها دچار اختلال شود. مثلاً در صورتی که سرخرگ تاجی راست بسته شود، امکان اختلال در گره سینوسی - دهلیزی، گره دهلیزی - بطنی، تارهای بین‌گره‌ای و دسته‌تار بطنی راست وجود دارد. در این شرایط به دلیل اختلال در گره سینوسی - دهلیزی، تولید خودبه‌خودی پیام انقباض قلب دچار اختلال شده و انقباض همه حفرات قلب تحت تأثیر قرار می‌گیرد. در صورت بسته شدن سرخرگ تاجی چپ، امکان اختلال در دسته‌تار دهلیزی چپ و مهم‌تر از آن دسته‌تار بین بطنی وجود دارد. بنابراین انقباض دهلیزی چپ و دو بطن دچار اختلال می‌شود.

۷. قسمت ابتدایی سرخرگ ششی به وسیله نوعی رابط توپر از جنس بافت پیوندی به قسمت زیرین قوس آئورت متصل می‌شود که عملکرد آن خارج از کتاب درسیه!

۵. سرخرگ تاجی سمت راست: ۱- در شیار بین دهلیز و بطن راست حرکت می‌کند و در این مسیر ابتدا شاخه‌های کوچکی از آن جدا می‌شود که در خون‌رسانی قسمت جلویی بطن راست را انجام می‌دهند. ۲- پس از جدا شدن این شاخه‌های کوچک، یک شاخه بزرگ از سرخرگ تاجی راست جدا می‌شود که خون‌رسانی قسمت زیرین قلب را انجام می‌دهد. ۳- در ادامه سرخرگ تاجی در شیار بین دهلیز و بطن راست حرکت می‌کند و به قسمت پشتی قلب می‌رود. ۶. به طور کلی نحوه خون‌رسانی بخش‌های مختلف قلب به این صورت است:

۱- قسمت جلویی قلب: خون‌رسانی دهلیز راست و بیشتر قسمت‌های بطن راست را سرخرگ تاجی راست و خون‌رسانی دهلیز چپ، بطن چپ را سرخرگ تاجی چپ انجام می‌دهد.

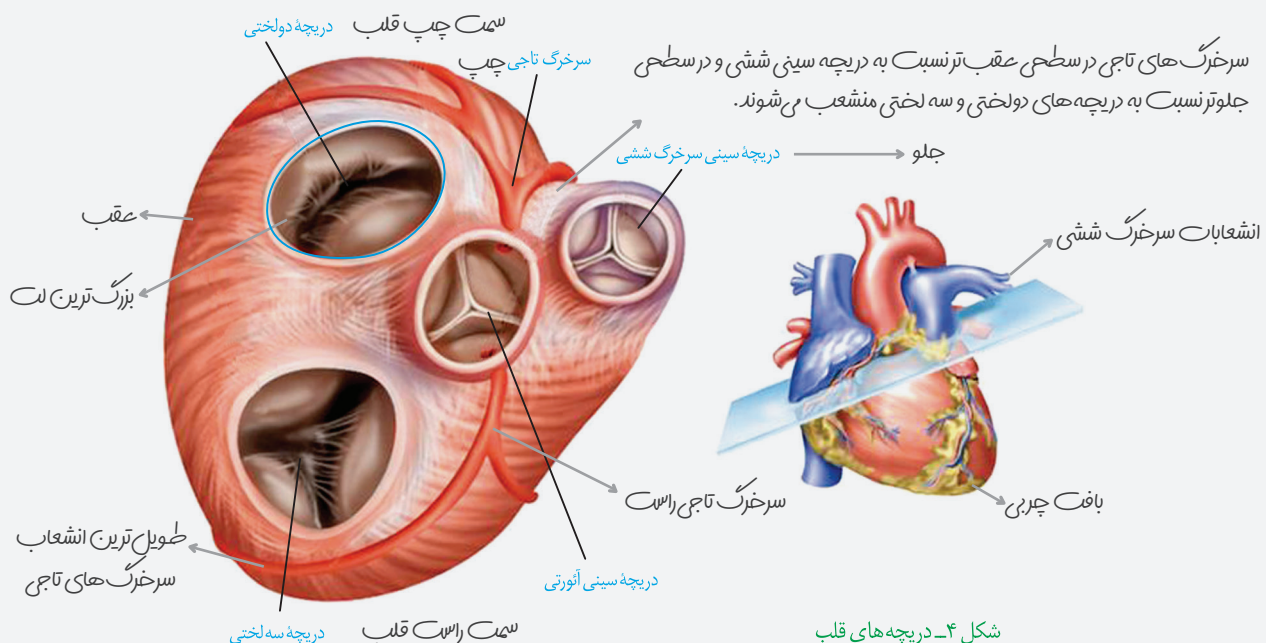
۲- قسمت‌های کناری قلب: خون‌رسانی کنار راست برعهده سرخرگ تاجی راست و خون‌رسانی کنار چپ قلب برعهده سرخرگ تاجی سمت چپ است.

۳- قسمت زیرین قلب: به دلیل نحوه قرارگیری قلب به صورت مایل، قلب یک سطح زیرین دارد که عمدتاً از بطن راست تشکیل شده است. این قسمت توسط سرخرگ تاجی راست خون‌رسانی می‌شود.

دریچه‌های قلب

وجود دریچه‌ها در هر بخشی از دستگاه گردش مواد باعث یک طرفه شدن جریان خون در آن قسمت می‌شود. در ساختار دریچه‌ها، بافت ماهیچه‌ای به کار نرفته بلکه همان بافت پوششی است که چین خورده است و دریچه‌ها را می‌سازد؛ وجود بافت پیوندی در این دریچه‌ها به استحکام آنها کمک می‌کند. ساختار خاص دریچه‌ها و تفاوت فشار در دو طرف آنها، باعث باز یا بسته شدن دریچه‌ها می‌شود.

بین دهلیز و بطن دریچه‌ای هست که در هنگام انقباض بطن؛ از بازگشت خون به دهلیز، جلوگیری می‌کند. دریچه بین دهلیز و بطن چپ را دریچه دولختی می‌گویند، زیرا از دو قطعه آویخته تشکیل شده است. بین دهلیز و بطن راست، دریچه سه‌لختی قرار دارد. در ابتدای سرخرگ‌های خروجی از بطن‌ها، دریچه‌های سینی قرار دارند که از بازگشت خون به بطن‌ها جلوگیری می‌کنند (شکل ۴).





زمانی که بطن‌ها در حال استراحت‌اند؛ فشار دهلیزها بیشتر از بطن‌هاست. یعنی «فشار قبل از دریچه‌های دولختی و سه‌لختی < فشار بعد از دریچه‌های دولختی و سه‌لختی» پس دریچه‌های دولختی و سه‌لختی باز هستند.

۲- زمانی که «فشار قبل از دریچه > فشار بعد از دریچه» ← دریچه بسته است تا جلوی بازگشت خون را بگیرند.

انقباض بطن‌ها باعث می‌شود فشار بطن از فشار دهلیز بیشتر شود. در نتیجه زمانی که بطن‌ها در حال انقباض هستند، «فشار قبل از دریچه‌های دولختی و سه‌لختی > فشار بعد از دریچه‌های دولختی و سه‌لختی» دریچه‌های دولختی و سه‌لختی بسته‌اند.

سه ویژگی زیر در بین تمام دریچه‌های موجود در دستگاه گردش خون انسان مشترک است:

۱- تحت تأثیر فشار خون، باز و بسته می‌شوند. بنابراین برای باز یا بسته شدن ATP مصرف نمی‌کنند.

۲- در ساختار خود دارای بافت پوششی و پیوندی و فاقد بافت ماهیچه‌ای هستند.

۳- امکان جریان یک طرفه خون را فراهم می‌کنند.

درسته که دریچه‌ها برای باز یا بسته شدن ATP مصرف نمی‌کنند؛ اما به هر حال برای فعالیت‌های یاخته‌های خود ATP مصرف می‌کنند.

۵ باز و بسته شدن دریچه‌های قلبی ارتباط نزدیکی با چرخه ضربان قلب دارد که در انتهای گفتار ۱ به طور مفصل درباره آن صحبت می‌کنیم. در اینجا فقط می‌خواهیم طبق مطالب کتاب درسی و با توجه به نموداری که از کتاب فیزیولوژی گایتون آوردیم، نحوه باز یا بسته شدن دریچه‌ها را بررسی کنیم. بهتره همین الان زمان باز و بسته بودن دریچه‌های قلبی رو خوب یاد بگیر تا توی حل کردن سوالات مربوط به چرخه ضربان قلب به مشکل نخوری! به طور کلی بدانید که فشار خون درون یک حفره قلبی به دو عامل بستگی دارد: ۱- حجم خون ۲- انقباض. از بین این دو عامل، انقباض بسیار مهم‌تر است؛ یعنی اگر حفره‌ای در حال انقباض باشد حتی اگر حجم خون درون آن در حال کاهش باشد (مثل زمانی که بطن‌ها منقبض هستند)، باز هم فشار خون درون آن حفره بالاست.

موشکافی متن:

۱ منشأ بافت پوششی دریچه‌ها از لایه درون‌شامه قلب است. دقت کنید که بافت پوششی در محل دریچه‌ها چین خورده است، بنابراین دریچه‌ها بیش از یک لایه بافت پوششی دارند.

۲ به طور کلی در ساختار دریچه‌های قلبی دو نوع بافت به کار رفته است: ۱- بافت پوششی سنگ‌فرشی ۲- بافت پیوندی متراکم

بنداره‌ها همانند دریچه‌های دستگاه گردش مواد باعث یک طرفه شدن عبور مواد می‌شوند؛ اما با دو تفاوت مهم: ۱- دریچه‌ها برخلاف بنداره‌ها، بافت ماهیچه‌ای و توانایی انقباض ندارند. ۲- دریچه‌ها زمانی که سالم هستند، اجازه بازگشت مواد را به هیچ موجه نمی‌دهند؛ برخلاف بنداره‌ها که در شرایطی مانند استفرغ از بازگشت مواد جلوگیری نمی‌کنند. (دهم - فصل ۲)

در ادامه فصل می‌خوانیم که در ابتدای بعضی از مویرگ‌های خونی بنداره وجود دارد. بنابراین در دستگاه گردش مواد انسان هم دریچه و هم بنداره به کار رفته است.

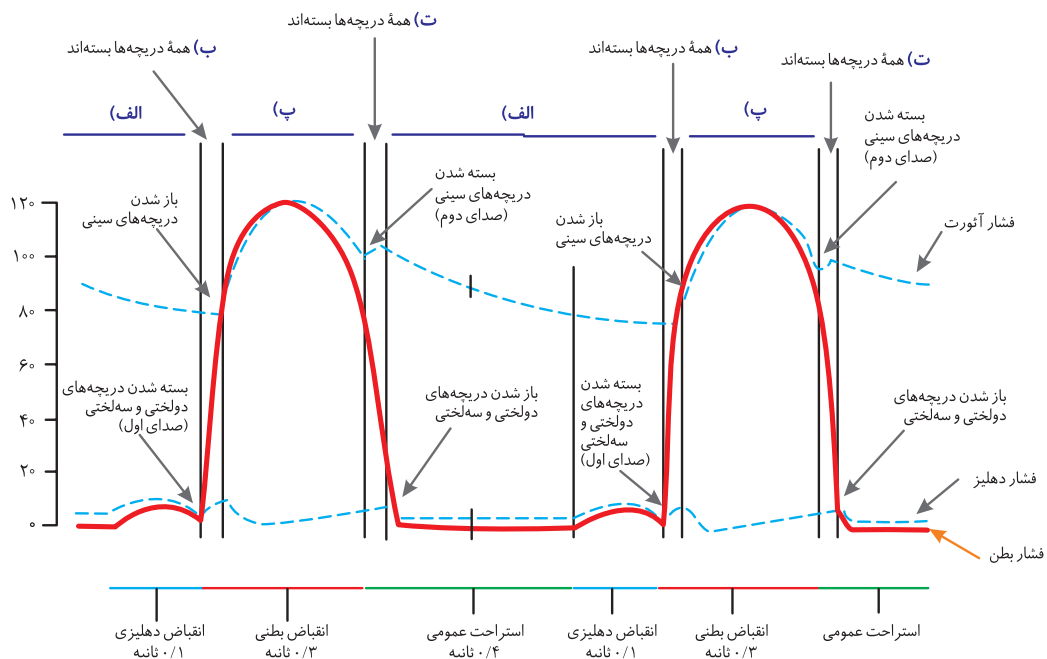
۱- هر ساختار یک طرفه‌کننده مواد در دستگاه گردش مواد: دریچه‌های قلبی (دهلیزی بطنی‌ها و سینی‌ها) + دریچه موجود در رگ‌های لنفی + دریچه‌های لانه‌کبوتری (در دست‌ها و پاها) + بنداره مویرگی

۲- هر ساختار یک طرفه‌کننده جریان خون: دریچه‌های قلبی (دهلیزی بطنی‌ها و سینی‌ها) + دریچه‌های لانه‌کبوتری (در دست‌ها و پاها) + بنداره مویرگی

۳ ساختار دریچه‌های دولختی و سه‌لختی به این صورت است که به سمت پایین باز و به سمت بالا بسته می‌شوند؛ اما ساختار دریچه‌های سینی این‌گونه است که به سمت پایین بسته و به سمت بالا باز می‌شوند.

۴ یادگیری باز و بسته بودن دریچه‌های قلبی در گرو تلفیق دو موضوع ساده است که عبارت‌اند از: «خون از جای پرفشار به جای کم‌فشار می‌رود.» و «دریچه‌ها از بازگشت خون جلوگیری می‌کنند.» با در نظر گرفتن این دو موضوع:

۱- زمانی که «فشار قبل از دریچه < فشار بعد از دریچه» ← دریچه باز است و خون جابه‌جا می‌شود.





الف) در زمان استراحت عمومی و انقباض دهلیزها، بطن‌ها منقبض نیستند و «فشار سرخرگ < فشار دهلیز < فشار بطن» — در پیچه‌های دولختی و سه‌لختی باز و در پیچه‌های سینی بسته‌اند.

ب) در شروع انقباض بطنی فشار بطن کم کم افزایش پیدا می‌کند و از فشار دهلیز **بیشتر** می‌شود. اما برای غلبه بر فشار سرخرگ باید هنوز افزایش پیدا کند. (فشار سرخرگ < فشار بطن < فشار دهلیز) — خون به سمت دهلیزها برمی‌گردد و در پیچه‌های دولختی و سه‌لختی بسته می‌شوند. — در این زمان همهٔ در پیچه‌ها به طور همزمان بسته‌اند.

پ) کمی بعد از زمان «ب» فشار بطن از سرخرگ هم **بیشتر** می‌شود «فشار بطن < فشار سرخرگ < فشار دهلیز» و در پیچه‌های سینی باز می‌شوند. این موضوع تا شروع استراحت بطن‌ها ادامه می‌یابد. — در پیچه‌های دولختی و سه‌لختی بسته و در پیچه‌های سینی باز هستند.

ت) در شروع استراحت عمومی، فشار بطن‌ها کم کم کاهش می‌یابد و همچنین فشار درون سرخرگ‌ها افزایش می‌یابد. زیرا دیوارهٔ ارتجاعی سرخرگ‌ها که از خون پر شده‌اند به حالت اولیه برمی‌گردد و فشار خون سرخرگ را افزایش می‌دهد. در این زمان فشار بطن از فشار سرخرگ کمتر می‌شود. اما همچنان از فشار دهلیز **بیشتر** است. (فشار سرخرگ < فشار بطن < فشار دهلیز) — خون به سمت قلب باز می‌گردد و در پیچه‌های سینی بسته می‌شوند. — برای مدت کوتاهی در شروع استراحت عمومی (همانند ابتدای انقباض بطنی)، همهٔ در پیچه‌ها به طور همزمان بسته‌اند. کمی پس از زمان «ت» فشار بطن‌ها از فشار دهلیز هم کمتر می‌شود و این موضوع تا شروع انقباض بطنی بعدی ادامه می‌یابد. (مشابه بخش الف) «فشار سرخرگ < فشار دهلیز < فشار بطن» — در پیچه‌های دولختی و سه‌لختی باز و در پیچه‌های سینی بسته‌اند.

 در پیچه‌های سینی فقط در مرحلهٔ انقباض بطنی باز هستند. در پیچه‌های دولختی و سه‌لختی در مرحلهٔ انقباض بطنی باز نیستند.

موشکافی شکل ۴:



۱. این شکل، تصویری است که با برش عرضی، دهلیزها را جدا کرده‌اند و از بالا نشان دهندهٔ بطن‌ها و در پیچه‌های قلبی است. از آنجایی که در این تصویر در پیچه‌های دولختی و سه‌لختی باز و در پیچه‌های سینی بسته هستند؛ پس بطن‌ها در حالت استراحت قرار دارند. ۲. در پیچه‌های قلبی شامل در پیچه‌های بین دهلیز و بطن (دولختی و سه‌لختی) و در پیچه‌های ابتدای سرخرگ‌های خروجی از قلب (در پیچهٔ سینی سرخرگ ششی و در پیچهٔ سینی آئورتی) هستند.

 در پیچهٔ سینی ششی بالاتر است یا سینی آئورتی؟ همان‌طور که در شکل کتاب نیز مشخص است، قلب به صورت مایل قرار گرفته است. و طبیعتاً در پیچه‌های سمت چپ قلب باید در سطح بالاتری از در پیچه‌های مجاور خود قرار بگیرند. این موضوع باعث می‌شود تا در پیچهٔ دولختی بالاتر از در پیچهٔ سه‌لختی قرار گیرد. اما در مورد در پیچه‌های سینی ششی و سینی آئورتی این قضیه متفاوت است. در یکی از شکل‌های کتاب درسی (شکل ۱)، سینی آئورتی را بالاتر کشیده است؛ ولی در شکل‌های ۲، ۴ و ۷، در پیچهٔ سینی ششی بالاتر است. با این که براساس نحوهٔ قرارگیری قلب باید در پیچهٔ سینی آئورتی بالاتر قرار گیرد، اما در واقعیت این‌گونه نیست و طبق شکل‌های رفرنس

از جمله آناتومی گری، در پیچهٔ سینی ششی، کمی بالاتر از سینی آئورتی است. به طور کلی ترتیب در پیچه‌ها از بالا به پایین (همانند ترتیب در پیچه‌ها از جلو به عقب) به این صورت است: در پیچهٔ سینی ششی - در پیچهٔ سینی آئورتی - در پیچهٔ دولختی - در پیچهٔ سه‌لختی ۳. در پیچه‌ها به ترتیب اندازه: در پیچهٔ سه‌لختی < در پیچهٔ دولختی <

در پیچهٔ سینی آئورتی < در پیچهٔ سینی سرخرگ ششی

۴. در پیچهٔ دولختی: ۱- بین دهلیز چپ و بطن چپ است و از بازگشت خون به دهلیز چپ جلوگیری می‌کند. ۲- مقطع بیضی دارد. ۳- کم‌قطعه‌ترین در پیچهٔ قلبی است و از دو قطعهٔ آویخته تشکیل شده است. ۵. در پیچهٔ سه‌لختی: ۱- بین دهلیز راست و بطن راست است و از بازگشت خون به دهلیز راست جلوگیری می‌کند. ۲- بزرگ‌ترین، عقبی‌ترین، پایین‌ترین در پیچهٔ قلب است. ۳- مقطع مثلثی شکل دارد. ۴- از سه قطعهٔ آویخته تشکیل شده است.

۶. در پیچهٔ سینی سرخرگ ششی: ۱- در ابتدای سرخرگ ششی قرار دارد و از بازگشت خون به بطن راست جلوگیری می‌کند. ۲- جلویی‌ترین، فوقانی‌ترین و کوچک‌ترین در پیچهٔ قلبی است. ۳- مقطع گرد دارد. ۴- از سه قطعهٔ غیر آویخته تشکیل شده است.

۷. در پیچهٔ سینی آئورتی: ۱- در ابتدای سرخرگ آئورت قرار دارد و از بازگشت خون به بطن چپ جلوگیری می‌کند. ۲- مرکزی‌ترین در پیچهٔ قلبی است. ۳- مقطع تقریباً گرد دارد. ۴- از سه قطعهٔ غیر آویخته تشکیل شده است.

۸. سرخرگ‌های تاجی از مجاورت لتهای در پیچهٔ سینی آئورتی منشأ می‌گیرند. سرخرگ تاجی سمت چپ قطورتر است، زودتر منشعب شده و به انشعابات **بیشتری** تقسیم می‌شود.

۹. طبق شکل کتاب، منفذ سرخرگ کرونر سمت چپ در بالای بزرگ‌ترین قطعه در پیچهٔ سینی آئورتی قرار دارد.

۱۰. انشعاب جلویی سرخرگ کرونر چپ در مقایسه با سایر انشعابات سرخرگی کرونر، به در پیچهٔ سینی ششی نزدیک‌تر است.

۱۱. در پیچهٔ سینی ششی به طور کامل در مقابل در پیچهٔ سینی آئورتی نیست و کمی به سمت چپ انحراف دارد.

۱۲. در پیچه‌های سینی در مقایسه با در پیچه‌های دولختی و سه‌لختی: ۱- کوچک‌تر هستند ۲- در سطح جلوتری قرار می‌گیرند. ۳- با طناب‌های ارتجاعی تماسی ندارند.

۱۳. در پیچه‌هایی که اول آن‌ها حرف سین است از سه قطعه تشکیل شده‌اند: سینی ششی، سینی آئورتی، سه‌لختی

۱۴. این مطلب کمی فراتر از حد **لنگره ولی به نیست بدونی** که در حالتی که در پیچه‌های سینی بسته‌اند، قطعات آن‌ها شبیه به جیب قرار می‌گیرند و در فضای بالایی آن‌ها حفراتی برای تجمع خون ایجاد می‌شود. در زمان استراحت قلب خون درون این حفرات تجمع پیدا می‌کند و بخشی از این خون وارد سرخرگ‌های تاجی می‌شود. بنابراین خون‌رسانی به ماهیچهٔ قلب در زمان استراحت قلب و هنگام بازگشت خون به سمت در پیچه‌های قلبی انجام می‌شود.

۱۵. با توجه به شکل سمت راست، هر کدام از سرخرگ‌های ششی چپ و راست بیش از دو انشعاب سرخرگی خون‌رسان به شش را ایجاد می‌کنند.



۷. فاقد قطعات آویخته است ← دریچه‌های سینی ششی و آئورتی
۸. خون عبوری از آن روشن است ← دریچه دولختی و سینی آئورتی
۹. خون عبوری از آن تیره است ← دریچه سه‌لختی و سینی ششی
۱۰. با انقباض بطن‌ها به سمت بالا می‌رود ← همه دریچه‌ها
۱۱. از نمای بالا نزدیک‌ترین دریچه به انشعاب جلویی سرخرگ کرونر چپ است ← دریچه سینی ششی
۱۲. از نمای بالا نزدیک‌ترین دریچه به پشتی جلویی سرخرگ کرونر چپ است ← دریچه دولختی
۱۳. از نمای بالا نزدیک‌ترین دریچه به انشعاب جلویی سرخرگ کرونر راست است ← دریچه سه‌لختی

هر دریچه قلبی در انسان که

۱. کم‌ترین فاصله را از گره دهلیزی-بطنی دارد ← دریچه سه‌لختی
۲. زودتر از سایر دریچه‌ها در تماس با خون روشن سیاهرگی (خون برگشتی از شش‌ها) قرار می‌گیرد ← دریچه دولختی
۳. زودتر از سایر دریچه‌ها در تماس با خون برگشتی از سیاهرگ باب (اندام‌های شکمی) قرار می‌گیرد ← دریچه سه‌لختی
۴. جهت باز شدن آن به سمت پایین و جهت بسته شدن آن به سمت بالاست ← دریچه‌های دولختی و سه‌لختی
۵. جهت باز شدن آن به سمت بالا و جهت بسته شدن آن به سمت پایین است ← دریچه‌های سینی ششی و آئورتی
۶. از ۳ قطعه ساخته شده است ← دریچه‌های سه‌لختی و سینی آئورتی و سینی ششی

صداهای قلب

اگر گوش خود را به سمت چپ قفسه سینه کسی بچسبانید یا گوشی پزشکی را روی قفسه سینه خود یا شخصی دیگر قرار دهید، صداهای قلب را می‌شنوید.

صدای اول (پوم) قوی، گنگ و طولانی‌تر است و به بسته شدن دریچه‌های دولختی و سه‌لختی هنگام شروع انقباض بطن‌ها مربوط است. صدای دوم (تاک) واضح و کوتاه‌تر و مربوط به بسته شدن دریچه‌های سینی ابتدای سرخرگ‌ها و همراه با شروع استراحت بطن است. متخصصان با گوش دادن دقیق به صداهای قلب و نظم آنها، از سالم بودن قلب آگاه می‌شوند. در برخی بیماری‌ها به‌ویژه اختلال در ساختار دریچه‌ها، بزرگ شدن قلب یا نقایص مادرزادی مثل کامل نشدن دیوارهٔ میانی حفره‌های قلب، ممکن است صداهای غیرعادی شنیده شود. (دیواره بین حفرات قلب در دوران جنینی کامل نیست و به تدریج کامل می‌شود.)

صداهای قلبی	مربوط به	ویژگی‌های صدا	وضعیت دریچه‌های قلبی هنگام شنیدن صدا	محل شنیدن صدا در چرخهٔ ضربان قلب	همزمان با ثبت کدام موج نوار قلب؟	امکان ورود خون به دهلیزها	امکان خروج خون از دهلیزها	امکان ورود خون به بطن‌ها	امکان خروج خون از بطن‌ها
صدای اول قلبی	بسته شدن دریچه‌های دولختی و سه‌لختی	پوم، قوی، گنگ و طولانی‌تر	هم بسته	ابتدای انقباض بطنی	QRS	بله	بله	بله	کم پس از آن بله
صدای دوم قلبی	بسته شدن دریچه‌های سینی	تاک، ضعیف‌تر، واضح و کوتاه‌تر	هم بسته	ابتدای استراحت عمومی	T	بله	خیر	خیر	خیر

انقباض بطن‌ها موجب تغییر وضعیت (باز یا بسته شدن) همه دریچه‌های قلبی می‌شود؛ ولی انقباض دهلیزها در تغییر وضعیت هیچ‌یک از دریچه‌های قلبی مؤثر نیست.

ترتیب اتفاقات پیرامون صداهای قلبی: بسته شدن دریچه‌های دولختی و سه‌لختی (صدای اول) در شروع انقباض بطنی (در این زمان همه دریچه‌ها بسته‌اند) ← باز شدن دریچه‌های سینی ← بسته شدن دریچه‌های سینی (صدای دوم) در شروع استراحت بطن‌ها (در این زمان همه دریچه‌ها بسته‌اند) ← باز شدن دریچه‌های دولختی و سه‌لختی

برای مدت کوتاهی در شروع انقباض بطنی و شروع استراحت عمومی (پس از شنیدن صداهای قلبی)، تمامی دریچه‌های قلبی بسته‌اند.

اگر یک دورهٔ قلبی را ۸/۸ ثانیه در نظر بگیریم که استراحت عمومی ۴/۴ ثانیه، انقباض دهلیزی ۱/۸ ثانیه و انقباض بطنی ۳/۳ ثانیه طول بکشد، فواصل بین صداهای قلبی این‌گونه می‌شود:

موشکافی متن:

۱. در شروع انقباض بطنی فشار بطن در حال افزایش است و از فشار دهلیز بیشتر می‌شود. در این زمان با بسته شدن دریچه‌های دولختی و سه‌لختی صدای اول قلبی شنیده می‌شود.
۲. می‌دانیم در طی انقباض بطنی سرخرگ‌ها از خون پر می‌شوند و دیوارهٔ آن‌ها کشیده می‌شود. در شروع استراحت بطنی، دیوارهٔ ارتجاعی سرخرگ‌ها به حالت اولیه برمی‌گردد و باعث می‌شود فشار خون سرخرگ از فشار خون بطن بیشتر شده و خون به سمت بطن برگردد. در این شرایط قطعات دریچه‌های سینی که حالت کیسه‌ای شکل دارند از خون پر شده و بسته می‌شوند. با بسته شدن دریچه‌های سینی، صدای دوم قلبی شنیده می‌شود. به طور کلی در شروع استراحت بطنی دو اتفاق باعث می‌شود فشار سرخرگ از فشار بطن بیشتر شود: ۱- کاهش فشار بطنی ۲- افزایش فشار سرخرگ به جمع شدن دیوارهٔ سرخرگ که عامل مهم‌تری است.



موشکافی شکل ۸:



۱. این شکل چرخه ضربان قلب را نشان می‌دهد. در ارتباط با این شکل چند موضوع را جدی بگیرید: ۱- ترتیب مراحل ۲- اتفاقات قبل و بعد مرحله ۳- وضعیت دریچه‌ها ۴- مقایسه فشار حفره‌های قلب ۵- ورود و خروج خون از حفرات قلب

۲. مرحله استراحت عمومی: ۱- اولین و طولانی‌ترین مرحله چرخه ضربان قلب است و حدود ۴/۰ ثانیه طول می‌کشد. پس حدود نیمی از زمان چرخه ضربان قلب را به خود اختصاص می‌دهد. ۲- همه حفرات قلبی در حال استراحت هستند و خون بدون صرف انرژی زیستی در قلب جابه‌جا می‌شود. ۳- قبل از مرحله انقباض دهلیزی و پس از مرحله انقباض بطنی دوره قبلی انجام می‌شود. ۴- در بیشتر زمان‌های این مرحله، دریچه‌های دولختی و سه‌لختی باز هستند. بنابراین نتیجه می‌گیریم فشار دهلیزها بیشتر از بطن‌هاست. دریچه‌های سینی بسته‌اند و از این رو فشار سرخرگ‌های ششی و آئورت بیشتر از بطن‌هاست. (فشار سرخرگ < فشار دهلیز < فشار بطن) ۵- خون به دهلیزها وارد و از آن‌ها خارج می‌شود. بنابراین حجم خون دهلیز تقریباً ثابت است. البته دقت داشته باشید که حجم خون دهلیز در مرحله استراحت عمومی کمتر از مرحله قبلی (انقباض بطنی) است. ۶- خون به بطن‌ها وارد می‌شود، اما خونی از بطن‌ها خارج نمی‌شود. بنابراین حجم خون درون بطن‌ها افزایش می‌یابد.

۳. مرحله انقباض دهلیزی: ۱- دومین و کوتاه‌ترین مرحله چرخه ضربان قلب است و حدود ۱/۰ ثانیه طول می‌کشد. ۲- قبل مرحله انقباض بطنی و پس از مرحله استراحت عمومی انجام می‌شود. ۳- دریچه‌های دولختی و سه‌لختی باز هستند. بنابراین نتیجه می‌گیریم فشار دهلیزها بیشتر از بطن‌هاست. دریچه‌های سینی بسته‌اند و از این رو فشار سرخرگ‌های ششی و آئورت بیشتر از بطن‌هاست. (فشار سرخرگ < فشار دهلیز < فشار بطن) ۴- خون از دهلیز به بطن وارد می‌شود؛ اما خونی از بطن‌ها خارج نمی‌شود. ۵- به دلیل انقباض دهلیزها، حجم خون درون آن‌ها شدیداً کاهش می‌یابد. ۶- حجم خون درون بطن‌ها افزایش می‌یابد.

۴. دهلیزها در بیشتر زمان‌ها در حال استراحت و در مدت اندکی (حدود یک هشتم چرخه ضربان قلب) در حال انقباض هستند.

۵. مرحله انقباض بطنی: ۱- سومین مرحله دوره قلبی است. این مرحله قبل از مرحله استراحت عمومی دوره بعدی و بعد از مرحله انقباض دهلیزی انجام می‌شود. ۲- در این مرحله دریچه‌های دولختی و سه‌لختی بسته‌اند. بنابراین فشار بطن‌ها

بیشتر از دهلیزهاست. همچنین در بیشتر زمان‌های این مرحله دریچه‌های سینی بازاند و از این رو فشار بطن‌ها بیشتر از سرخرگ‌هاست. (فشار بطن < فشار سرخرگ < دهلیز) ۳- خون به دهلیزها وارد می‌شود؛ اما از آن‌ها خارج نمی‌شود. بنابراین حجم خون دهلیزها افزایش می‌یابد. ۴- خون به بطن‌ها وارد نمی‌شود، اما خون از آن‌ها خارج می‌شود. بنابراین حجم خون بطن‌ها کاهش می‌یابد.

۶. ترتیب مراحل براساس مدت زمان:

(استراحت عمومی < انقباض بطنی < انقباض دهلیزی)

۷. بیشترین کشیدگی طناب‌های ارتجاعی در مرحله انقباض بطنی مشاهده می‌شود؛ زیرا در این مرحله فشار بطن‌ها افزایش یافته و دریچه‌های دولختی و سه‌لختی بسته می‌شوند. پس کشیدگی طناب‌های ارتجاعی افزایش می‌یابد تا از برجسته شدن دریچه‌های دولختی و سه‌لختی درون دهلیزها جلوگیری کند.

۸. در هر دوره قلبی، حدوداً ۵/۰ ثانیه خون از دهلیزها و حدوداً ۳/۰ ثانیه خون از بطن‌ها خارج می‌شود.

۹. در انقباض بطنی، بیشتر (بخش زیادتر ماهیچه قلبی) یاخته‌های لایه میانی قلب در حال انقباض‌اند؛ ولی در مرحله انقباض دهلیزی، برخی (بخش کمتر ماهیچه قلبی) از یاخته‌های ماهیچه‌ای قلب در حال انقباض هستند.

۱۰. در هیچ یک از مراحل چرخه ضربان قلب مانعی برای ورود خون به دهلیزها وجود ندارد.

۱۱. در مراحل استراحت عمومی و انقباض بطنی خون درون قلب افزایش و خون خارج از قلب کاهش می‌یابد. در مرحله انقباض بطنی خون درون قلب کاهش و خون خارج از قلب افزایش می‌یابد.

۱۲. قلب در مرحله استراحت عمومی بیشترین حجم را دارد؛ زیرا هیچ حفره‌ای از قلب منقبض نیست. قلب در مرحله انقباض بطنی کمترین حجم را دارد؛ زیرا بیشتر ماهیچه قلب در حال انقباض است و میزان حجم درون بطن‌ها شدیداً کاهش می‌یابد.

۱۳. خون درون قلب در پایان انقباض دهلیزی (ابتدای انقباض بطنی) به بیشترین میزان خود می‌رسد؛ زیرا در مرحله انقباض بطنی خون از قلب خارج می‌شود. بنابراین قبل از این مرحله بیشترین خون درون قلب را شاهد هستیم.

۱۴. خون درون قلب در پایان انقباض بطنی (ابتدای استراحت عمومی) به کمترین میزان خود می‌رسد؛ زیرا در مرحله انقباض بطنی خون از قلب شدیداً خارج شده و کمترین خون درون قلب را شاهد هستیم.



برون‌ده قلبی

(نه برون‌ده قلبی)

(نه قلب)

حجم ضربه‌ای و برون‌ده قلبی براساس خون خارج شده از یک بطن سنجیده می‌شوند. این مقدار نصف خون خارج شده از قلب است. برای مثال اگر حجم ضربه‌ای فردی ۷۰ میلی‌لیتر باشد، حجم خون خارج شده از قلب وی در هر ضربان، حدود ۱۴۰ میلی‌لیتر. یا اگر برون‌ده قلبی فردی ۵ لیتر باشد، خون خارج شده از قلب وی در مدت یک دقیقه، حدود ۱۰ لیتر است.

حجم خونی که در هر انقباض بطنی از یک بطن خارج و وارد سرخرگ می‌شود، **حجم ضربه‌ای** نامیده می‌شود. اگر این مقدار را در تعداد ضربان قلب در دقیقه ضرب کنیم، **برون‌ده قلبی** به دست می‌آید. برون‌ده قلبی متناسب با سطح فعالیت بدن تغییر می‌کند و عواملی مانند سوخت و ساز پایه بدن، مقدار فعالیت بدنی، سن و اندازه بدن، در آن مؤثر است. میانگین برون‌ده قلبی در بزرگسالان در حالت استراحت حدود پنج لیتر در دقیقه است. ۱

گفتیم که برون‌ده قلبی در بزرگسالان، در حالت استراحت حدود پنج لیتر در دقیقه است. با توجه به تعداد ضربان قلب در دقیقه، حجم ضربه‌ای را بر حسب میلی‌لیتر محاسبه کنید. ۲

فعالیت ۴

بخش سمپاتیک دستگاه عصبی خودمختار، هورمون‌های اپی‌نفرین، نوراپی‌نفرین با افزایش فشار خون موجب افزایش حجم ضربه‌ای و برون‌ده قلبی می‌شوند. این هورمون‌ها همچنین با افزایش ضربان قلب در افزایش برون‌ده قلبی مؤثرند. هورمون‌های آلدوسترون و ضدادراری نیز با افزایش فشار خون، در افزایش حجم ضربه‌ای و برون‌ده قلبی نقش دارند. هورمون‌های تیروئیدی با تنظیم سوخت‌وساز همهٔ یاخته‌های بدن در تنظیم برون‌ده قلبی نقش دارند. (یازدهم - فصل ۱ و ۴)

فعالیت ۴

۲ در فعالیت قلبی ضربان قلب طبیعی را ۷۵ به دست آوردیم. با تقسیم برون‌ده قلبی (۵۰۰ میلی‌لیتر) بر ۷۵ عدد ۶۶ میلی‌لیتر (از نظر علمی حدود ۷۰ میلی‌لیتر در نظر بگیریم) به دست می‌آید که بیان‌گر حجم ضربه‌ای است. پس خون خارج شده از قلب در هر انقباض حدود ۱۳۲ میلی‌لیتر است.

موشکافی متن:

۱ در مورد برون‌ده قلبی به این نکات دقت کنید:

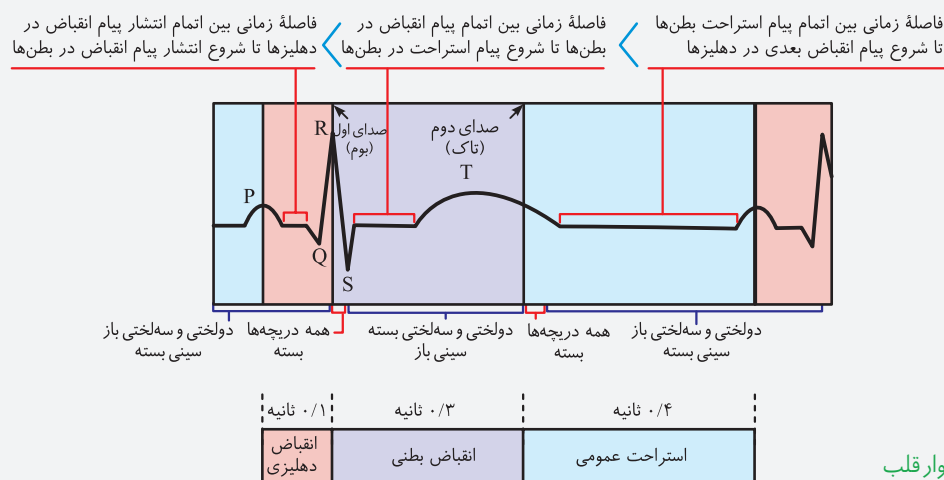
- ۱- برون‌ده قلبی در افراد مختلف متفاوت است.
- ۲- برون‌ده قلبی در زمان‌های مختلف زندگی یک فرد متفاوت است، مثلاً در زمان استراحت کمتر از زمان فعالیت است.
- ۳- برون‌ده قلبی هر فردی ۵ لیتر نیست.
- ۴- برون‌ده قلبی به دو عامل حجم ضربه‌ای و تعداد ضربان قلب بستگی دارد، پس لزوماً فردی که حجم ضربه‌ای بیشتری دارد، برون‌ده قلبی بیشتری ندارد.
- ۵- افزایش ضربان قلب، برون‌ده قلبی را زیاد می‌کند، اما حجم ضربه‌ای را خیر!
- ۶- افزایش قدرت انقباضی قلب موجب افزایش حجم ضربه‌ای و برون‌ده قلبی می‌شود.



نوار قلب چه می‌گوید؟

شاید تا به حال نوار قلب کسی را دیده باشید. منحنی رسم شده، نشانگر چیست؟ (نه عصبی) یاخته‌های ماهیچه قلبی در هنگام چرخه ضربان قلب، فعالیت الکتریکی را نشان می‌دهند. ^۱ جریان الکتریکی حاصل از فعالیت قلب را می‌توان در سطح پوست دریافت و به صورت نوار قلب ثبت کرد. ^۲ نوار قلب شامل سه موج P، QRS و T است (شکل ۹). فعالیت الکتریکی دهلیزها به شکل موج P و فعالیت الکتریکی بطن‌ها به شکل موج QRS ثبت می‌شود. انقباض هریک از این بخش‌ها، اندکی پس از شروع فعالیت الکتریکی آن بخش است. موج T اندکی پیش از پایان انقباض بطن‌ها و بازگشت آنها به حالت استراحت ثبت می‌شود.

بررسی تغییراتی که در نوار قلب رخ می‌دهد، می‌تواند به متخصصان در تشخیص بیماری‌های قلبی کمک کند. ^۶



شکل ۹ - نوار قلب

موشکافی متن:

^۳ موج P: ۱- مربوط به فعالیت الکتریکی دهلیزها است؛ بنابراین در ابتدای موج P فعالیت الکتریکی دهلیزها آغاز و در انتهای آن، فعالیت الکتریکی دهلیزها به پایان می‌رسد. ۲- موج P ناشی از فعالیت گره سینوسی - دهلیزی و پخش شدن موج انقباض در دهلیزهاست. در ابتدای ثبت این موج فعالیت گره سینوسی - دهلیزی آغاز می‌شود.

همزمان با این موج، جریان الکتریکی در حال پخش شدن در دهلیزهاست و تقریباً زمانی که جریان الکتریکی به گره دهلیزی - بطنی می‌رسد، موج P تمام می‌شود. ۳- از آن جایی که انقباض هر حفره اندکی پس از شروع فعالیت الکتریکی آن بخش آغاز می‌شود، ابتدای موج P در مرحله استراحت عمومی ثبت می‌شود و آغاز انقباض دهلیزها مربوط به قله موج P می‌باشد.

^۴ موج QRS: ۱- مربوط به فعالیت الکتریکی بطن‌ها است، بنابراین در شروع فعالیت الکتریکی بطن‌ها موج Q و در انتهای فعالیت الکتریکی بطن‌ها موج S ثبت می‌شود. ۲- موج QRS ناشی از فعالیت تارهای بطنی شبکه هادی و پخش شدن جریان الکتریکی در بطن‌هاست. کمی پیش از ثبت این موج، گره دهلیزی - بطنی فعالیت خود را آغاز می‌کند و پیام الکتریکی را از طریق یک رشته شبکه هادی به سمت بطن می‌فرستد. اگر به شکل کتاب درسی دقت کنید، پیش از موج QRS یک خط صاف می‌بینیم که به علت تأخیر در انتقال پیام از گره دهلیزی - بطنی به بطن‌ها رسم

^۱ فعالیت الکتریکی یاخته‌های ماهیچه‌ای قلب به شکل سه موج در نوار قلب ثبت می‌شود. دقت داشته باشید تمام یاخته‌های ماهیچه قلبی به صورت همزمان پیام الکتریکی صادر نمی‌کنند؛ بلکه یاخته‌های بخش‌های مختلف قلب با فواصل زمانی به صدور پیام الکتریکی می‌پردازند. به این صورت که ابتدا گره پیشاهنگ به تولید ضربان می‌پردازد. سپس این پیام از طریق دسته‌تارهای بین‌گره‌ای به گره دوم و همزمان از طریق دسته‌تار دیگری وارد دهلیز چپ می‌شود. سپس پیام الکتریکی از طریق شبکه هادی وارد بطن‌ها شده و کل دیواره ماهیچه‌ای بطن‌ها را در برمی‌گیرد.

^۲ از آن جایی که نوار قلب از سطح پوست دریافت می‌شود، جریان الکتریکی توانایی عبور از بافت‌های بین ماهیچه قلب و پوست و حتی مایعات را دارد.

نوار مغزی همانند نوار قلب از سطح بدن دریافت می‌شود. نوار مغزی با نوار قلب چند تفاوت دارد: ۱- نوار مغزی جریان ثبت شده در یاخته‌های عصبی است. ۲- نوار مغزی برخلاف نوار قلب، منظم نیست. ۳- نوار مغزی تعداد موج بیشتری نسبت به نوار قلب دارد. (یازدهم - فصل ۱)



می‌شود. اگر بخواهیم دقیق‌تر موج QRS را با شبکه هادی قلب ارتباط بدهیم اینجوری میشه: موج Q زمانی ثبت میشه که پیام انقباض در دیواره بین بطنی در حال گسترش است. زمانی که پیام انقباض به نوک قلب می‌رسد و در بیشتر یاخته‌های ماهیچه‌ای قلب گسترش می‌یابد، موج R و زمانی که پیام انقباض به انتهای مسیر خود در دیواره خارجی بطن‌ها (در مجاورت دهلیزها) می‌رسد موج S رسم میشه! ۳- ابتدای موج QRS در مرحله انقباض دهلیزی و انتهای آن در مرحله انقباض بطنی ثبت می‌شود. (آغاز انقباض بطن‌ها در موج R اتفاق می‌افتد).

موج T: ۱- مربوط به استراحت بطن‌ها است. در واقع یاخته‌های ماهیچه‌ای بطن پیش از به استراحت در آمدن، جریان الکتریکی از خود نشان می‌دهند که به شکل موج T رسم می‌شود. ۲- این موج زمانی ثبت می‌شود که موج انقباض به طور کامل در بطن‌ها پخش شده است. پیش از ثبت موج T یک خط صاف می‌بینیم که نشان می‌دهد بین موج انقباض بطنی و موج استراحت بطنی فاصله‌ای وجود دارد. ۳- استراحت عمومی در اواخر موج T آغاز می‌شود. در واقع بیشتر قسمت‌های موج T در مرحله انقباض بطنی و فقط انتهای موج T در مرحله استراحت عمومی ثبت می‌شود.

موج‌های نوار قلب زمانی ایجاد می‌شوند که میزان جریان الکتریکی درون قلب در حال تغییر باشد. مثلاً در موج P میزان جریان الکتریکی در دهلیزها ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد. حالا اگر جریان الکتریکی موجود در قلب ثابت باشد، در نوار قلب، خط صاف رسم می‌شود. جریان الکتریکی قلب در محل ثبت این خطوط تقریباً صفر است. البته در بیماری‌های مختلف ممکن است جریان الکتریکی این خطوط تغییر کند. به طور کلی در سه محل از نوار قلب خط صاف می‌بینیم: ۱- فاصله بین P تا Q که در مرحله انقباض دهلیزی رسم می‌شود. ۲- فاصله بین S تا T که در مرحله انقباض بطنی رسم می‌شود. ۳- فاصله بین T تا P که در مرحله استراحت عمومی رسم می‌شود.

مرحله استراحت عمومی در فاصله «انتهای T تا اواسط P»، انقباض دهلیزی در فاصله «اواسط P تا اواسط QRS» و انقباض بطنی در فاصله «اواسط QRS تا اواخر T» ثبت می‌شود.

در ابتدای انقباض بطنی (موج QRS) با بسته شدن دریچه‌های دولختی و سه‌لختی صدای اول قلبی شنیده می‌شود. در این زمان تمامی دریچه‌ها بسته هستند. در ابتدای استراحت عمومی (انتهای موج T) با بسته شدن دریچه‌های سینی، صدای دوم قلبی شنیده می‌شود. در این زمان نیز همه دریچه‌ها بسته‌اند. در نتیجه نه خونی به بطن وارد و نه خونی از بطن خارج می‌شود.

در حفاصل صدای اول قلبی تا صدای دوم قلبی، بخشی از موج QRS و موج T رسم می‌شود. در فاصله صدای دوم قلبی تا صدای اول بعدی، بخشی از موج T، موج P و بخشی از موج QRS رسم می‌شود.

موشکافی شکل ۹:



۱. نوار قلب نشان داده شده دارای سه برآمدگی یا قله و دو فرورفتگی یا دره است. برآمدگی‌ها P، R و T و فرورفتگی‌ها Q و S هستند. برآمدگی‌ها امواجی مثبت و فرورفتگی‌ها امواجی منفی هستند.

۲. مقایسه امواج قلبی نوار قلب کتاب درسی:

الف) از نظر مدت زمان رسم شدن: $T > QRS > P$

ب) از نظر ارتفاع و میزان تغییر فعالیت الکتریکی قلب: $QRS > T > P$
پ) اگر بخواهیم دقیق‌تر تغییر فعالیت الکتریکی را بررسی کنیم:

$R > S > T > P > Q$

ت) در مورد فاصله طول خطوط صاف بین امواج دقت کنید: خط صاف بین موج T تا P بعدی < خط صاف بین موج S تا T < خط صاف بین موج Q تا P

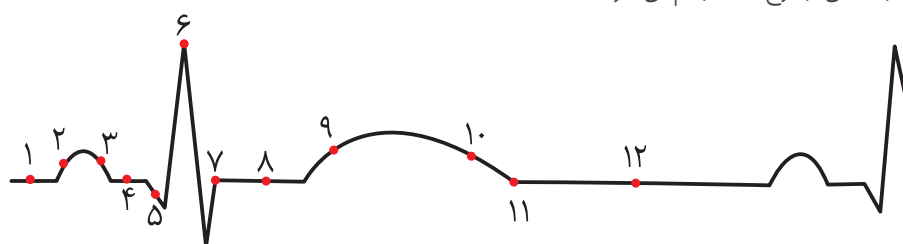
۳. R مثبت‌ترین و S منفی‌ترین بخش نوار قلب نشان داده شده است.

۴. هم در زمان انقباض قلب (فاصله PQ و ST) هم در زمان استراحت قلب (فاصله T تا P بعدی) بخش‌هایی از نوار قلب به صورت خط صاف رسم می‌شود.

۵. در بیشتر زمان‌های استراحت عمومی، موجی در نوار قلب دیده نمی‌شود، اما در بخش کوچکی از استراحت عمومی (انتهای موج T و ابتدای موج P) یاخته‌های قلب از خود فعالیت الکتریکی نشان می‌دهند.



خب عزیزان رسیدیم به جمع‌بندی چرخه ضربان قلب و نوار قلب! برای این که بتوانیم به سوالات این قسمت پاسخ بدیم لازم است به دو نکته مهم با ثبت هر قسمت از نوار قلب چه اتفاقی برای قلب می‌افته! برای تسلط بیشتر شما عزیزان این مطالب رو تو دو تا جدول جمع‌بندی آوردم. پیشنهاد میکنم قبل از این که جدول اول رو بخونین به خودآزمایی از خودتون انجام بدین و ببینین در هر قسمت از شکل که نام‌گذاری کردیم چه اتفاقی برای قلب می‌دهد. این شما و این هم جمع‌بندی به روش زیستار!





شماره	موج مربوط به	دهلیزها	بطن‌ها	دریچه‌های دولختی و سه‌لختی	دریچه‌های سینی	حجم خون دهلیزها	حجم خون بطن‌ها	مقایسه فشار
۱	—	استراحت	استراحت	باز	بسته	ثابت	افزایش	سرخرگ > دهلیز > بطن
۲	انقباض دهلیز	استراحت	استراحت	باز	بسته	ثابت	افزایش	سرخرگ > دهلیز > بطن
۳	انقباض دهلیز	انقباض	استراحت	باز	بسته	کاهش	افزایش	سرخرگ > دهلیز > بطن
۴	—	انقباض	استراحت	باز	بسته	کاهش	افزایش	سرخرگ > دهلیز > بطن
۵	انقباض بطن‌ها	انقباض	استراحت	باز	بسته	کاهش	افزایش	سرخرگ > دهلیز > بطن
۶	انقباض بطن‌ها	استراحت (پایان انقباض دهلیزی)	انقباض (شروع انقباض بطنی)	بسته شدن (صدای اول)	بسته	افزایش (کم‌ترین)	ثابت (بیشترین)	سرخرگ > بطن > دهلیز
۷	انقباض بطن‌ها	استراحت	انقباض	بسته	باز شدن	افزایش	کاهش	بطن > سرخرگ > دهلیز
۸	—	استراحت	انقباض	بسته	باز	افزایش	کاهش	بطن > سرخرگ > دهلیز
۹	استراحت بطن‌ها	استراحت	انقباض	بسته	باز	افزایش	کاهش	بطن > سرخرگ > دهلیز
۱۰	استراحت بطن‌ها	استراحت	استراحت (پایان انقباض بطنی)	بسته	بسته شدن (صدای دوم)	افزایش (بیشترین)	ثابت (کم‌ترین)	سرخرگ > بطن > دهلیز
۱۱	—	استراحت	استراحت	باز شدن	بسته	کاهش	افزایش	سرخرگ > دهلیز > بطن
۱۲	—	استراحت	استراحت	باز	بسته	ثابت	افزایش	سرخرگ > دهلیز > بطن

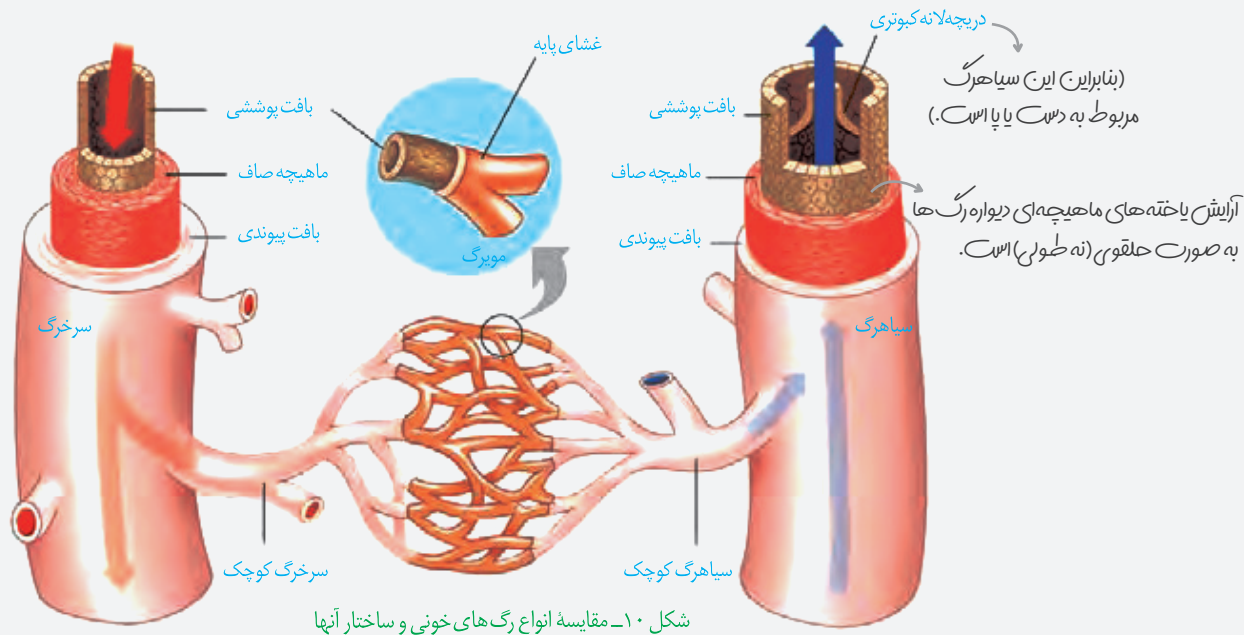
مرحله سوم	مرحله دوم	مرحله اول	مراحل
بسته (بالا)	باز (پایین)	ابتدا بسته (بالا) در بیشتر زمان‌ها؛ باز (پایین)	وضعیت دریچه‌های دولختی و سه‌لختی
ابتدا بسته (پایین) در بیشتر زمان‌ها؛ باز (بالا)	بسته (پایین)	بسته (پایین)	دریچه‌های سینی شکل
داریم	نداریم	داریم	ورود خون به دهلیزها
نداریم	داریم	داریم	ورود خون به بطن‌ها
نداریم	داریم	داریم	خروج خون از دهلیزها
داریم	نداریم	نداریم	خروج خون از بطن‌ها
کاهش	ثابت	افزایش	حجم خون موجود در قلب
صدای اول در ابتدای آن	نداریم	صدای دوم در ابتدای آن	صداهای قلبی
اواسط QRS تا اواخر T	اواسط P تا اواسط QRS	اواخر T تا اواسط P	کدام قسمت نوار قلب ثبت می‌شود؟
اواخر انتشار در بطن‌ها و ابتدای خروج آن از بطن‌ها	اواخر انتشار در دهلیزها و ابتدای انتشار در بطن‌ها	اواخر خروج آن از بطن‌ها و ابتدای انتشار در دهلیزها	سرنوشت پیام الکتریکی؟

مرحله سوم	مرحله دوم	مرحله اول	مراحل
انقباض بطنی	انقباض دهلیزی	استراحت عمومی	نام
حدود ۳/۵ ثانیه	حدود ۱/۵ ثانیه	حدود ۴/۵ ثانیه	زمان
در حال استراحت	در حال انقباض	در حال استراحت	ماهیه دهلیزها
در حال انقباض	در حال استراحت	در حال استراحت	ماهیه بطن‌ها
در حال افزایش	در حال کاهش	در حال کاهش	حجم خون دهلیزها
در حال کاهش	در حال افزایش	در حال افزایش	حجم خون بطن‌ها
—	✓	—	بیشترین فشار خون دهلیزها
✓	—	—	بیشترین فشار خون بطن‌ها
✓	—	—	کمترین فشار خون دهلیزها
—	—	✓	کمترین فشار خون بطن‌ها
در ابتدا سرخرگ < بطن < دهلیز بیشتر زمان‌ها؛ بطن < سرخرگ < دهلیز	سرخرگ < دهلیز < بطن	در ابتدا سرخرگ < بطن < دهلیز بیشتر زمان‌ها؛ سرخرگ < دهلیز < بطن	مقایسه فشار خون



گفتار ۲ رگ‌ها

در دستگاه گردش خون، سه نوع رگ در شبکه‌ای مرتبط به هم وجود دارد. این شبکه، که از قلب شروع می‌شود و پس از عبور از بافت‌ها به قلب باز می‌گردد، از **سرخرگ‌ها**، **مویرگ‌ها** و **سیاهرگ‌ها** تشکیل شده است. ^۱ ساختار هر یک از این رگ‌ها متناسب با کاری است که انجام می‌دهد. دیواره همه سرخرگ‌ها و سیاهرگ‌ها از **سه لایه اصلی** تشکیل شده است (شکل ۱۰). ^۲ لایه داخلی آنها بافت پوششی سنگ‌فرشی است که در زیر آن، غشای پایه قرار گرفته است. ^۳ لایه میانی آن، ماهیچه‌ای صاف است که همراه این لایه رشته‌های کشسان (الاستیک) زیادی وجود دارد. ^۴ آخرین لایه، بافت پیوندی است که لایه خارجی آنها را می‌سازد. ^۵ (نه کلاژن)



موشکافی متن:

۱ در کبد و کلیه حالت معمول گردش خون (سرخرگ → مویرگ → سیاهرگ) را نیز داریم.

۲ ساختار هر رگ خونی متناسب با وظیفه‌ای که دارد شکل گرفته است. در نمودار بعدی ارتباط ساختار رگ‌های خونی و کار آنها را بررسی می‌کنیم. این نمودار خیلی از نظر نگارشی مهمه!

۳ لایه داخلی رگ‌ها طبق شکل کتاب، از نوع سنگ‌فرشی یک‌لایه‌ای است. یاخته‌های سنگ‌فرشی از یک سمت با خون و از سمت دیگر با غشای پایه تماس دارند.

۴ در شرایط طبیعی تنها یاخته‌های سنگ‌فرشی رگ‌ها می‌توانند در تماس با خون قرار گیرند.

این که بگوییم یاخته‌های پوششی رگ‌های خونی تماسی با بافت پیوندی ندارند، نادرست است. چون یاخته‌های پوششی موجود در همه رگ‌های خونی مستقیماً بافت پیوندی خون در تماس هستند.

۱ در دستگاه گردش خون انسان سه نوع رگ وجود دارد، اما در دستگاه گردش مواد انسان بیش از سه نوع رگ دیده می‌شود؛ زیرا علاوه بر سرخرگ‌ها، مویرگ‌ها و سیاهرگ‌ها، رگ و مویرگ لنفی نیز داریم.

قبل از هر مویرگ لزوماً یک سرخرگ با خون روشن وجود ندارد. بعد از هر مویرگ نیز لزوماً یک سیاهرگ با خون تیره وجود ندارد. چند استثنای مهم در رابطه با مسیر گردش خون داریم:

- ۱- در بخشی از کبد: «سیاهرگ → مویرگ → سیاهرگ» (دهم - فصل ۲)
- ۲- در بخشی از کلیه: «سرخرگ آوران → شبکه مویرگی گلوмерول → سرخرگ وایرن» (دهم - فصل ۵)
- ۳- در آبشش ماهی: «سرخرگ شکمی → مویرگ → سرخرگ پشتی» (دهم - فصل ۳)

- ۴- در شش‌ها: سرخرگ (خون تیره) → مویرگ → سیاهرگ (خون روشن)
- ۵- در جفت: سرخرگ (خون تیره) → مویرگ → سیاهرگ (خون روشن)
- ۶- در کرم خاکی: سرخرگ (خون تیره) → مویرگ پوستی → سیاهرگ (خون روشن)

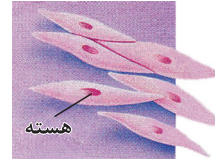


سؤال پیش آمده که اگر یاخته پیوندی تو لایه میانی وجود ندارد، پس این رشته‌ها توسط کدام یاخته‌ها ساخته میشن؟ باید خدمت باسعادتون عرض کنیم که این رشته‌ها توسط خود یاخته‌های ماهیچه‌ای صاف ساخته میشن (که البته این مطلب خارج از کتاب است) پس اگه ازتون سوال کردن از بین لایه‌های اصلی دیواره سرخرگ‌ها و سیاهرگ‌ها کدام لایه رشته کشسان داره؟ میگین لایه‌های میانی و خارجی. اما آله سوال شد کدام لایه بافت پیوندی و کلاژن داره؟ میگین فقط لایه خارجی.

۵ لایه خارجی از بافت پیوندی تشکیل شده است و رشته‌های کلاژن و کشسان دارد. اما دقت داشته باشید در سرخرگ‌ها و سیاهرگ‌های بزرگ، بیشتر رشته‌های کشسان در لایه میانی دیده می‌شوند نه لایه خارجی!

۶ همه اندام‌های بدن مثل قلب، مغز، معده، روده، کلیه و ... دارای سرخرگ و سیاهرگ هستند. پس در همه اندام‌ها بافت پوششی سنگفرشی (یاخته‌های کشیده متصل به غشای پایه)، بافت ماهیچه‌ای صاف (یاخته دوکی شکل) و بافت پیوندی (ماده زمینه‌ای و رشته کلاژن و کشسان) مشاهده می‌شود.

۴ بافت ماهیچه‌ای صاف دارای یاخته‌های دوکی شکل، غیرمخطط، غیرمنشعب، تک هسته‌ای با هسته‌های بیضی در مرکز یاخته است. رشته‌های کشسان، باریک‌تر از رشته‌های کلاژن بوده و در بافت‌های پیوندی نیز مشاهده می‌شوند. (دهم - فصل ۱)



با این که سیاهرگ‌ها لایه میانی نازک‌تر و در نتیجه رشته‌های کشسان کمتری نسبت به سرخرگ‌ها دارند؛ اما حواستان باشد که میزان رشته‌های کشسان در سیاهرگ‌ها نیز زیاد در نظر گرفته می‌شود.

در لایه میانی فقط یک نوع یاخته (یاخته ماهیچه‌ای صاف) وجود دارد.

آیا در لایه میانی سرخرگ‌ها و سیاهرگ‌ها بافت پیوندی وجود دارد؟ ممکنه بگین چون در لایه میانی رشته کشسان وجود داره، پس حتماً بافت پیوندی هم داریم. اما این جوری نیست! حتماً توی ذهنتون

وظیفه	ویژگی مهم ساختار	رگ خونی
وارد شدن مقدار زیادی خون به آن در هنگام انقباض بطن بازگشت به حالت اولیه در هنگام استراحت بطن و به جلو راندن خون و حفظ پیوستگی خون درون رگ‌ها	رشته‌های کشسان زیاد در لایه میانی	کوچک سرخرگ
مقاومت در برابر جریان خون و تنظیم جریان خون مویرگ با تغییر مقاومت خود	ماهیچه صاف زیاد و رشته‌های کشسان کمتر در لایه میانی	بزرگ سیاهرگ
تبادل مواد بین خون و مایع میان بافتی	دیواره نازک	مویرگ
جای دادن حجم زیادی خون در خود	فضای داخلی زیاد و مقاومت کم	سیاهرگ

اگرچه ساختار پایه‌ای سرخرگ‌ها با سیاهرگ‌ها شباهت دارد، ضخامت لایه ماهیچه‌ای و پیوندی در سرخرگ‌ها بیشتر است تا بتوانند فشار زیاد وارد شده از سوی قلب را تحمل و هدایت کنند. به همین دلیل سرخرگ‌ها در برش عرضی، بیشتر گرد دیده می‌شوند، در حالی که سیاهرگ‌های هم‌اندازه آنها، دیواره‌ای نازک‌تر دارند و حفره داخل آنها بزرگ‌تر است. در عین حال، بسیاری از سیاهرگ‌ها دریچه‌هایی دارند که جهت حرکت خون را یک‌طرفه می‌کنند. (گروهی نیز صحیح است).

مویرگ‌ها فقط یک لایه بافت پوششی همراه با غشای پایه دارند. این ساختار با وظیفه آنها که تبادل مواد بین خون و مایع میان بافتی است، هماهنگی دارد. در دیواره مویرگ‌ها لایه ماهیچه‌ای نیست؛ ولی در ابتدای بعضی از آنها حلقه‌ای ماهیچه‌ای هست که میزان جریان خون در آنها را تنظیم می‌کند و به آن بنداره مویرگی گویند.

اگرچه تنظیم اصلی جریان خون در مویرگ‌ها بر اساس نیاز بافت به اکسیژن و مواد مغذی با تنگ و با اینکه در ابتدای بعضی مویرگ‌ها بنداره مویرگی از جنس ماهیچه وجود دارد، اما این بنداره جزء دیواره مویرگ در نظر گرفته نمی‌شود.

شکل ۱۱ - ساختار مویرگ و بنداره مویرگی

۱ سرخرگ کوچک
۲ بنداره مویرگی
۳ مویرگ
۴ سیاهرگ کوچک



- ۱- افزایش میزان نیاز بافت ← کاهش انقباض دیوارهٔ سرخرگ کوچک
← افزایش فضای داخلی سرخرگ ← افزایش جریان خون مویرگ
 - ۲- کاهش میزان نیاز بافت ← افزایش انقباض دیوارهٔ سرخرگ کوچک
← کاهش فضای داخلی سرخرگ ← کاهش جریان خون مویرگ
- همهٔ سرخرگ‌ها تنظیم جریان خون مویرگ را انجام نمی‌دهند. فقط سرخرگ‌های کوچک چنین قابلیت‌هایی دارند.

تنظیم جریان خون همهٔ مویرگ‌ها با تنگ یا گشاد شدن سرخرگ کوچک انجام نمی‌شود، زیرا قبل از بعضی مویرگ‌ها مثل مویرگ‌های شبکهٔ باب کبدی، سرخرگی وجود ندارد. (دهم - فصل ۲)

- مقایسه سرعت خون در رگ‌ها: سرخرگ < سیاهرگ < مویرگ
- مقایسه فشار خون در رگ‌ها: سرخرگ < مویرگ < سیاهرگ

موشکافی شکل‌های ۱۰ و ۱۱:

۱. به طور معمول در بدن انسان، سرخرگ‌های بزرگ، سرخرگ‌های کوچک‌تری را ایجاد می‌کنند که به مویرگ‌ها ختم می‌شوند. مویرگ‌ها به هم متصل شده و سیاهرگ‌های کوچکی را ایجاد می‌کنند که از اتصال آن‌ها به هم سیاهرگ‌های بزرگ ایجاد می‌شوند.
۲. بندارهٔ مویرگی در ابتدای مویرگ (سمت سرخرگی) قرار می‌گیرد. بندارهٔ مویرگی لزوماً در مجاورت خون روشن قرار نمی‌گیرد؛ چون بعضی سرخرگ‌ها خون تیره دارند.
۳. با توجه به شکل کتاب، مویرگ‌ها همانند سرخرگ‌های کوچک می‌توانند منشعب شوند.
۴. دیوارهٔ مویرگ‌ها، لایهٔ پیوندی و ماهیچه‌ای ندارد. بلکه فقط از یک لایه یاختهٔ سنگ‌فرشی به همراه غشای پایهٔ زیر آن تشکیل شده است.
۵. بافت پوششی هر سه نوع رگ، سنگ‌فرشی یک‌لایه‌ای است. یاخته‌های پوششی لایهٔ درونی در سیاهرگ‌ها بزرگ‌تر از سرخرگ‌ها و مویرگ‌ها هستند.
۶. در دیوارهٔ سرخرگ‌ها و سیاهرگ‌ها، لایهٔ میانی ضخیم‌تر از دو لایهٔ دیگر است: لایهٔ میانی < لایهٔ خارجی < لایهٔ داخلی
۷. لایه‌های خارجی و میانی در سرخرگ‌ها ضخیم‌تر از سیاهرگ‌ها هستند.
۸. ماهیچه‌های صاف حلقوی علاوه بر بندارهٔ مویرگی در دیوارهٔ سرخرگ‌ها و سیاهرگ‌ها نیز وجود دارند.
۹. دریچه‌های لانه‌کبوتری دوقطعه‌ای هستند.
۱۰. طبق شکل کتاب درسی، در تشکیل دریچه‌های لانه‌کبوتری فقط لایه درونی سیاهرگ نقش دارد.
۱۱. بعضی مویرگ‌ها بین سرخرگ و سیاهرگ قرار ندارند، بلکه بین دو سرخرگ یا دو سیاهرگ قرار دارند.
۱۲. در وسط سرخرگ‌ها و مویرگ‌ها برخلاف سیاهرگ‌ها، امکان مشاهدهٔ دریچه وجود ندارد.

موشکافی متن:

- ۱ سرخرگ‌ها به دلیل داشتن دیوارهٔ ضخیم‌تر: ۱- قابلیت تحمل فشار بیشتری دارند. ۲- در مقایسه با سیاهرگ‌ها بیشتر گرد دیده می‌شوند.
- ۲ سیاهرگ‌ها به دلیل داشتن دیوارهٔ نازک‌تر: ۱- مقاومت کم‌تری دارند. ۲- حفرهٔ درونی بزرگ‌تری دارند و خون بیشتری درون خود جای می‌دهند.
- سرخرگ‌ها به دلیل دیوارهٔ ضخیم خود، حتی در نبود خون هم باز هستند؛ درحالی‌که دیوارهٔ سیاهرگ‌ها در نبود خون روی هم می‌خوابند.
- ۳ تبادل مواد بین خون و مایع میان‌بافتی وظیفهٔ مویرگ‌هاست. دقت داشته باشید که بافت‌های بدن مواد خود را مستقیماً با مویرگ مبادله نمی‌کنند. بین مویرگ و بافت‌های بدن مایع میان‌بافتی وجود دارد که مثل واسطه عمل می‌کند. به طور کلی دو گروه از یاخته‌های بدن می‌توانند مستقیماً مواد مورد نیاز خود را از خون دریافت کنند: ۱- بعضی یاخته‌های درون‌شامهٔ قلب ۲- یاخته‌های رگ‌های خونی.
- آیا تمامی یاخته‌های رگ‌های خونی می‌توانند مواد مورد نیاز خود را از خون درون رگ دریافت کنند؟ این موضوع که بعضی یاخته‌های رگ‌های خونی می‌توانند مواد مورد نیاز خود را از خون درون حفره دریافت کنند، از کتاب درسی قابل برداشت است، چون یاخته‌های لایهٔ درونی رگ‌ها در تماس مستقیم با خون قرار دارد. اما تأمین مواد مورد نیاز سایر لایه‌های دیوارهٔ رگ‌ها خارج از کتاب درسی است. طبق کتاب بافت‌شناسی جان کوئیرا، در رگ‌های کوچک همهٔ لایه‌ها می‌توانند مواد مورد نیاز خود را از خون دریافت کنند، اما یاخته‌های رگ‌های بزرگ که فاصلهٔ زیادی از جریان خون دارند نمی‌توانند مواد را با خون درون رگ مبادله کنند. این رگ‌ها در دیوارهٔ خود، رگ‌های کوچک‌تری دارند که خون‌رسانی به دیوارهٔ آن‌ها را انجام می‌دهند.
- ۴ بندارهٔ مویرگی جزء دیوارهٔ مویرگ حساب نمی‌شود. در ضمن یادتون باشه که ابتدای همهٔ مویرگ‌ها بندارهٔ مویرگی وجود ندارد. بنابراین تنظیم جریان خون همهٔ مویرگ‌ها با کمک بندارهٔ مویرگی انجام نمی‌شود.
- در ابتدای سرخرگ‌های خروجی از قلب همانند بعضی از مویرگ‌ها ساختاری وجود دارد که به یک‌طرفه کردن جریان خون کمک می‌کند.
- بندارهٔ مویرگی همانند بندارهٔ انتهای مری، بندارهٔ پیلور، بندارهٔ داخلی مخرج و بندارهٔ داخلی میزراه از جنس ماهیچهٔ صاف است. (دهم - فصل ۵ و ۲)
- ۵ در تنظیم جریان خون مویرگ دو عامل نقش دارند: ۱- عامل اصلی تنگ یا گشاد شدن سرخرگ‌های کوچکی است که قبل از مویرگ قرار دارند. در ادامهٔ فصل می‌خوانیم کربن‌دی‌اکسید با اثر بر روی سرخرگ‌های کوچک، آن‌ها را گشاد کرده و موجب افزایش جریان خون در مویرگ می‌شود. ۲- عامل کمکی تنظیم جریان خون از طریق بنداره‌های مویرگی ابتدای بعضی از مویرگ‌ها است. دقت کنید که بندارهٔ مویرگی عامل اصلی تنظیم جریان خون مویرگ نیست.
- تنظیم جریان خون توسط سرخرگ‌های کوچک به این صورت انجام می‌شود:



سرخرگ‌ها

سرخرگ‌های کوچک	سرخرگ‌های بزرگ	مورد مقایسه
۳	۳	تعداد لایه‌های اصلی دیواره
کمتر	بیشتر	میزان رشته‌های کشسان به ماهیچه صاف
بیشتر	کمتر	نسبت ماهیچه صاف به رشته‌های کشسان
بیشتر	کمتر	مقاومت در برابر جریان خون
کمتر	بیشتر	نقش در پیوستگی جریان خون
کمتر	بیشتر	نقش در ایجاد فشارکینه
بیشتر	کمتر	نقش در تنظیم جریان خون مویرگ‌ها
کمتر	بیشتر	نقش در ایجاد نبض
کمتر	بیشتر	فشار خون
بیشتر	کمتر	فاصله از قلب
لگنه نشده!	کشاد	تغییر در اثر افزایش CO_2

همان‌طور که می‌دانید سرخرگ‌ها خون را از قلب خارج می‌کنند و به بافت‌های بدن می‌رسانند. علاوه بر این باعث حفظ پیوستگی جریان خون و هدایت آن در این رگ‌ها می‌شوند. دیواره سرخرگ قدرت کشسانی زیادی دارد. وقتی بطن منقبض می‌شود، ناگهان مقدار زیادی خون از آن به درون سرخرگ پمپ می‌شود. سرخرگ‌ها در این حالت گشاد می‌شوند تا خون رانده شده از بطن را در خود جای دهند. در هنگام استراحت بطن یعنی وقتی که دیگر خونی از قلب خارج نمی‌شود، دیواره کشسان سرخرگ‌ها به حالت اولیه باز می‌گردد و خون را با فشار به جلو می‌راند. این فشار باعث هدایت خون در رگ‌ها و پیوستگی جریان خون در هنگام استراحت قلب می‌شود. تغییر حجم سرخرگ، به دنبال هر انقباض بطن، به صورت موجی در طول سرخرگ‌ها پیش می‌رود و به صورت نبض احساس می‌شود. در سرخرگ‌های کوچک‌تر، میزان رشته‌های کشسان، کمتر و میزان ماهیچه‌های صاف، بیشتر است. این ساختار باعث می‌شود با ورود خون، قطر این رگ‌ها تغییر زیادی نکند و در برابر جریان خون مقاومت کنند. میزان این مقاومت در زمان انقباض ماهیچه صاف دیواره، بیشتر و در هنگام استراحت، کمتر می‌شود. کم و زیاد شدن این مقاومت، میزان ورود خون به مویرگ‌ها را تنظیم می‌کند.

موشکافی متن:



۱ دو عامل مهم در هدایت و پیوستگی جریان خون و هدایت خون در رگ‌ها نقش اساسی دارند:

۱- نیروی انقباضی بطن که خون را با سرعت زیاد به درون سرخرگ می‌راند.
۲- حالت کشسانی زیاد دیواره سرخرگ که خودش دو عملکرد مهم دارد: الف) در هنگام انقباض بطن باعث گشاد شدن سرخرگ و جای دادن خون در آن می‌شود. ب) در هنگام استراحت بطن، باعث تنگ شدن سرخرگ و حرکت رو به جلوی خون در رگ‌ها می‌شود.

سرخرگ‌ها در حفظ پیوستگی جریان خون در تمام مدت استراحت بطنی یعنی استراحت عمومی و انقباض دهلیزی (نه فقط استراحت عمومی) نقش دارند؛ زیرا طبیعتاً در کل بازه زمانی که خون از بطن‌ها وارد سرخرگ‌ها نمی‌شود، باید پیوستگی جریان خون درون رگ‌ها را داشته باشیم.

۲ طبق متن کتاب درسی، نبض در نتیجه تغییر حجم خون سرخرگ‌هاست. سرخرگ‌های کوچک به جهت مقاومت زیادی که در برابر تغییر قطر دارند؛ نسبت به سرخرگ‌های بزرگ، تغییرات حجم کمتری دارند و در نتیجه نقش کمتری در ایجاد نبض دارند (یا اصطلاحاً نبض آن‌ها ضعیف است)!

۳ هر چه یک سرخرگ تنگ‌تر شود: ۱- مقاومت آن در برابر جریان خون افزایش می‌یابد. ۲- فشار خون درون آن افزایش می‌یابد. ۳- حجم خون درون آن کاهش می‌یابد. ۴- میزان خون‌رسانی به مویرگ بعد از آن کاهش می‌یابد. اگر سرخرگ کشادتر شود (برعکس می‌شود)!

اگر سرخرگی بعد از مویرگ قرار داشته باشد (مثل سرخرگ وایبران کلیه و سرخرگ پشته ماهی) تنگ شدن رگ موجب افزایش خون درون مویرگ‌های قبل از آن می‌شود. سرخرگ وایبران بین دو شبکه مویرگی (گلومرول و شبکه مویرگی دورلوله‌ای) قرار دارد. تنگ شدن این رگ میزان خون درون گلومرول را افزایش و میزان خون درون مویرگ‌های دورلوله‌ای را کاهش می‌دهد. (دهم - فصل ۳ و ۵)



فشار خون: بیشتر سرخرگ‌های بدن در قسمت‌های عمقی هر اندام قرار گرفته‌اند، در حالی که سیاهرگ‌ها بیشتر در سطح قرار دارند. به نظر شما مزیت آن چیست؟^۱

فشار خون، نیرویی است که از سوی خون بر دیواره رگ وارد می‌شود. اگر سرخرگی در بدن بریده شود، خون با سرعت زیاد از آن بیرون خواهد ریخت و بسیار خطرناک است. این خون‌ریزی، ناشی از فشار خون زیاد درون سرخرگ است. چنین فشاری برای کار طبیعی دستگاه گردش خون لازم است.^۲

فعالیت ۵

اندازه‌گیری فشار خون

دستگاه‌های اندازه‌گیری فشار خون انواع زیادی دارند، از جمله عقربه‌ای و جیوه‌ای که انواع رقمی (دیجیتال) هم به آنها اضافه شده است. یکی از انواع آن را به کلاس بیاورید و با کمک معلم خود فشار خون هم کلاسان را اندازه‌گیری کنید.  خوب شاید به ظاهر گلیک این فعالیت هیچی نداشته‌اند ولی جالبه بدوینده که تو امتحان مهاجرت کشور زیست دهم سال ۱۴۰۲ به سوال ۵۱ از همین فعالیت ساده طرح شده بود و سوال خواسته بودند «دو نوع دستگاه اندازه‌گیری فشار خون را بنویسید.» بنابراین هیچ‌یک از بخش‌های کتاب درسی رو به هیچ وجه دست کم نگیرید!!!

فشار خون را با دو عدد (مثلاً ۱۲۰ روی ۸۰) بیان می‌کنند. این دو عدد به ترتیب، معرف فشار بیشینه و فشار کمینه بر حسب میلی‌متر جیوه است. فشار بیشینه فشاری است که خون در نتیجه انقباض بطن روی دیواره سرخرگ وارد می‌کند. فشار کمینه فشاری است که خون در هنگام استراحت قلب، به دیواره سرخرگ وارد می‌کند.^۳ (نه سانتی‌متر)

عوامل مختلفی می‌تواند روی فشار خون تأثیر بگذارد،^۴ از جمله: چاقی،^۵ تغذیه نامناسب به ویژه مصرف چربی و نمک زیاد،^۶ دخانیات،^۷ استرس (فشار روانی)^۸ و سابقه خانوادگی.^۹

فعالیت ۶

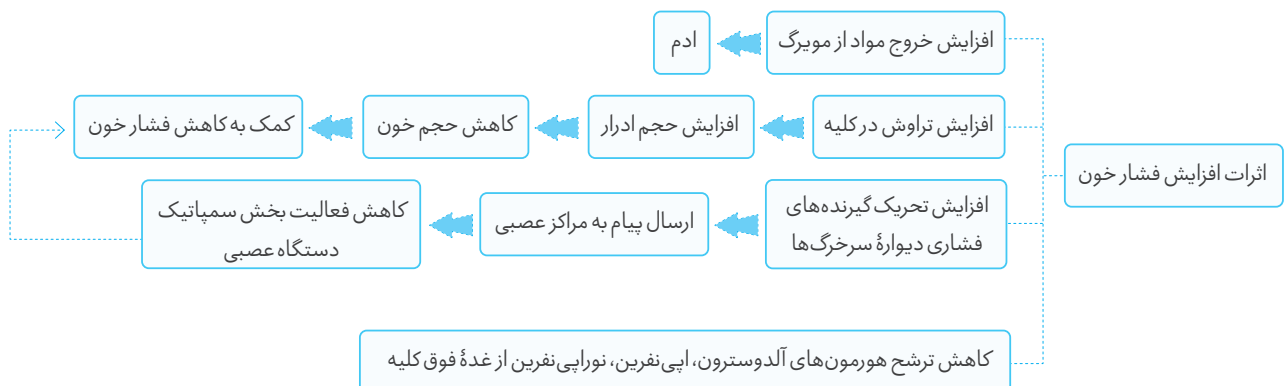
در مورد اینکه آیا نوشیدن قهوه بر فشارخون افراد تأثیر می‌گذارد یا نه، پژوهشی را طراحی کنید و با همکاری گروه درسی خود، آن را انجام دهید و نتیجه را در کلاس ارائه کنید.^{۱۰}

موشکافی متن:

۱ سرخرگ‌ها فشار خون بیشتری نسبت به سیاهرگ‌ها دارند و اگر بریده شوند، فرد خون زیادی از دست می‌دهد. بنابراین لازم است تا در معرض بریدگی نباشند. البته دقت کنید که سرخرگ‌ها همواره در قسمت‌های عمقی حضور ندارند و طبق گفته کتاب «بیشتر در قسمت‌های عمقی حضور دارند.»

در زیر پوست قورباغه و همچنین در لایه چربی زیر پوست، سرخرگ در سطح بالاتری نسبت به سیاهرگ قرار می‌گیرد. در قلب انسان هم سرخرگ و سیاهرگ تاجی تقریباً در یک سطح هستند. (دهم - فصل ۳ و یازدهم - فصل ۵)

۲ دو عامل مهم در بالا بودن فشار خون انسان نقش دارند: ۱- مسافت زیاد رگ‌های خونی ۲- وضعیت قائم بدن انسان: بخشی از مسیر گردش خون انسان در خلاف جاذبه زمین انجام شود و از این رو به فشار خون بالایی نیاز است. با این حال به دلیل کاهش شدید فشار در سیاهرگ‌ها، نیاز است تا عواملی به حرکت خون در آن‌ها کمک کنند.





عامل هم باعث میشه جریان خون بافت‌ها کاهش پیدا کنه. پس بدن مجبور می‌شود با افزایش قدرت انقباضی قلب، فشار خون را بالا ببرد. بریم سراغ نمک! مصرف نمک باعث میشه فشار اسمزی خون ما بره بالا و بدن مجبور میشه میزان آب درون خون رو افزایش بده. در این شرایط بدن جذب آب از روده و بازجذب آب از کلیه رو افزایش میده و با ورود آب به جریان خون، فشار خون افزایش پیدا می‌کنه.

۷ زمانی که فشار اسمزی خون آب بالاتر رود دو اتفاق در بدن انجام می‌شود تا میزان آب خون را افزایش دهد: ۱- مرکز تشنگی هیپوتالاموس فعال می‌شود و تمایل به نوشیدن آب افزایش پیدا می‌کند. ۲- هورمون ضدادراری از هیپوفیز پسین ترشح می‌شود و بازجذب آب از کلیه را افزایش می‌دهد. (دهم - فصل ۵ و یازدهم - فصل ۴)

۷ در ارتباط با دخیات مطالب مختلفی در کتاب درسی می‌خوانیم: سیگار کشیدن از علل برگشت اسید معده (ریفلاکس) است. (دهم - فصل ۲) افرادی که دخیات مصرف می‌کنند به دلیل از بین رفتن مزک‌های دستگاه تنفسی، دچار سرفه‌های مکرر می‌شوند. (دهم - فصل ۳) دخیات با جلوگیری از رسوب کلسیم در استخوان، موجب پوکی استخوان می‌شوند. (یازدهم - فصل ۳) دخیات از عوامل مهم سرطان‌زایی هستند. دخیات در جدا شدن فام‌تن‌ها در هر دو جنس اختلال ایجاد می‌کنند و می‌توانند موجب باهم ماندن فام‌تن‌ها و بروز نشانگان داون شوند. (یازدهم - فصل ۶) بنزوپیرن که در دود سیگار وجود دارد، جهشی ایجاد می‌کند که به سرطان منجر می‌شود. (دوازدهم - فصل ۴) سیگار کشیدن موجب تولید مونوکسید کربن می‌شود. این گاز مانع اتصال اکسیژن به هموگلوبین می‌شود. همچنین در زنجیره انتقال الکترون تنفس یاخته‌ای اختلال ایجاد می‌کند. (دوازدهم - فصل ۵)

۸ استرس با اثر بر بخش سمپاتیک دستگاه عصبی و غده فوق کلیه، فشار خون و ضربان قلب را بالا می‌برد. (یازدهم - فصل ۱ و ۴)

۹ اطلاعات مربوط به فشار خون در دمای افراد است. کسانی که به صورت ارثی فشار خون دارند در بخشی از دمای خود اختلال دارند و می‌توانند از طریق تولید مثل این اختلال را به فرزندان خود منتقل کنند.

فعالیت ۶

۱۰ کافئین موجود در قهوه با اثر بر بخش سمپاتیک دستگاه عصبی و همین‌طور بخش قشری فوق کلیه موجب ترشح اپی‌نفرین و افزایش کوتاه‌مدت فشار خون می‌شود. آله یه روزی دانشجو ی پزشکی شدین و استادتون گفت فشار مریض رو بگیرین؛ حتماً از مریض سوال بپرسین تا مطمئن بشین از نیت ساعت قبل قهوه نخورده باشه!

۳ فشار بیشینه نتیجه انقباض لایه میانی قلب (انقباض بطنی) و فشار کمینه نتیجه خاصیت کشسانی لایه میانی سرخرگ در هنگام استراحت قلب است.

۴ فشار کمینه در کدام مرحله از چرخه ضربان قلب ثبت می‌شود؟ از نظر علمی، فشار کمینه در پایان مرحله انقباض دهلیزی ثبت می‌شود. اما خب طبق متن کتاب درسی، «فشار بیشینه در مرحله انقباض بطنی و فشار کمینه در زمان استراحت قلب ثبت می‌شود.» بنابراین شما باید کتاب درسی را ملاک قرار دهید و فشار کمینه را در مرحله استراحت عمومی در نظر بگیرید.

۵ نقش سرخرگ‌های بزرگ در ایجاد فشار کمینه بیشتر از سرخرگ‌های کوچک است. زیرا سرخرگ‌های بزرگ به میزان بیشتری باز می‌شوند و فشار بیشتری در هنگام بسته شدن به خون وارد می‌کنند.

۶ حداکثر فشار درون بطن در هنگام انقباض بیشتر از فشار بیشینه و کمینه است.

۷ بطن چپ در مقایسه با بطن راست، فشار بیشتری به خون وارد می‌کند. بنابراین فشار خون در گردش عمومی بیشتر از گردش ششی و در سرخرگ آئورت بیشتر از سرخرگ ششی است.

۸ عواملی که روی فشار خون اثر می‌گذارند می‌توانند ارثی (سابقه خانوادگی و حتی چاقی) یا اکتسابی (رژیم غذایی نامناسب و دخیات) باشند.

۹ چاقی در زمینه ارثی (ژنی) و یا به دلیل رژیم غذایی نامناسب می‌تواند ایجاد شود. چاقی احتمال بروز بیماری‌هایی مانند دیابت نوع ۲، انواعی از سرطان، فشار خون، تنگ شدن سرخرگ‌ها (با افزایش LDL) را افزایش می‌دهد. با تنگی سرخرگ‌ها، بروز سکنه قلبی و مغزی نیز افزایش می‌یابد. همچنین در دیابت قند خون، تولید محصولات اسیدی در بدن و حتی مدت زمان لازم برای بهبودی زخم‌ها افزایش می‌یابد. بنابراین چاقی اثرات زیادی روی سلامت فرد می‌گذارد.

(دهم - فصل ۲ و یازدهم - فصل ۴)

۱۰ از آنجایی که یکی از علل ایجاد چاقی، رژیم غذایی نامناسب است، همه بیماری‌هایی که گفتیم می‌توانند در اثر رژیم غذایی نامناسب ایجاد شوند.

۱۱ مصرف چربی و نمک چگونه باعث افزایش فشار خون میشه؟ اول چربی رو بگم براتون! مصرف لیپیدها خصوصاً کلسترول باعث میشه لیپوپروتئین‌های کم‌چگال (LDL) در رگ‌های ما رسوب کنند و از یک طرف به دلیل گرفتگی رگ‌ها، میزان جریان خون به بافت‌ها کاهش می‌یابد. از طرف دیگر هم با رسوب لیپیدها در سرخرگ‌ها باعث میشه خاصیت ارتجاعی آن‌ها کاهش پیدا کنه و نتونن فشار کمینه مناسبی ایجاد کنن و این



مویرگ‌ها

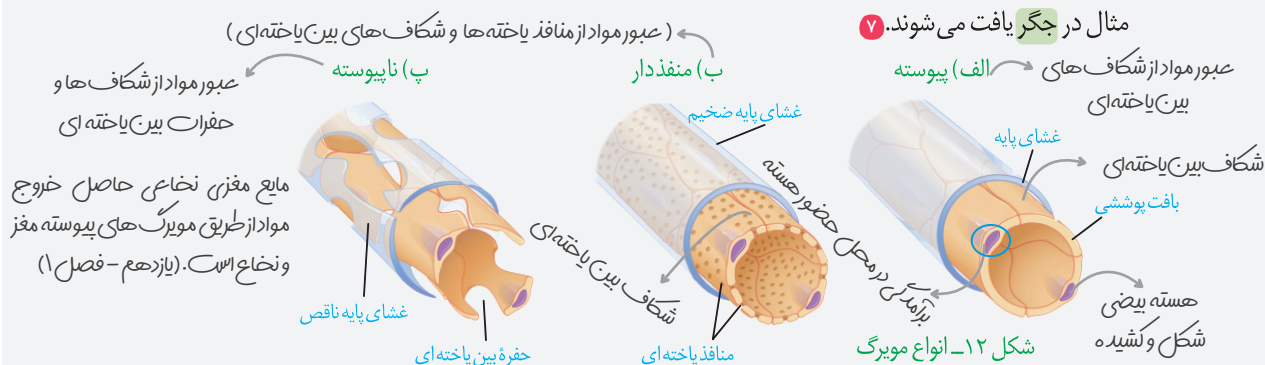
سرخرگ‌های کوچک به مویرگ‌هایی منتهی می‌شوند که کوچک‌ترین رگ‌های بدن هستند. تبادل مواد بین خون و یاخته‌های بدن، در این رگ‌ها انجام می‌شود. دیوارهٔ نازک و جریان خون کند، امکان تبادل مناسب مواد را در مویرگ‌ها فراهم می‌کند. در عین حال مویرگ‌ها شبکهٔ وسیعی را در بافت‌ها ایجاد می‌کنند به طوری که فاصلهٔ بیشتر یاخته‌های بدن تا مویرگ‌ها حدود 0.02 میلی‌متر (۲۰ میکرومتر) است. این فاصلهٔ کم، مبادلهٔ سریع مولکول‌ها را از طریق انتشار، آسان‌تر می‌کند. دیوارهٔ مویرگ‌ها، فقط از یک لایهٔ یاخته‌های پوششی سنگ‌فرشی ساخته شده است و ماهیچهٔ صاف ندارد. (نه درونی)

سطح بیرونی مویرگ‌ها را غشای پایه، احاطه می‌کند و نوعی صافی برای محدود کردن عبور مولکول‌های بسیار درشت به وجود می‌آورد. مویرگ‌های بدن در سه گروه قرار می‌گیرند:

در مویرگ‌های پیوسته یاخته‌های بافت پوششی با همدیگر ارتباط تنگاتنگی دارند. چنین مویرگ‌هایی به عنوان مثال در دستگاه عصبی مرکزی یافت می‌شوند که ورود و خروج مواد در آنها به شدت تنظیم می‌شود (شکل ۱۲ - الف).

مویرگ‌های منفذدار منافذ فراوانی در غشای سلول‌های پوششی دارند. غشای پایه در این مویرگ‌ها ضخیم است که، عبور مولکول‌های درشت مثل پروتئین‌ها را محدود می‌کند (شکل ۱۲ - ب). این مویرگ‌ها به عنوان مثال در کلیه یافت می‌شوند.

در مویرگ‌های ناپیوسته یاخته‌های پوششی به هم متصل‌اند؛ گرچه بین آنها فاصله‌هایی به صورت حفره‌هایی در دیوارهٔ مویرگ دیده می‌شود (شکل ۱۲ - پ). چنین مویرگ‌هایی به عنوان



پیوسته بودن مویرگ‌ها در مغز و ناپیوسته بودن آنها در جگر چه مزیتی دارد؟

فعالیت ۷

سه عامل به جابه‌جایی مواد از مویرگ به یاخته‌ها کمک می‌کند: ۱- دیوارهٔ نازک مویرگ ۲- جریان کند خون در مویرگ ۳- فاصلهٔ اندک مویرگ تا یاخته‌ها

فاصلهٔ یاخته‌ها تا مویرگ در همهٔ نقاط بدن کمتر از ۲۰ میکرومتر نیست! در بافت سنگفرشی چندلایه؛ چون رگ‌های خونی به درون آن نفوذ نمی‌کنند؛ فاصلهٔ یاخته‌های پوششی سطحی تا مویرگ‌ها می‌تواند بیشتر از ۲۰ میکرومتر باشد. اپیدرم پوست، عدسی و قرنیه چشم کلاً فاقد رگ خونی هستند. پس فاصلهٔ بین یاخته‌های این بخش و مویرگ‌ها بیش از ۲۰ میکرومتر است. (یازدهم - فصل ۲ و ۵)

موشکافی متن:

۱ در بیشتر مویرگ‌های بدن، اکسیژن و مواد غذایی از مویرگ خارج و مواد دفعی به مویرگ وارد می‌شوند. در برخی جاها این‌گونه نیست؛ ۱- در شش‌ها اکسیژن به مویرگ وارد و کربن‌دی‌اکسید از مویرگ خارج می‌شود. ۲- در روده مواد غذایی به مویرگ وارد می‌شود. ۳- در کلیه مواد دفعی از مویرگ خارج می‌شوند. ۴- در برخی مویرگ‌های کبد، مواد غذایی مانند گلوکز به مویرگ وارد و آمونیاک (مادهٔ دفعی) از مویرگ خارج می‌شود تا در کبد تبدیل به اوره شود. (دهم - فصل ۳، ۲ و ۵)



۷ مویرگ‌های ناپیوسته به دلیل داشتن حفرات بین‌یاخته‌ای هم به مولکول‌های کوچک و هم به مولکول‌های درشت و حتی یاخته‌ها، نفوذپذیری زیادی دارند.

✿ گول نخورید، یاخته‌ها در مویرگ‌های ناپیوسته نیز به هم اتصال دارند! دلیل ناپیوسته نامیدن این مویرگ‌ها عدم اتصال یاخته‌ها به هم نیست، بلکه ناپیوسته بودن غشای پایه و عدم اتصال یاخته‌ها در تمام طول خود به سایر یاخته‌هاست.

🚰 نفوذپذیری مویرگ‌های ناپیوسته و منفذدار زیاد و نفوذپذیری مویرگ‌های پیوسته کم است. با این حال مویرگ‌های ناپیوسته و منفذدار تفاوت‌های مهمی دارند که به آن‌ها اشاره می‌کنیم:

الف) در مویرگ‌های منفذدار برخلاف مویرگ‌های ناپیوسته، فضای بین یاخته‌های پوششی کم و غشای پایه ضخیم است. بنابراین مواد به میزان زیاد از بین یاخته‌ها جابه‌جا نمی‌شوند.

ب) در مویرگ‌های ناپیوسته برخلاف مویرگ‌های منفذدار، منفذ زیادی در غشای یاخته‌های پوششی وجود ندارد. بنابراین مواد به میزان زیاد از طریق غشای یاخته‌های پوششی جابه‌جا نمی‌شوند.

پ) آنچه باعث نفوذپذیری زیاد در مویرگ‌های منفذدار می‌شود، منافذ موجود در غشا و آنچه موجب نفوذپذیری زیاد مویرگ‌های ناپیوسته می‌شود، فضای بین یاخته‌های پوششی است.

ت) مویرگ‌های منفذدار برای عبور مواد کوچک و مویرگ‌های ناپیوسته برای عبور مولکول‌های درشت و یاخته‌های خونی تخصص یافته‌اند.

🧪 یکی از ویژگی‌های مهم بافت پوششی، فضای بین یاخته‌ای اندک است. با این حال این ویژگی در مویرگ‌های ناپیوسته تا حدی نقض می‌شود. البته باید دقت کنید که در بعضی نقاط دیوارهٔ این مویرگ‌ها فضای بین‌یاخته‌ای اندکی بین یاخته‌های پوششی وجود دارد. (دهم - فصل ۱)

🧪 مولکول‌ها و یاخته‌های مهمی که از حفرات مویرگ‌های جگر (کبد) عبور می‌کنند عبارت‌اند از: ۱- مواد جذب شدهٔ لولهٔ گوارش مثل گلوکز، آهن، ویتامین‌ها و آمینواسیدهایی که توسط سیاهرگ باب به کبد آورده می‌شوند. ۲- چربی‌ها و لیپوپروتئین‌ها ۳- هورمون اریتروپوئیتین ۴- گویچه‌های قرمز مرده و آسیب دیده ۵- گویچه‌های سفید ۶- آمونیاک و اوره

۷ فعالیت

۸ مغز و نخاع اندام‌هایی به شدت مهم و حیاتی هستند که هر ماده‌ای نباید وارد آن شود. به همین جهت در دستگاه عصبی مرکزی مویرگ‌ها از نوع پیوسته هستند تا فقط مواد خاص و محدودی مانند اکسیژن، کربن دی‌اکسید و گلوکز بتوانند از آن‌ها عبور کنند. اما کبد اندامی می‌باشد که هم محل ساخت یاخته‌های خونی (در دوران جنینی) و هم محل تخریب آنها می‌باشد؛ علاوه بر این پروتئین‌های مهمی می‌سازد که باید وارد خون شوند. بنابراین باید مویرگ‌های آن از نوع ناپیوسته باشند تا مولکول‌های بسیار درشت و یاخته‌ها توانایی عبور از آنها را داشته باشند.

🧪 انتشار فرایندی است که مواد در جهت شیب غلظت خود از جای پرغلظت به جای کم‌غلظت جابه‌جا می‌شوند. نکتهٔ مهمی که باید به آن دقت کنید این است که انتشار از طریق مویرگ می‌تواند توسط یاخته‌ها و یا از فضای بین آن‌ها انجام شود. در کتاب درسی سه نوع انتشار (ساده، تسهیل شده، اسمز) برای عبور مواد از غشا گفته شده است. دقت کنید که اگر در طی انتشار مواد از فضای بین یاخته‌های مویرگ عبور کنند، به آن انتشار ساده یا تسهیل شده یا اسمز نمی‌گوییم! (دهم - فصل ۲)

🧪 مواد کوچک می‌توانند از طریق انتشار یا انتقال فعال بین دو سوی مویرگ جابه‌جا شوند. مثلاً در کلیه‌های ما، ترشح (خروج مواد از شبکهٔ مویرگی دورلوله‌ای) و بازجذب (ورود مواد به درون شبکهٔ مویرگی دورلوله‌ای) در اکثر موارد با انتقال فعال انجام می‌شود. یادتون باشه که انتقال فعال برخلاف انتشار، همواره توسط یاخته‌های مویرگ انجام می‌شود. (دهم - فصل ۵)

۳ آیا غشای پایه، جزئی از ساختار مویرگ محسوب می‌شود؟ بله، غشای پایه جزئی از ساختار همهٔ رگ‌های بدن از جمله مویرگ‌ها محسوب می‌شود. دیوارهٔ مویرگ از دو سطح تشکیل شده است. سطح بیرونی از غشای پایه و سطح درونی از بافت پوششی سنگ‌فرشی یک‌لایه‌ای تشکیل شده‌اند.

۴ از آن جایی که غشای پایه در همهٔ مویرگ‌ها وجود دارد، همهٔ مویرگ‌ها (هر چند به میزان اندک توسط مویرگ‌های ناپیوسته) از عبور مولکول‌های بسیار درشت جلوگیری می‌کنند.

🚰 پروتئین‌های خوناب مانند آلبومین، فیبرینوژن و پروترومین از جمله مولکول‌های درشتی هستند که غشای پایه از عبور آن‌ها جلوگیری می‌کند.

✿ غشای پایه نوعی صافی برای عبور مولکول‌های بسیار درشت نیست؛ بلکه نوعی صافی برای محدود کردن عبور مولکول‌های بسیار درشت است. ✿ غشای پایه نوعی صافی یاخته‌ای نیست. چون اصلاً یاخته ندارد.

🧪 مویرگ‌های پیوسته در مغز، سد خونی - مغزی و در نخاع، سد خونی - نخاعی را ایجاد می‌کنند. با این که ساختار مویرگ‌های پیوسته شدیداً از عبور مواد جلوگیری می‌کند، اما موادی مانند اکسیژن، کربن دی‌اکسید، برخی داروها و حتی برخی مواد مضر مانند الکل می‌توانند به دستگاه عصبی مرکزی وارد شوند. (یازدهم - فصل ۱)

۶ مویرگ‌های منفذدار منافذ فراوانی برای عبور مولکول‌های کوچک و غشای پایهٔ ضخیمی برای جلوگیری از مولکول‌های درشت دارند. بنابراین نفوذپذیری این مویرگ‌ها به مولکول‌های کوچک، بسیار زیاد و نفوذپذیری آن‌ها به مولکول‌های درشت بسیار کم است.

🧪 مواد از طریق منافذ مویرگ‌های منفذدار می‌توانند بدون صرف انرژی زیستی توسط مویرگ، در جهت یا در خلاف جهت شیب غلظت حرکت کنند. برای مثال در کلافک کپسول بومن، مواد براساس فشار خون جابه‌جا می‌شوند و اختلاف غلظت اهمیتی ندارد. (دهم - فصل ۱ و ۵)



به طور معمول در انسان، گروهی از مویرگ‌های خونی که

۱. در اندام تولیدکنندهٔ صفرا یافت می‌شوند ← ناپیوسته
۲. در اندام ترشح‌کنندهٔ اریتروپویتین یافت می‌شوند ← منفذدار (کلیه) + ناپیوسته (کبد)
۳. دیوارهٔ نازک و جریان خون کند دارند ← همه
۴. می‌توانند بین دو سیاهرگ قرار داشته باشند ← ناپیوسته (بین سیاهرگ باب و سیاهرگ فوق کبدی)
۵. می‌توانند بین دو سرخرگ قرار داشته باشند ← منفذدار (بین سرخرگ آوران و وایران کلیه)
۶. در سطح خارجی یاخته‌های پوششی آن‌ها می‌توان مولکول‌های درشت را مشاهده کرد ← همه (غشای پایه در سطح خارجی، دارای پروتئین و گلیکوپروتئین است)
۷. غشای پایهٔ آن‌ها فضای بین‌یاخته‌ای بیشتری دارد ← هیچ‌کدام (غشای پایه اصلاً یاخته ندارد!)
۸. در دیوارهٔ خود رشته‌های کلاژن و کشسان دارند ← هیچ‌کدام (مویرگ بافت پیوندی ندارد)
۹. نوعی صافی برای محدود کردن عبور مولکول‌های درشت دارد ← هر سه نوع مویرگ
۱۰. غشای پایه کامل دارد ← پیوسته + منفذدار



موشکافی شکل ۱۲:

۱. دیوارهٔ همهٔ مویرگ‌های خونی از یک لایه یاختهٔ سنگ‌فرشی و غشای پایهٔ تشکیل شده است. با این حال میزان غشای پایه و نفوذپذیری مویرگ‌های مختلف متفاوت است.
۲. در مویرگ‌های هم‌اندازه و هم‌قطر، تعداد یاخته‌ها و میزان غشای پایه در مویرگ‌های ناپیوسته کمتر از سایر مویرگ‌هاست.
۳. با توجه به شکل، علاوه بر یاخته‌های بافت پوششی مویرگ‌های پیوسته، یاخته‌های پوششی مویرگ‌های منفذدار نیز ارتباط تنگاتنگی دارند و فضای بین یاخته‌ای در این مویرگ‌ها نیز اندک است.
۴. مویرگ‌های پیوسته نه فضای بین یاخته‌ای زیاد و نه منافذ غشایی زیادی دارند. از طرفی یاخته‌های آن به شدت به هم چسبیده‌اند و از این رو عبور مواد در این مویرگ‌ها به شدت کنترل می‌شود.
۵. فاصلهٔ بین یاخته‌ها در مویرگ‌های خونی:
- مویرگ ناپیوسته < مویرگ منفذدار < مویرگ پیوسته
۶. تعداد منافذ درون یاخته‌های مویرگ‌های خونی:
- مویرگ منفذدار < مویرگ ناپیوسته < مویرگ پیوسته
۷. ضخامت غشای پایه مویرگ‌های خونی:
- مویرگ منفذدار < مویرگ پیوسته < مویرگ ناپیوسته
۸. کنترل عبور مواد توسط مویرگ‌های خونی:
- مویرگ پیوسته < مویرگ منفذدار < مویرگ ناپیوسته
- طبق شکل ۱۱ فصل ۳، مویرگ‌های حبابک فاقد منافذ غشایی و حفره بین‌یاخته‌ای هستند. بنابراین از نوع پیوسته هستند. (دهم - فصل ۳)



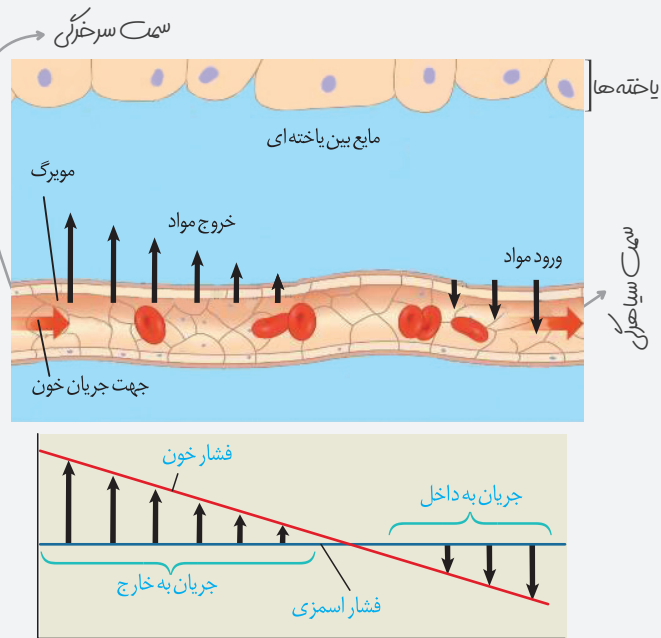
مویرگ‌ها	پیوسته	منفذدار	ناپیوسته
محل حضور	دستگاه عصبی مرکزی (مغز و نخاع) + شش‌ها	کلیه‌ها	جگر
ویژگی مهم ساختاری	ارتباط تنگاتنگ بین یاخته‌ها	غشای پایهٔ ضخیم	فاصلهٔ زیاد بین یاخته‌ها
ویژگی مهم در جابه‌جایی مواد	بیشترین کنترل ورود و خروج مواد	ممانعت از عبور مولکول‌های درشت	جابه‌جایی مواد به میزان زیاد
شکاف بین یاخته‌ای	دارد	دارد	دارد
حفره بین یاخته‌ای	ندارد	ندارد	دارد
عبور مواد از درون غشای یاخته‌های پوششی	کم	زیاد	کم
عبور مواد از فضای بین یاخته‌ای	کم	کم	زیاد
عبور مولکول‌های درشت	کم	کم	زیاد
عبور مولکول‌های ریز	کم	زیاد	زیاد
عبور یاخته‌های خونی؟	بله (تراگذری)	بله (تراگذری)	بله (تراگذری + عبور گویچه‌های قرمز)



تبادل مواد در مویرگ‌ها

تبادل مواد بین خون و بافت‌ها در مویرگ‌ها انجام می‌شود. مولکول‌های مواد ممکن است از غشای یاخته‌های پوششی مویرگ و یا از فاصله‌های بین این یاخته‌ها عبور کنند. در ابتدای سرخرگی مویرگ، فشار خون نسبت به فشار اسمزی بیشتر است و باعث خروج مواد از مویرگ می‌شود. در اینجا بخشی از خونابه به جز مولکول‌های درشت از مویرگ خارج و به بافت وارد می‌شوند. در نتیجه خروج خونابه، فشار خون کاهش می‌یابد؛ به طوری که در بخش سیاهرگی مویرگ، فشار اسمزی از فشار خون بیشتر است. در نتیجه آب همراه با مولکول‌های متفاوت از جمله مواد دفعی یاخته‌ها، وارد مویرگ می‌شوند (شکل ۱۳).

کمبود پروتئین‌های خون و افزایش فشار خون درون سیاهرگ‌ها می‌تواند سرعت بازگشت مایعات از بافت به خون را کاهش دهد. در نتیجه، بخش‌هایی از بدن، متورم می‌شوند که می‌گویند. مصرف زیاد نمک و مصرف کم مایعات نیز می‌تواند به خیز (نه این‌که حتماً ادم ایجاد کنند).



شکل ۱۳- تبادل مواد در مویرگ‌ها

در ادم خونابه از رگ‌ها خارج می‌شود. بنابراین حجم خون کاهش و هماتوکریت افزایش می‌یابد.

منجر شود.

موشکافی متن:

۱ در هر سه نوع مویرگ امکان تبادل مواد از طریق غشای فضای بین یاخته‌های پوششی وجود دارد؛ اما میزان تبادل مواد متفاوت است:

الف) جابه‌جایی مواد از طریق فضای بین یاخته‌ای: در این مسیر مواد براساس فشارخون از مویرگ خارج و از طریق انتشار به مویرگ وارد می‌شوند. ب) جابه‌جایی مواد از طریق غشای مولکول‌هایی که از طریق غشای جابه‌جا می‌شوند می‌توانند به چند روش جابه‌جا شوند: ۱- از طریق منافذ درون غشای آن چیزی که در مویرگ‌های منفذدار کلیه اتفاق می‌افتد؛ در این روش همانند عبور مواد از فضای بین یاخته‌ای، مواد براساس فشارخون از مویرگ خارج و از طریق انتشار به مویرگ وارد می‌شوند.

یک استثنای مهم! در شبکه مویرگی کپسول بومن فشار تراوشی آن قدر بالاست که مواد در سراسر مویرگ براساس فشارخون از آن خارج می‌شوند، اما به مویرگ باز نمی‌گردند. (دهم - فصل ۵)

۲- سایر روش‌های عبور مواد از غشای انتشار ساده، تسهیل شده، اسمز، انتقال فعال، درون‌بری، برون‌رانی؛ این روش‌ها ارتباطی با فشارخون ندارند و در همه جای مویرگ می‌توانند انجام شوند.

انتشار فقط مخصوص انتهای مویرگ نیست و در همه جای آن می‌تواند توسط یاخته‌های پوششی رخ دهد. (مثل انتشار گازهای تنفسی)

۲ دو عامل مهم در تبادل مواد مویرگ نقش دارند که عبارت‌اند از فشارخون و فشار اسمزی خونابه.

الف) در سمت سرخرگی مویرگ: فشارخون بیشتر از فشار اسمزی خونابه است ← جهت جریان مواد به سمت مایع میان‌بافتی است. ب) در سمت سیاهرگی مویرگ: فشار اسمزی خونابه بیشتر از فشارخون است ← جهت جریان مواد به سمت خون است ← حجم مایع میان‌بافتی کاهش و حجم خونابه افزایش می‌یابد.

به جز فشارخون مویرگی و فشار اسمزی مویرگ، دو عامل دیگر نیز در تبادل مواد نقش دارند که البته کتاب درسی اشاره‌ای به آن‌ها نکرده است. این دو عامل، فشار مایع میان‌بافتی و فشار اسمزی مایع میان‌بافتی هستند. فشارخون و فشار اسمزی مایع میان‌بافتی موجب خروج مواد از مویرگ می‌شوند. درحالی که فشار مایع میان‌بافتی و فشار اسمزی درون مویرگ موجب بازگشت مواد به مویرگ می‌شوند.

آیا فشار اسمزی در طول مویرگ به میزان زیاد تغییر می‌کند؟ طبق شکل کتاب درسی و براساس بیولوژی کمپبل، مقدار فشار اسمزی در طول مویرگ تقریباً ثابت است و تغییر چندانی نمی‌کند. اما از آنجایی که فشارخون به تدریج کاهش می‌یابد؛ کتاب درسی عنوان می‌کند که «فشار اسمزی درون مویرگ نسبت به فشارخون به تدریج افزایش می‌یابد.»

هر عاملی که میزان پروتئین‌های خونابه را تغییر دهد می‌تواند فشار اسمزی و مقدار تراوش را تغییر دهد.



۶ با افزایش مصرف نمک، از یک طرف مقداری از نمک وارد خون می‌شود و به دنبال آن ورود آب به خون نیز افزایش می‌یابد و فشار خون بالا می‌رود. در نتیجه خروج مواد افزایش می‌یابد. از طرف دیگر بخشی از نمک در مایع میان‌بافتی تجمع پیدا می‌کند و به دنبال آن آب زیادی وارد مایع میان‌بافتی شده و ادم ایجاد می‌شود.

۷ زمانی که مایعات کمی مصرف شود، بدن برای جلوگیری از هدر رفتن آب، در بافت‌ها آب ذخیره می‌کند؛ به همین دلیل آب از مویرگ‌ها خارج و وارد مایع میان‌بافتی می‌شود و می‌تواند منجر به خیز شود. علاوه بر این در اثر مصرف کم مایعات میزان آب موجود ابتدا در بافت‌ها کاهش می‌یابد و بدن جهت جبران آب از دست رفته، فشار خون را افزایش داده و آب زیادی را وارد بافت‌ها می‌کند.

به جز عوامل گفته‌شده در کتاب درسی، عوامل دیگری نیز می‌توانند باعث اِدم شوند که به آن‌ها اشاره می‌کنیم: ۱- انسداد مسیرهای لنفاوی؛ در این صورت بازگشت مواد از طریق لنف مختل می‌شود و تجمع مایعات در بدن موجب اِدم می‌شود. ۲- افزایش نفوذپذیری رگ‌ها؛ آسیب به دیواره مویرگ و هیستامین می‌تواند موجب افزایش خروج مواد از رگ‌ها و ادم شود. (یازدهم - فصل ۵) سه عامل بعدی کمتر از نظر طراحان اهمیت دارند، ولی بخونید که به چشم‌تون آشنا بیان ۳- کاهش بازگشت خون به قلب؛ در نارسایی قلبی قدرت انقباضی قلب کاهش می‌یابد و خون از قلب به میزان کافی خارج نشده و یا به میزان کافی به قلب وارد نمی‌شود. پس خون در اندام‌ها تجمع پیدا می‌کند و موجب ادم می‌شود. یا در نارسایی کبد خون سیاهرگ باب نمی‌تواند به طور مناسبی با عبور از کبد به بزرگ سیاهرگ زیرین برسد. پس مایعات در بافت‌ها تجمع پیدا کرده و ادم ایجاد می‌شود. (دهم - فصل ۲) ۴- افزایش پروتئین‌ها و یون‌های مایع میان‌بافتی؛ فشار اسمزی مایع میان‌بافتی را افزایش داده و موجب افزایش خروج مواد از مویرگ می‌شود. ۵- کاهش فشار مایع میان‌بافتی؛ در این صورت مواد به میزان کمتری از مایع میان‌بافتی به خون و لنف بازگردانده می‌شوند.

موشکافی شکل ۱۳:



۱. در محل مویرگ‌ها، مواد بین خون و مایع میان‌بافتی جابه‌جا می‌شوند. دقت داشته باشید که مویرگ‌ها مواد را مستقیماً با یاخته‌ها مبادله نمی‌کنند.
۲. در حین حرکت از ابتدای مویرگ به انتهای آن، اختلاف فشار خون و اسمزی، ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.
۳. در بیشتر طول مویرگ، فشار خون بیشتر از فشار اسمزی خوناب است. در نتیجه میزان خروج مواد در طول مویرگ بیشتر از میزان ورود مواد است.

هر ماده‌ای که به انتهای مویرگ وارد می‌شود، لزوماً از ابتدای آن خارج نشده است؛ مثل مواد دفعی بافت‌های بدن، مواد جذب شده در لوله گوارش و هورمون‌ها (دهم - فصل ۲ و یازدهم - فصل ۴)

در اکثر مویرگ‌های بدن، میزان ورود مواد دفعی بیشتر از میزان خروج مواد دفعی است و در نتیجه انتهای مویرگ نسبت به ابتدای آن مواد دفعی بیشتری دارد. در شبکه‌های مویرگی مرتبط با نفرون‌های کلیه (گلومرول و شبکه مویرگی دورلوله‌ای) میزان مواد دفعی انتهای مویرگ بسیار کمتر از میزان مواد دفعی ابتدای مویرگ است. زیرا مواد دفعی به میزان زیادی از طریق کلیه دفع می‌شوند. (دهم - فصل ۵)

۳ کمبود پروتئین‌های خون (آلبومین، فیبرینوژن، پروتئین مکمل و ...) موجب کاهش فشار اسمزی خوناب می‌شود. در این شرایط، اختلاف فشار خون و فشار اسمزی در ابتدای مویرگ افزایش یافته و مواد بیشتری از ابتدای مویرگ خارج می‌شوند. همچنین به دلیل کاهش فشار اسمزی، بازگشت مواد در انتهای مویرگ کاهش می‌یابد. خروج پروتئین‌ها از مویرگ، تجزیه پروتئین‌ها در دیابت یا در اثر افزایش هورمون کورتیزول نیز می‌تواند موجب کاهش پروتئین‌های خوناب و ایجاد ادم شوند. (دهم - فصل ۱ و یازدهم - فصل ۴)

۴ اگر فشار خون درون سیاهرگ‌ها به هر دلیلی افزایش یابد (نظیر اختلال در دریچه‌های لانه کبوتری، تلمبه ماهیچه اسکلتی، فشار مکش قفسه سینه، سکت قلبی و بی‌حرکی)، خون به مویرگ‌ها پس زده خواهد شد. همین قضیه باعث افزایش فشار خون در مویرگ‌ها می‌شود و درواقع محل برابر شدن فشار اسمزی و فشار خون به سمت سیاهرگی مویرگ بسیار نزدیک خواهد شد. افزایش فشار در سیاهرگ‌ها موجب بالا رفتن فشار خون درون مویرگ و افزایش خروج مواد می‌شود. به طور کلی هر عاملی که فشار خون را زیاد کند؛ نظیر مصرف زیاد نمک، چاقی، خانبات، استرس، رژیم غذایی پرچرب، سابقه خانوادگی، نوشیدن قهوه، افزایش آلدوسترون، افزایش هورمون ضدادراری، افزایش اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین، تحریک اعصاب سمپاتیک می‌تواند احتمال وقوع اِدم را افزایش دهد. (یازدهم - فصل ۱ و ۴)

۵ آیا هرگاه میزان خروج مواد از مویرگ، بیشتر از میزان بازگشت مواد به مویرگ باشد، ادم ایجاد می‌شود؟ خیر! در شرایط طبیعی همواره میزان خروج مواد در ابتدای مویرگ، بیشتر از میزان بازگشت مواد به انتهای مویرگ است. حالا اگر اختلاف بین میزان خروج و بازگشت مواد از حد طبیعی بیشتر شود، ادم می‌تواند ایجاد شود. براساس نمودار «تبادل مواد در مویرگ‌ها» اگر لحظه برابر شدن فشار اسمزی و فشار خون دیرتر از حد معمول اتفاق بیافتد، احتمال بروز خیز افزایش می‌یابد.



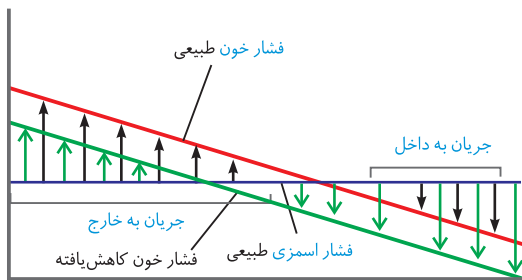
۷. در بخشی از مویرگ، فشار خون برابر با فشار اسمزی است. در این بخش جابه‌جایی خالص مواد (البته به جز گازهای تنفسی) صفر است. دقت کنید که این بخش دقیقاً در وسط مویرگ قرار ندارد و به سیاهرگ نزدیک‌تر است. عواملی که میزان فشار خون را زیاد یا میزان فشار اسمزی را کم می‌کنند (عوامل ایجاد کنندهٔ $\Delta\pi$)، باعث جابه‌جایی بیشتر این نقطه به سمت سیاهرگ و خروج بیشتر مایعات از مویرگ می‌شوند.

۸. کمترین میزان مواد درون مویرگ در بخشی مشاهده می‌شود که فشار خون با فشار اسمزی برابر است.

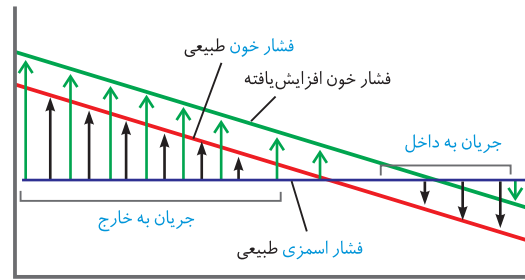
۴. اگر به فلش‌های مشکی دقت کنیم متوجه می‌شویم که میزان جابه‌جایی مواد در ابتدای مویرگ بیشتر از انتهای آن است؛ پس نتیجه می‌گیریم به طور طبیعی در بدن یک فرد سالم، اختلاف فشار خون و فشار اسمزی در ابتدای مویرگ بیشتر از انتهای مویرگ است.

۵. بیشترین میزان خروج مواد، در اوایل مویرگ و حداکثر میزان ورود مواد به مویرگ در اواخر آن مشاهده می‌شود.

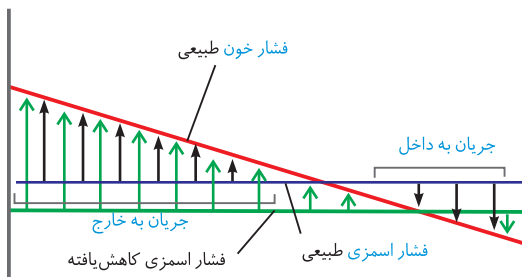
۶. با توجه به شکل حداکثر میزان خروج مواد بیشتر از حداکثر میزان ورود مواد به مویرگ است.



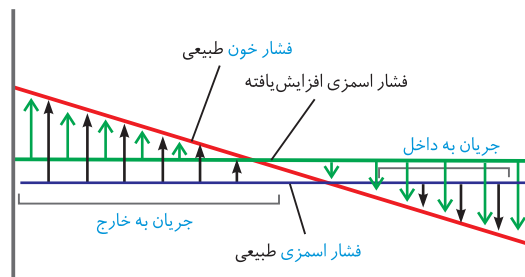
کاهش فشار خون



افزایش فشار خون



کاهش فشار اسمزی



افزایش فشار اسمزی

عوامل موثر در جریان خون سیاهرگی	باقی‌ماندهٔ فشار سرخرگی	تلمبهٔ ماهیچهٔ اسکلتی	دریچه‌های لانه‌کبوتری	فشار مکشی قفسهٔ سینه
سیاهرگ‌های هدف	همهٔ قسمت‌های بدن	سیاهرگ‌های مجاور ماهیچه‌های اسکلتی به ویژه در اندام‌های پایین‌تر از قلب	سیاهرگ‌های دست‌ها و پاها	سیاهرگ‌های نزدیک قلب
مصرف PTA	دارد (فشار خون حاصل از انقباض قلب است و برای انقباض قلب انرژی مصرف می‌شود)	دارد (انقباض ماهیچه‌های اسکلتی نیازمند انرژی است)	به صورت مستقیم ندارد	دارد (دم‌فرایندی فعال است و به انرژی نیاز دارد)
جهت حرکت خون	همهٔ جهات	همهٔ جهات به ویژه به سمت بالا	به سمت قلب و بالا	به سمت قلب و بالا



سیاهرگ‌ها

عوامل هدایت جریان خون در سیاهرگ‌ها

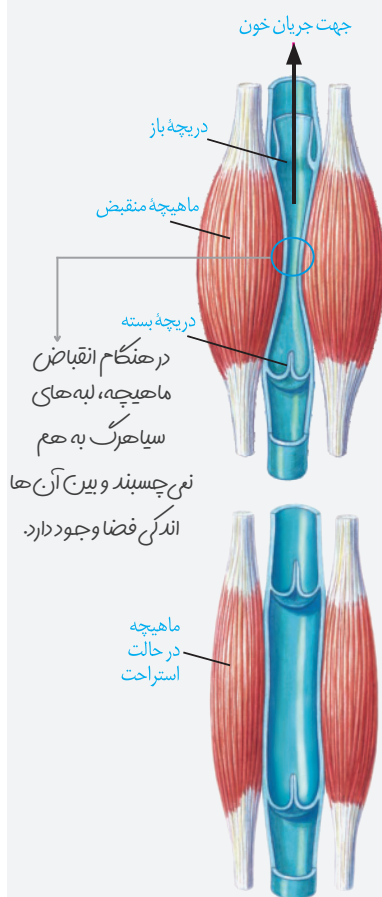
- عامل اصلی ← باقی مانده فشار سرخرگی
- عوامل فکلی ←
 - تلمبه ماهیچه اسکلتی
 - دریچه‌های لانه کبوتری
 - فشار مکشی قفسه سینه

همان‌طور که در شکل ۱۰ دیدید، سیاهرگ‌ها با داشتن فضای داخلی وسیع و دیواره‌ای با مقاومت کمتر، می‌توانند بیشتر حجم خون را در خود جای دهند. باقیمانده فشار سرخرگی باعث ادامه جریان خون در سیاهرگ‌ها می‌شود اما به علت کاهش شدید فشار خون و جهت حرکت خون در سیاهرگ‌ها که در بیشتر آنها به سمت بالا است لازم است عواملی به جریان خون در سیاهرگ‌ها کمک کند.

تلمبه ماهیچه اسکلتی: حرکت خون در سیاهرگ‌ها به ویژه در اندام‌های پایین‌تر از قلب، به مقدار زیادی به انقباض ماهیچه‌های اسکلتی وابسته است. انقباض ماهیچه‌های دست و پا، شکم و میان‌بند، به سیاهرگ‌های مجاور خود فشاری وارد می‌کنند که باعث حرکت خون در سیاهرگ به سمت قلب می‌شود (شکل ۱۴).

دریچه‌های لانه کبوتری: در سیاهرگ‌های دست و پا، جریان خون را یک‌طرفه و به سمت بالا هدایت می‌کنند. در هنگام انقباض هر ماهیچه در سیاهرگ مجاور آن، دریچه‌های بالایی باز و دریچه‌های پایینی، بسته می‌شوند (شکل ۱۴). اسکلتی

فشار مکشی قفسه سینه: هنگام دم به وجود می‌آید، که قفسه سینه باز می‌شود. در این حالت فشار از روی سیاهرگ‌های نزدیک قلب برداشته می‌شود و درون آنها فشار مکشی ایجاد می‌شود که خون را به سمت بالا می‌کشد.

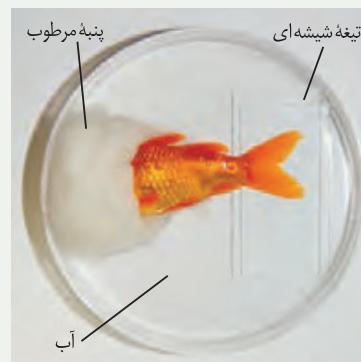


شکل ۱۴ - تلمبه ماهیچه اسکلتی و عملکرد دریچه‌های لانه کبوتری

فعالیت ۸

مشاهده گردش خون در باله دمی ماهی

بدن یک ماهی کوچک را در پنبه خیس پیچید به طوری که فقط باله دمی آن بیرون باشد. ماهی را در ظرف پتری قرار دهید که مقداری آب دارد. روی باله دمی، یک تیغه بگذارید تا باله دمی گسترده شود و ماهی تکان نخورد. مجموعه را روی صفحه میکروسکوپ طوری قرار دهید که نور از باله دمی عبور کند. ابتدا با بزرگ‌نمایی کم و سپس با بزرگ‌نمایی متوسط، آن را مشاهده کنید.



– با توجه به معکوس بودن تصویر در میکروسکوپ، چگونه می‌توانید سرخرگ و سیاهرگ را در باله دمی، تشخیص دهید؟

– گزارشی از آنچه مشاهده می‌کنید به معلم خود ارائه کنید.
– پس از پایان کار، ماهی را به آب برگردانید.

موشکافی متن:

۲- جریان خون در برخی سیاهرگ‌ها مانند سیاهرگ‌های سر و گردن به سمت پایین و در بیشتر سیاهرگ‌های بدن به سمت بالاست. بنابراین بیشتر سیاهرگ‌ها در یک انسان ایستاده خون را در خلاف جهت جاذبه جابه‌جا می‌کنند.

۳- تلمبه ماهیچه اسکلتی فقط مختص اندام‌های پایین‌تر از قلب نیست؛ بلکه در اندام‌های بالاتر از قلب نیز وجود دارد. اما نقشی که بر حرکت خون در سیاهرگ‌های پایین‌تر از قلب می‌گذارد، بیشتر از اندام‌های بالاتر از قلب است.

۱- سیاهرگ‌ها دیواره نازک‌تری نسبت به سرخرگ‌ها دارند:

۱- مقاومت کمتری در برابر جریان خون دارند ۲- فضای درونی گسترده‌تری دارند و حجم بیشتری خون را در خود جای می‌دهند. جالبه بدوین بیش از ۷۰ درصد خون بدن تو سیاهرگ‌هاست! ۳- خاصیت ارتجاعی کمتری دارند. ۴- در برش عرضی به میزان کمتری گرد دیده می‌شوند.



هر سه نوع ماهیچه قلبی، اسکلتی و صاف در حرکت خون درون رگ‌ها نقش دارند.

۴ در یک انسان ایستاده، همه بخش‌های اندام‌های حرکتی، پایین‌تر از قلب قرار ندارند. بخش کوچکی از دست‌ها در سطحی بالاتر از قلب قرار می‌گیرد.

۵ ماهیچه‌های شکم دو عملکرد متفاوت روی بازگشت خون به قلب دارند: ۱- در اثر انقباض خود موجب فشار به سیاهرگ‌ها و افزایش بازگشت خون به قلب می‌شوند. ۲- با انقباض خود در بازدم عمیق حجم قفسه سینه را کاهش داده و موجب کاهش فشار مکشی قفسه سینه می‌شوند. دقت کنید که اثر فشاری ماهیچه‌های شکم روی سیاهرگ‌ها بیشتر است. بنابراین در مجموع موجب حرکت خون به سمت قلب می‌شوند. (دهم - فصل ۳)

۶ انقباض ماهیچه میان‌بند از دو طریق باعث افزایش بازگشت خون به قلب می‌شود: ۱- با افزایش فشار روی سیاهرگ‌ها، بازگشت خون را تسهیل می‌کند. ۲- موجب افزایش حجم قفسه سینه و افزایش فشار مکشی می‌شود. بنابراین از بین ماهیچه‌های دمی، میان‌بند بیشترین نقش را در بازگشت خون به قلب دارد. (دهم - فصل ۳)

۷ با این که کتاب درسی دریچه‌های لانه‌کبوتری را فقط مخصوص سیاهرگ‌های دست‌ها و پاها می‌داند، اما باید حواستان باشد که طبق متن صفحه ۵۵ کتاب درسی «بسیاری از سیاهرگ‌ها دریچه‌هایی دارند که جهت حرکت خون را یک‌طرفه می‌کنند».

دریچه‌های لانه‌کبوتری تنها دریچه‌های موجود در رگ‌های بدن ما نیستند و در ساختار رگ‌های لنفی نیز دریچه داریم! یادتون باشه که در ساختار هیچ یک از دریچه‌ها بافت ماهیچه‌ای به کار نرفته است و فقط بافت پوششی و پیوندی وجود دارد.

۸ از آنجایی که دریچه‌های لانه‌کبوتری خون را یک‌طرفه و به سمت بالا هدایت می‌کنند، زمانی که فشار پایین دریچه بیشتر از بالای دریچه باشد، دریچه باز می‌شود. در غیر این صورت دریچه بسته است و اجازه عبور خون را نمی‌دهد. هنگامی که ماهیچه منقبض می‌شود، فشار خون در نقطه منقبض شده بیشتر از نقاط بالا و پایین آن می‌شود. در این هنگام دریچه بالایی باز می‌شود و خون به سمت بالا می‌رود (فشار

قسمت پایین دریچه < فشار قسمت بالای دریچه)، اما دریچه پایینی بسته است. (فشار قسمت پایین دریچه > فشار قسمت بالای دریچه) تلمبه ماهیچه اسکلتی و دریچه‌های لانه‌کبوتری مکمل هم هستند؛ اما نه در همه نقاط بدن! چون دریچه‌های لانه‌کبوتری فقط در دست‌ها و پاها مشاهده می‌شوند، اما تلمبه ماهیچه اسکلتی را در اکثر نقاط بدن داریم.

۹ در زمان دم حجم قفسه سینه افزایش می‌یابد ← فشار درون قفسه سینه کم می‌شود ← خون از بیرون قفسه سینه (جای پرفشار) به درون قفسه سینه (جای کم‌فشار) هدایت می‌شود.

به منظور ایجاد فشار مکشی در هنگام دم، میان‌بند، ماهیچه‌های بین‌دنده‌ای خارجی و ماهیچه‌های گردن (فقط در دم عمیق) منقبض می‌شوند. در این هنگام میان‌بند مسطح می‌شود، دنده‌ها به سمت بالا و جلو و جناغ به سمت جلو حرکت می‌کنند. در نتیجه فاصله میان‌بند تا بالای قفسه سینه و همچنین فاصله جناغ تا مهره‌ها افزایش می‌یابد و به طور کلی حجم قفسه سینه بیشتر می‌شود. بنابراین همه ماهیچه‌های دمی یعنی میان‌بند، بین‌دنده‌ای خارجی و ماهیچه‌های گردن (فقط در دم عمیق) در بازگشت خون به قلب نقش مهمی دارند، اما از بین ماهیچه‌های بازدمی، فقط انقباض ماهیچه‌های شکم به مقدار زیادی در بازگشت خون به قلب مؤثر است. (دهم - فصل ۳)

۸ فعالیت

۱۰ برای تشخیص سرخرگ و سیاهرگ در باله دمی سه راه وجود دارد: ۱- می‌دانیم در باله دمی ماهی، رگی که خون را به انتهای باله می‌برد، سرخرگ و رگی که خون را از باله دمی به سمت سر می‌برد، سیاهرگ است؛ همچنین می‌دانید که سرخرگ در سطح بالایی (سرخرگ پستی) و سیاهرگ در سطح پایینی (سیاهرگ شکمی) وجود دارد. اما چون در میکروسکوپ، تصویر معکوس است، رگی که جریان خون درون آن به سمت انتهای باله دمی است، سیاهرگ و رگی که جریان خون درون آن به سمت سر می‌باشد، سرخرگ است! ۲- سرخرگ با دیواره قطوتر و فضای درونی کوچک‌تر و سیاهرگ با دیواره نازک‌تر و فضای درونی بزرگ‌تر قابل تشخیص‌اند. ۳- جریان خون در سرخرگ سریع‌تر است.

دریچه‌های موجود در دستگاه گردش مواد	دریچه‌های گردش خون	۴ عدد دریچه قلبی	۲ عدد بین دهلیزها و بطن‌ها
		تعداد زیادی دریچه لانه کبوتری	۲ عدد در ابتدای سرخرگ‌های ششی و آئورت
			در سیاهرگ‌های دست‌ها و پاها
دریچه رگ‌های لنفی			



موشکافی شکل ۱۴:

۱. از آن جایی که در تصویر دریچهٔ لانه‌کبوتری وجود دارد، این تصویر نشان‌دهندهٔ سیاهرگ‌های دست‌ها یا پاها می‌باشد.
۲. انقباض ماهیچهٔ اسکلتی باعث کاهش طول و افزایش قطر آن می‌شود. بنابراین فاصلهٔ زردپی‌های دو طرف آن کاهش می‌یابد.
۳. با انقباض ماهیچهٔ اسکلتی، قطر سیاهرگ در محل انقباض کم شده و حجم آن کاهش می‌یابد. بنابراین فشار درون سیاهرگ افزایش می‌یابد.
۴. از میان دو دریچهٔ متوالی هم که در مجاورت یک عضلهٔ اسکلتی قرار دارند، دریچهٔ بالایی در هنگام انقباض ماهیچهٔ اسکلتی باز و در هنگام استراحت ماهیچهٔ اسکلتی بسته است. دریچهٔ پایینی در هنگام انقباض ماهیچه بسته است، اما در زمان استراحت ماهیچهٔ اسکلتی می‌تواند باز یا بسته باشد. در این تصویر دریچهٔ پایینی در هنگام استراحت ماهیچه نیز بسته است، این موضوع نشان می‌دهد ماهیچه‌های پایین‌تر از آن منقبض نیستند. اگر ماهیچه‌های پایین‌تر از آن منقبض باشند، این دریچه باز می‌شود.

۵. دریچهٔ لانه‌کبوتری در حالت بسته به گونه‌ای قرار می‌گیرند که لبه‌های آن‌ها به سمت بالا قرار می‌گیرد همچنین قسمت مقعر (فرورفته) آن‌ها در سطح بالایی دریچه قرار می‌گیرد.
 ۶. دریچه‌های لانه‌کبوتری از نظر ظاهری همانند عدد هشت فارسی می‌ماند که جریان خون سیاهرگی از پایین به بالا باعث باز شدن آن و جریان خون سیاهرگی از بالا به پایین موجب بسته شدن آن می‌شود.
-  شباهت‌ها و تفاوت‌های دریچه‌های لانه‌کبوتری با دریچه‌های قلبی: ۱- دریچه‌های لانه‌کبوتری همانند دریچهٔ میترال و برخلاف سایر دریچه‌های قلبی، از دو قطعه تشکیل شده است. ۲- دریچه‌های لانه‌کبوتری همانند دریچه‌های سینی و برخلاف دریچه‌های دولختی و سه‌لختی، طناب‌های ارتجاعی ندارد. ۳- دریچه‌های لانه‌کبوتری همانند دریچه‌های سینی و برخلاف دریچه‌های دولختی و سه‌لختی به سمت بالا باز و به سمت پایین بسته می‌شوند. ۴- دریچه‌های لانه‌کبوتری همانند دریچه‌های سینی و برخلاف دریچه‌های دولختی و سه‌لختی در بالای خود فضایی گود دارند که در هنگام بسته بودن، خون درون آن جمع می‌شود.

مورد مقایسه	سرخرگ	سیاهرگ	مویرگ
نقش	خارج کردن خون از قلب و رساندن خون به بافت‌ها حفظ پیوستگی خون در رگ‌ها هدایت خون در رگ‌ها تنظیم جریان خون مویرگ (توسط سرخرگ‌های کوچک)	خارج کردن خون از اندام‌ها و بازگشت خون به قلب جای دادن حجم زیادی از خون	تبادل مواد بین خون و مایع میان‌بافتی
خاصیت ارتجاعی دیواره	زیاد	کم	کم
نقش در پیوستگی جریان خون	زیاد	کم	کم
مقاومت نسبت به جریان خون	بیشتر از سیاهرگ	کم‌تر از سرخرگ	-
نقش تبدالی مواد با بافت	ندارد	ندارد	دارد
تبادل مواد با خون	دارد	دارد	دارد
نقش در ایجاد فشار بیشینه و کمینه	دارد	ندارد	ندارد
دریچه	در ابتدای سرخرگ آشورت و ششی	در سیاهرگ‌های دست و پا	ندارد
بنداره	ندارد	ندارد	در ابتدای خود دارد (گروهی)
محل این نوع رگ	بیشتر در عمق بدن	بیشتر در سطح بدن	در همهٔ نقاط بدن
نوع خون	معمولاً روشن	معمولاً تیره	معمولاً در ابتدای آن تیره و در انتهای آن روشن
گیرنده	گیرنده حساس به اکسیژن و گیرنده فشار	گیرنده دمایی	—
نبض	✓	x	x



دستگاه لنفی

(به جز این)

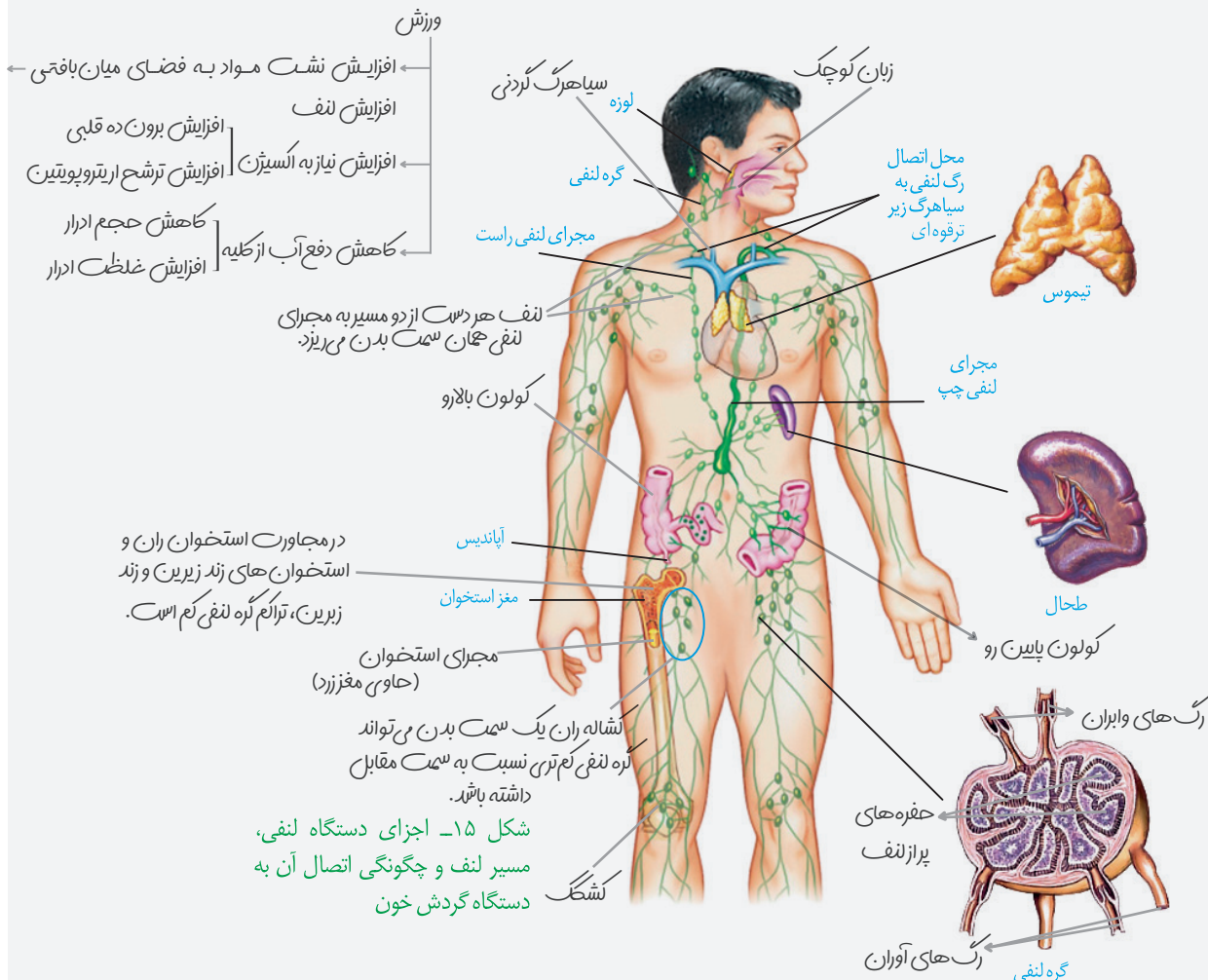
دستگاه لنفی شامل **لنف**، **رگ‌های لنفی**، **مجاری لنفی**، **گره‌های لنفی** و **اندام‌های لنفی** است. **کارهای دیگرس** هم دارد. **کار اصلی آن**، تصفیه و بازگرداندن آب و مواد دیگری است که از مویرگ‌ها به فضای میان بافتی نشت پیدا می‌کنند و به مویرگ‌ها برنمی‌گردند. نشت این مواد در جریان ورزش و بعضی بیماری‌ها، **افزایش**

عواملی که باعث ادم می‌شوند، مانند افزایش فشار سیاهرگ، کاهش پروتئین‌های خوناب و ...، میزان لنف را افزایش می‌دهند.

قابل توجهی پیدا می‌کند. لنف مایعی تشکیل شده از مواد متفاوت و گویچه‌های سفید است. **کار دیگر** دستگاه لنفی، انتقال چربی‌های جذب شده از دیواره روده باریک به خون و همچنین از بین بردن میکروب‌های بیماری‌زا و یاخته‌های سرطانی است.

لنف بعد از عبور از مویرگ‌ها و رگ‌های لنفی از طریق دو رگ بزرگ لنفی به نام **مجرای لنفی** به **سیاهرگ‌های زیر ترقوه‌ای** چپ و راست می‌ریزد. بنابراین، لنف پس از تصفیه شدن به دستگاه گردش خون برمی‌گردد (شکل ۱۵).

لوزه‌ها، تیموس، طحال، آپاندیس و مغز استخوان اندام‌های لنفی نامیده می‌شوند.



موشکافی متن:

گویچه‌های سفید، درشت‌خوار، یاخته دارینه‌ای و ماستوسیت از یاخته‌های مهم موجود در لنف هستند. به عنوان یک نکته مهم حواستون باشد که علاوه بر یاخته‌های گفته شده، یاخته‌های سرطانی و عوامل بیماری‌زا مانند باکتری‌ها نیز می‌توانند در لنف دیده شوند.

(یازدهم - فصل ۵)

۱ لنف شامل آب، یون‌ها و حتی مواد زائد هستند. در لنف یاخته‌های ایمنی نیز داریم که به مبارزه با عوامل بیماری‌زا می‌پردازند.



۶ لنف علاوه بر مبارزه با یاخته‌های سرطانی در پخش شدن آن‌ها نیز نقش دارد. مویرگ‌های لنفی همانند مویرگ‌های خونی ناپیوسته، منافذ بین یاخته‌ای بزرگی دارند. به همین دلیل هم یاخته‌های سرطانی به راحتی می‌توانند وارد لنف شده و از طریق آن به بخش‌های دیگر بدن منتقل شوند. یاخته‌های ایمنی مانند درشت‌خوارها در لنف و به خصوص گره‌های لنفی حضور دارند و به مبارزه با میکروب‌های بیماری‌زا و یاخته‌های سرطانی می‌پردازند. (یازدهم - فصل ۵)

۷ خون سیاهرگ‌های زیرترقوه‌ای در نهایت وارد بزرگ‌سیاهرگ زیرین (نه زیرین) می‌شود. بنابراین به عنوان یک نکته مهم دقت داشته باشید، لنف همه قسمت‌های بدن (حتی قسمت‌های پایینی بدن!) وارد بزرگ‌سیاهرگ زیرین می‌شود.

همه لنف به یک سیاهرگ زیرترقوه‌ای نمی‌ریزد. بیشتر لنف بدن به سیاهرگ زیرترقوه‌ای چپ و بخش کمتر لنف به سیاهرگ زیرترقوه‌ای راست می‌ریزد.

۸ در کتاب درسی ذکر شده است که لنف پس از تصفیه شدن به دستگاه گردش خون برمی‌گردد؛ اما منظور از تصفیه شدن چیست؟ ساختار گره‌های لنفی حجره حجره است و این عامل باعث می‌شود که میکروب‌ها و سایر عوامل بیماری‌زا و حتی یاخته‌های سرطانی به دام افتند. یاخته‌های ایمنی لنف یاخته‌های سرطانی و میکروب‌های مضر که درون لنف هستند را از بین می‌برند و به این صورت لنف را تصفیه می‌کنند.

۹ در مورد لوزه‌ها کتاب درسی صحبت چندانی نکرده است. فقط بدانید و آگاه باشید که لوزه‌ها اندام‌های لنفی در ناحیه سر هستند که بعضی از آن‌ها در قسمت فوقانی حلق (مجاور گوش و غده بناگوشی) دیده می‌شوند و بزرگ‌شدگی آن‌ها می‌تواند در بلع اختلال ایجاد کند. در بدن انسان سه نوع لوزه (لوزه حلقی، لوزه کامی و لوزه زبانی) وجود دارد. لوزه حلقی در قسمت فوقانی حلق و در مجاورت غده بناگوشی دیده می‌شود. لوزه‌های کامی در قسمت پشتی دهان قرار دارند. لوزه زبانی در قسمت پشتی زبان و در مجاورت اپی‌گلوت قرار دارند. شکل کتاب درسی لوزه حلقی را نشان می‌دهد.

۱۰ تیموس علاوه بر این که جزء دستگاه لنفی است، یکی از غدد دستگاه درون‌ریز نیز محسوب می‌شود و هورمون تیموسین ترشح می‌کند که در تمایز لنفوسیت‌ها نقش دارد. تیموس در دوران نوزادی و کودکی فعالیت زیادی دارد؛ ولی به تدریج فعالیت آن کاسته می‌شود و اندازه آن تحلیل می‌رود. (یازدهم - فصل ۴ و ۵)

۱۱ طحال از اندام‌های غیرگوارشی موجود در محوطه شکمی است. این اندام در سمت چپ بدن و در نزدیکی معده و دم پانکراس قرار می‌گیرد. طحال محل ساخت گویچه‌های قرمز در دوران جنینی و محل از بین رفتن گویچه‌های قرمز مرده و آسیب دیده در تمام سنین است.

در لنف همانند خون، یاخته وجود دارد، بنابراین فرایندهای یاخته‌ای از جمله تنفس یاخته‌ای، رونویسی، همانندسازی و ... در آن هم انجام می‌شود. (دوازدهم - فصل ۱، ۲ و ۵)

آیا در لنف پروتئین داریم؟ بله! ببینید بچه‌ها درسته که منشأ لنف، خونا است و طبق کتاب درسی مولکول‌های درشت از مویرگ خارج نمی‌شوند اما باید دقت داشته باشید که بعضی از یاخته‌های موجود در لنف پروتئین‌هایی را ترشح می‌کنند. مثلاً یاخته‌های پادتن‌ساز موجود در لنف، پادتن را به درون لنف ترشح می‌کنند. در ضمن در فصل ۵ زیست یازدهم می‌خوانید بعضی از پروتئین‌های خونا مثل پروتئین‌های مکمل در التهاب می‌توانند از مویرگ خارج شوند. (یازدهم - فصل ۵)

همه موادی که از مویرگ خارج شده و به خون باز نمی‌گردند، در تشکیل لنف نقش ندارند. سرنوشت موادی که از مویرگ خارج می‌شوند و به آن باز می‌گردند این گونه است. ۱- برخی از مواد وارد لنف شده و به وسیله آن به دستگاه گردش مواد بازگردانده می‌شوند. ۲- برخی از مواد مانند گلوکز و اکسیژن وارد یاخته‌ها شده و مصرف می‌شوند. ۳- در کلیه، برخی از مواد مانند اوره و بخشی از آب از طریق ادرار دفع می‌شوند.

۲ طبق متن کتاب درسی رگ‌های لنفی به سه دسته تقسیم می‌شوند: ۱- مویرگ‌های لنفی که کوچک‌ترین رگ‌های لنفی هستند و مواد از طریق آن‌ها وارد لنف می‌شوند. ۲- مجاری لنفی که دو رگ لنفی بزرگ هستند ۳- سایر رگ‌های لنفی.

۳ گره‌های لنفی ساختارهایی لوبیایی شکل در دستگاه لنفی هستند که بین رگ‌های لنفی ارتباط برقرار می‌کنند و نقش مهمی در تصفیه لنف برعهده دارند.

گره‌های لنفی جزء اندام‌های لنفی محسوب نمی‌شوند.

۴ افزایش نشت مواد به بیرون از مویرگ لزوماً در شرایط بیماری روی نمی‌دهد. مثلاً در ورزش نیز ممکن است نشت مواد به خارج از مویرگ افزایش یابد. همچنین دقت کنید که در همه بیماری‌ها نشت مواد به بیرون از مویرگ افزایش نمی‌یابد.

۵ در ساختار هر پیرز روده باریک یک مویرگ لنفی با یک انتهای بسته وجود دارد که لیپیدها و مواد محلول در لیپید را جذب می‌کند. مسیر لیپیدهای جذب شده در روده باریک به این صورت است: مویرگ لنفی ← رگ‌های لنفی و گره‌های لنفی ← مجرای لنفی چپ ← سیاهرگ زیرترقوه‌ای چپ ← بزرگ‌سیاهرگ زیرین ← دهلیز راست ← بطن راست ← سرخرگ ششی ← شش ← سیاهرگ ششی ← دهلیز چپ ← بطن چپ ← آئورت ← کبد یا بافت چربی (دهم - فصل ۲)



۱۲



هر استخوان از دو نوع بافت استخوانی اسفنجی و متراکم تشکیل شده است. در استخوان‌های انسان دو نوع مغز وجود دارد: ۱- مغز قرمز که محل قرارگیری یاخته‌های بنیادی و ساخت یاخته‌های خونی است. مغز قرمز فضای بین حفرات بافت استخوانی اسفنجی را پر می‌کند. ۲- مغز زرد که از یاخته‌های چربی تشکیل شده است و مجرای مرکزی استخوان‌های دراز را پر می‌کند. دقت کنید که مغز زرد برخلاف مغز قرمز جزء اندام‌های لنفی محسوب نمی‌شود. (یازدهم - فصل ۳)



در بدن انسان ۵ عدد اندام لنفی نداریم؛ بلکه ۵ نوع اندام لنفی داریم. چون بیش از یک لوزه و بیش از یک مغز استخوان در بدن وجود دارد. اندام‌های لنفی را با این رمز به خاطر بسپارید و مارو دعا کنید: «تلاطم» ← تیموس، لوزه‌ها، آپاندیس، طحال، مغز استخوان!

موشکافی شکل ۱۵:



۱. دو مسیر برای لنف بدن وجود دارد:

۱- مویرگ‌های لنفی سمت راست سر و گردن و سمت راست قفسه سینه ← رگ‌های لنفی و گره‌های لنفی ← مجرای لنفی راست ← سیاهرگ زیرترقوه‌ای راست ← بزرگ‌سیاهرگ زیرین ← دهلیز راست. ۲- مویرگ‌های لنفی پاها، شکم، سمت چپ سر و گردن و سمت چپ قفسه سینه ← رگ‌های لنفی و گره‌های لنفی ← مجرای لنفی چپ ← سیاهرگ زیرترقوه‌ای چپ ← بزرگ‌سیاهرگ زیرین ← دهلیز راست. ۲. اندام‌های لنفی از طریق رگ‌های لنفی، لنف خود را به مجاری لنفی راست و چپ منتقل می‌کند. البته دقت کنید که رگ‌های لنفی تنها رگ‌های مرتبط با اندام‌های لنفی نیستند و اندام‌های لنفی با رگ‌های خونی نیز ارتباط دارند.

۳. لوزه‌ها به تعداد بیش از یک عدد در بدن وجود دارند. بعضی از لوزه‌ها در سمت راست بدن قرار دارند و لنف آن‌ها به مجرای لنفی راست می‌ریزد؛ درحالی‌که بعضی دیگر از لوزه‌ها در سمت چپ بدن قرار می‌گیرند و لنف آن‌ها به مجرای لنفی چپ تخلیه می‌شود.

۴. لوزه نشان‌داده شده در شکل، لوزه حلقی است که در پشت و بالای زبان کوچک (پشت دهان) واقع شده است.

۵. تیموس نزدیک‌ترین اندام لنفی به قلب است و در قسمت فوقانی قفسه سینه قرار دارد. تیموس در سطح جلویی دهلیزهای قلب، آئورت، محل دو شاخه شدن نای، محل ایجاد نایژه‌های اصلی و در پشت استخوان جناغ قرار می‌گیرد.

۶. تیموس از دو قسمت (لوب) غیرقرینه با اندازه‌های متفاوت تشکیل شده است که در وسط به هم متصل‌اند و ظاهری شبیه به H ایجاد کرده‌اند.

۷. قسمت فوقانی تیموس نسبت به قسمت تحتانی آن نازک‌تر می‌باشد. از نظر علمی اندازه و موقعیت قرارگیری لوب‌های تیموس در افراد مختلف کمی متفاوت است؛ اما طبق این تصویر، لوب چپ تیموس کمی بالاتر از لوب راست آن قرار گرفته و بزرگ‌تر است. در شکل ۴ فصل ۴ یازدهم برعکس است و لوب راست بزرگ‌تر بوده و کمی بالاتر قرار دارد.

۸. طحال در سمت چپ محوطه شکمی قرار دارد و لنف خارج شده از آن به مجرای لنفی چپ می‌ریزد. سمت راست طحال فرورفته است و رگ‌های خونی و لنفی و اعصاب از این قسمت با طحال ارتباط برقرار می‌کنند. سرخرگ طحال در سطح بالاتری نسبت به سیاهرگ آن قرار دارد.

۹. سرخرگ ورودی به طحال در محل ورود به آن منشعب می‌شود و سیاهرگ خروجی از آن نیز در محل مقعر آن از به هم پیوستن چندین سیاهرگ کوچک ایجاد شده است.

طحال در پشت و سمت چپ معده و همچنین در سطحی بالاتر نسبت به دم لوزالمعده، کلیه چپ و انتهای کولون افقی و هم‌سطح با کبد قرار دارد. طحال جزء دستگاه گوارش نیست، اما خون آن به گردش خون دستگاه گوارش وارد می‌شود. خون سیاهرگ طحال با خون سیاهرگ قسمت مقعر معده یکی شده و به سیاهرگ باب ریخته و از طریق آن وارد کبد می‌شود. (دهم - فصل ۲ و ۵) در سه اندام بدن، محل ورود و خروج خون یکسان است:

۱- طحال ۲- کلیه ۳- بیضه (دهم - فصل ۵ و یازدهم - فصل ۷)
۱۰. آپاندیس زائده کرمی‌شکلی است که در سمت راست بدن قرار گرفته و به روده کور (اولین بخش روده بزرگ) اتصال دارد. آپاندیس در سطح پایین‌تری نسبت به لوزه‌ها، تیموس و طحال قرار می‌گیرد.
۱۱. آپاندیس پایین‌ترین اندام لنفی بدن نیست؛ چون در قسمت‌های پایین‌تر از آپاندیس نیز مغز استخوان داریم.

خون آپاندیس همانند خون طحال در نهایت به سیاهرگ باب منتقل می‌شود. خون آپاندیس به همراه خون بخش انتهایی روده باریک، روده کور و کولون بالارو به سیاهرگ باب می‌ریزد. دقت داشته باشید خون لوزه‌ها، تیموس و مغز استخوان مستقیماً به قلب منتقل می‌شود؛ اما خون طحال و آپاندیس ابتدا به کبد رفته و سپس به قلب منتقل می‌شود. (دهم - فصل ۲)

۱۲. استخوانی که در اینجا مشاهده می‌کنید، استخوان ران است که نوعی استخوان دراز می‌باشد. دو سر استخوان‌های دراز با بافت استخوانی اسفنجی پر می‌شود و حاوی مغز قرمز است و مغز زرد در مجرای مرکزی آن قرار دارد. در تنه استخوان‌های دراز، از خارج به داخل به ترتیب این بخش‌ها را می‌بینیم: بافت پیوندی پوشاننده استخوان ← بافت استخوانی متراکم ← بافت استخوانی اسفنجی (حاوی مغز قرمز) ← مجرای مرکزی (حاوی مغز زرد)

۱۳. خون و لنف اندام‌های لنفی بالاتر از قلب (مثل لوزه‌ها) از طریق بزرگ‌سیاهرگ زیرین وارد قلب می‌شود. اما در مورد اندام‌های لنفی پایین‌تر از قلب (مثل آپاندیس و طحال) دقت کنید که خون آن‌ها توسط بزرگ‌سیاهرگ زیرین و لنف آن‌ها توسط بزرگ‌سیاهرگ زیرین به قلب وارد می‌شود.

۱۴. مویرگ‌ها کوچک‌ترین رگ‌های لنفی هستند و یک انتهای بسته دارند. لنف برای نخستین بار در مویرگ‌های لنفی شکل می‌گیرد. زیرا اولین جایی که مواد لنفی وارد می‌شوند، مویرگ لنفی است.



۲۸. براساس شکل کتاب، رگ‌هایی که به سطح محدب گره لنفی اتصال دارند، تعداد بیشتری داشته و مواد را به گره لنفی وارد می‌کنند. رگ‌هایی که به سطح مقعر گره لنفی متصل‌اند، مواد را از گره لنفی خارج می‌کنند.

۲۹. در نزدیکی محل اتصال رگ لنفی به گره لنفی یک دریچه وجود دارد که به صورت یک‌طرفه اجازه عبور مواد را می‌دهد. دریچه‌های مجاور بخش محدب گره لنفی به سمت گره و دریچه‌های مجاور بخش مقعر گره به سمت مخالف گره باز می‌شوند. دریچه‌های رگ‌های لنفی همانند دریچه‌های لانه کبوتری و میترا از دو قطعه تشکیل شده‌اند. رگ‌های لنفی در محل قرارگیری دریچه‌ها قطر بیشتری نسبت به سایر نقاط دارند.

۳۰. سیاهرگ زیرترقوه‌ای هر سمت با یک سیاهرگ که از همان سمت گردن می‌آید یکی می‌شود و سیاهرگ مشترکی را ایجاد می‌کند. دو سیاهرگ مشترکی که از به هم پیوستن سیاهرگ‌های زیرترقوه‌ای و سیاهرگ‌های گردن ایجاد شده‌اند، به هم می‌پیوندند و بزرگ‌سیاهرگ زبرین را ایجاد می‌کنند.

۳۱. سیاهرگ زیر ترقوه‌ای راست از سیاهرگ زیر ترقوه‌ای چپ طول کمتری دارد.

محل به هم پیوستن سیاهرگ‌های تشکیل‌دهنده باب کبدی و ایجاد سیاهرگ باب، در نزدیکی محل اتصال مجرای لنفی راست و چپ به یکدیگر است. (دهم - فصل ۲)

سیاهرگ‌های زیرترقوه‌ای از زیر ترقوه (نوعی استخوان دراز و مربوط به اسکلت جانبی) عبور می‌کنند و خون دست‌ها را به سمت قلب می‌برند. (یازدهم - فصل ۳)



اندام لنفی که

۱. بالاتر از سایر اندام‌های لنفی است ← مغز استخوان‌های مجمله
۲. پایین‌تر از سایرین قرار دارد ← مغز استخوان‌های پا
۳. بالاتر از قفسه سینه دیده می‌شود ← لوزه‌ها و مغز استخوان
۴. پایین‌تر از قفسه سینه دیده می‌شود ← طحال، آپاندیس، مغز استخوان
۵. درون قفسه سینه قرار می‌گیرد ← تیموس
۶. در ناحیه شکم قرار می‌گیرد ← طحال و آپاندیس
۷. نزدیک‌ترین به قلب است ← تیموس
۸. در مجارت قلب قرار دارد ← تیموس و طحال
۹. نزدیک‌ترین اندام لنفی به مجرای لنفی چپ است ← تیموس
۱۰. در مجاورت بخشی از دستگاه گوارش قرار دارد ← لوزه، تیموس، طحال، آپاندیس
۱۱. در مجاورت استخوان نیم‌لگن قرار دارد ← آپاندیس و مغز استخوان
۱۲. بالاترین اندام لنفی غیراستخوانی است ← لوزه
۱۳. پایین‌ترین اندام لنفی غیراستخوانی است ← آپاندیس
۱۴. نزدیک‌ترین اندام لنفی به دیافراگم است ← طحال

۱۵. بعضی از رگ‌های لنفی از دو طرف به گره لنفی اتصال دارند. بعضی از رگ‌های لنفی از یک طرف به گره لنفی اتصال دارند؛ برخی از رگ‌های لنفی نیز به گره لنفی اتصال ندارند.

۱۶. مجرای لنفی چپ از قسمت پشتی قلب و لوب چپ تیموس عبور می‌کند.

۱۷. طبق کنکور ۱۴۰۲ هر دو مجرای لنفی چپ و راست، در قسمت شکم و قفسه سینه مشاهده می‌شوند. محل اتصال این دو مجرا هم در ناحیه شکم است. در ضمن براساس کنکور ۱۴۰۲ می‌توان گفت در طول مجرای لنفی راست چند گره مشاهده می‌شود. البته این موضوع از نظر علمی ایراد دارد. چون مجرای لنفی چپ کوتاه بوده و فقط در قسمت بالایی قفسه سینه دیده می‌شود. در واقع باید به عرضتون برسونم از نظر علمی آن مجرای که پایین مجرای لفی راست می‌بینید و دارای چند گره لنفی پشت سر هم است جزء مجرای لنفی راست نیست!

۱۸. محل اتصال مجرای لنفی چپ به سیاهرگ زیرترقوه‌ای چپ نسبت به محل اتصال مجرای لنفی راست به سیاهرگ زیرترقوه‌ای راست، دارای فاصله بیشتری تا بزرگ‌سیاهرگ زبرین است.

۱۹. در دو طرف مجرای لنفی چپ، می‌توان رگ لنفی طویل مشاهده کرد.

۲۰. هر دو مجرای لنفی از پشت سیاهرگ زیرترقوه‌ای عبور می‌کنند. مجرای لنفی چپ برخلاف مجرای لنفی راست، پس از عبور از پشت سیاهرگ گردنی چپ وارد زیرترقوه‌ای چپ می‌شود؛ درواقع مجرای لنفی چپ سیاهرگ گردنی نزدیک خود را دور می‌زند.

۲۱. محل اتصال مجرای لنفی راست به سیاهرگ زیرترقوه‌ای راست در سمت راست سیاهرگ گردنی قرار دارد. محل اتصال مجرای لنفی چپ به سیاهرگ زیرترقوه‌ای چپ در سمت چپ سیاهرگ گردنی قرار دارد.

۲۲. هر دو مجرای لنفی در انتهای خود به سمت پایین قوس برمی‌دارند.

۲۳. گره‌های لنفی در سراسر بدن پراکنده‌اند، ولی در بعضی نقاط فراوان‌تر هستند؛ نظیر اطراف گردن و نزدیک غدد بزاقی (به ویژه غدد بناگوشی)، محدوده بازو، کتف و بخش بالایی سینه، زیر بغل، آرنج، محدوده مرکزی شکم، اطراف کولون پایین‌رو، بخش‌هایی از لگن (کشاله ران) و محدوده زانو.

۲۴. در کف دست‌ها، ناحیه صورت و پیشانی، دستگاه لنفی گسترده‌تری دارد.

۲۵. تراکم گره لنفاوی در مجاورت کولون پایین‌رو بیشتر از مجاورت کولون بالا رو است.

۲۶. گره‌های لنفی محل زانو، روی کشکک دیده می‌شوند.

۲۷. گره‌های لنفی لوبیایی‌شکل هستند که یک سطح محدب و یک سطح مقعر دارند. دور گره لنفی را نوعی بافت پیوندی پوشانده است. انشعابات از این بافت به درون گره لنفی نفوذ کرده و فضای درونی گره لنفی را به چند بخش با اندازه نابرابر تقسیم می‌کند.



تنظیم دستگاه گردش خون

اثر مواد روی انقباض سرخرگ‌ها: کربن دی‌اکسید: کاهش انقباض - گشاد شدن
کلسیم: افزایش انقباض - تنگ شدن
هیستامین: کاهش انقباض - گشاد شدن

گره ضربان‌ساز، تکانه‌های منظمی را ایجاد و در قلب منتشر می‌کند تا چرخه ضربان قلب به‌طور منظم تکرار شود. در حالت عادی این ضربان و برون ده قلبی ناشی از آن، نیاز اکسیژن و مواد مغذی اندام‌های بدن را برطرف می‌کند. اما در هنگام فعالیت ورزشی یا در حالت استراحت، برون ده قلب باید تغییر یابد. این تنظیم‌ها ساز و کارهای مختلفی انجام می‌شود: ۱

نقش دستگاه عصبی خود مختار:

افزایش و کاهش فعالیت قلب متناسب با شرایط، به‌وسیله اعصاب دستگاه عصبی خود مختار انجام می‌شود. مرکز هماهنگی این اعصاب در بصل النخاع و پل مغزی و در نزدیکی مرکز تنظیم تنفس قرار دارد و همکاری این مراکز، نیاز بدن به مواد مغذی و اکسیژن را در شرایط خاص به خوبی تأمین می‌کند.

نقش هورمون‌ها: وقتی در فشار روانی، مثل نگرانی، ترس و استرس امتحان قرار می‌گیریم، ترشح بعضی هورمون‌ها از غدد درون‌ریز مثل فوق کلیه، افزایش می‌یابد. این هورمون‌ها مثلاً با اثر بر قلب، ضربان قلب و فشارخون را افزایش می‌دهند. ۵

تنظیم موضعی جریان خون در بافت‌ها: افزایش کربن دی‌اکسید، باگشاد کردن سرخرگ‌های

کوچک میزان جریان خون را در آنها افزایش می‌دهد. ۶

نقش گیرنده‌ها در حفظ فشار سرخرگی: گیرنده‌های حساس به فشار، گیرنده‌های حساس به کمبود اکسیژن و گیرنده‌های حساس به افزایش کربن دی‌اکسید و یون هیدروژن پس از تحریک، به مراکز عصبی پیام می‌فرستند تا فشار سرخرگی در حد طبیعی حفظ، و نیازهای بدن در شرایط خاص تأمین شود. ۷

کربن دی‌اکسید رگ‌هایی را گشاد می‌کند که مهم‌ترین نقش را در تنظیم جریان خون مویرگی دارند.

موشکافی متن:



۱ در حالت عادی نیازی به افزایش فعالیت گره ضربان‌ساز توسط سازوکارهایی مانند «بخش خودمختار دستگاه عصبی»، «هورمون‌ها» و «نقش گیرنده‌ها در حفظ فشار سرخرگی» نیست. در شرایطی که نیاز به افزایش برون‌ده قلبی (هنگام فعالیت ورزشی) یا کاهش برون‌ده قلبی (هنگام استراحت) باشد. سازوکارهای گفته شده وارد عمل می‌شوند تا با تنظیم برون‌ده قلبی، نیازهای غذایی و تنفسی بدن را تنظیم کنند.

شروع ضربان قلب توسط عوامل تنظیم‌کننده برون‌ده قلبی انجام نمی‌شود؛ بلکه این عوامل تنها می‌توانند ضربان را تغییر دهند.

۲ دستگاه عصبی خودمختار از دو بخش آسمیک (سمپاتیک) و پادآسمیک (پاراسمپاتیک) تشکیل شده است که فعالیت ماهیچه‌های صاف، ماهیچه قلبی و غدد را تنظیم می‌کنند. فعالیت بخش پاراسمپاتیک موجب برقراری حالت آرامش در بدن می‌شود. درحالی‌که بخش سمپاتیک در شرایط هیجان فعالیت زیادی دارد.

۳ طبق متن کتاب درسی، پل مغزی و بصل النخاع در تنظیم فعالیت قلب نقش دارند. در مورد فعالیت بصل النخاع در سال یازدهم می‌خوانید که بصل النخاع در تنظیم ضربان قلب (اثر روی گره سینوسی - دهلیزی) و فشار خون (اثر روی قدرت انقباضی قلب) نقش دارد. در مورد اثر دقیق پل مغزی روی فعالیت قلب چیزی گفته نشده است، اما بهتر است بدانید پل مغزی در تنظیم ضربان قلب و کمی هم فشار خون نقش دارد. (یازدهم - فصل ۱)

دستگاه عصبی خودمختار	فشار خون	ضربان قلب	مدت زمان چرخه ضربان قلب	استراحت قلب	حجم ضربه‌ای	برون‌ده قلبی
بخش سمپاتیک	افزایش	افزایش	کاهش	کاهش	افزایش	افزایش
بخش پاراسمپاتیک	کاهش	کاهش	افزایش	افزایش	کاهش	کاهش



غده فوق کلیه (ساختار پوششی) با ترشح هورمون کورتیزول موجب افزایش گلوکز خونا و با ترشح آلدوسترون موجب افزایش فشار خون می‌شود. اما نقشی در افزایش ضربان قلب ندارد. دقت کنید که هر هورمونی که فشار خون تنظیم می‌کند، روی قلب اثر ندارد. برای مثال هورمون آلدوسترون، ضدادراری و پرولاکتین با تنظیم میزان آب موجود در خونا، فشار خون را تنظیم می‌کنند. (یازدهم - فصل ۴)

۶ دستگاه عصبی خودمختار، هورمون‌ها و گیرنده‌ها، فشار خون را به صورت عمومی بالا می‌برند، درحالی‌که تغییر قطر سرخرگ‌های کوچک به صورت موضعی فشار خون را تغییر می‌دهد.

۷ در ساختار رگ‌های خونی ما سه نوع از این گیرنده‌ها وجود دارد که عبارت‌اند از: ۱- گیرنده‌های شیمیایی (گیرنده‌های حساس به کمبود اکسیژن و گیرنده‌های حساس به افزایش کربن دی‌اکسید و یون هیدروژن) ۲- گیرنده مکانیکی (گیرنده فشار) ۳- گیرنده‌های دمایی. از بین گیرنده‌های موجود در رگ‌ها، گیرنده‌های دمایی درون بعضی سیاهرگ‌های بزرگ قرار دارند. درحالی‌که سایر گیرنده‌ها درون سرخرگ‌های گردش عمومی قرار می‌گیرند. برای مثال گیرنده‌های حساس به اکسیژن در آئورت قرار دارند.

گیرنده‌ها توانایی درک محرک را ندارند. درک وظیفه دستگاه عصبی مرکزی است.

از بین روش‌های گفته شده برای تنظیم دستگاه گردش خون، «تنظیم موضعی جریان خون در بافت‌ها» و «گیرنده‌های موثر در حفظ فشار سرخرگی»، اثر مستقیمی روی ضربان قلب ندارند.

ساقه مغز از بالا به پایین شامل سه بخش «مغز میانی»، «پل مغزی» و «بصل النخاع» است. بنابراین بخش‌های میانی و پایینی بصل النخاع در تنظیم فعالیت قلب نقش دارند. (یازدهم - فصل ۱)



مرکز عصبی

تنظیم تنفس ← بصل النخاع و پل مغزی

تنظیم ضربان قلب و فشار خون ← بصل النخاع، پل مغزی، هیپوتالاموس بلع، سرفه، عطسه ← بصل النخاع

۴ تنظیم تنفس، فشار خون و ضربان قلب با هم ارتباط تنگاتنگی دارد. زمانی که میزان تنفس کاهش یابد این اتفاقات روی می‌دهند:

۱- با افزایش کربن دی‌اکسید گیرنده‌های حساس به افزایش کربن دی‌اکسید تحریک می‌شوند و با ارسال پیام به مراکز عصبی موجب افزایش فشار خون می‌شوند. با افزایش کربن دی‌اکسید، همچنین سرخرگ‌های کوچک گشاد می‌شوند و جریان خون مویرگی افزایش می‌یابد.

۲- با کاهش اکسیژن گیرنده‌های حساس به کمبود اکسیژن تحریک شده و این گیرنده‌ها با ارسال پیام به مراکز عصبی، فشار خون را افزایش می‌دهند. ۳- با فعال شدن بخش سمپاتیک دستگاه عصبی، فشار خون و ضربان قلب افزایش می‌یابد.



۵ بخش مرکزی غده فوق کلیه (ساختار عصبی) با ترشح هورمون‌های اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین موجب افزایش ضربان قلب، فشار خون، گلوکز خونا و گشاد شدن نایژک‌ها می‌شود. بخش قشری