گاج

کتاب درسی

خیلی سبز

زیست‌شناسی ۱

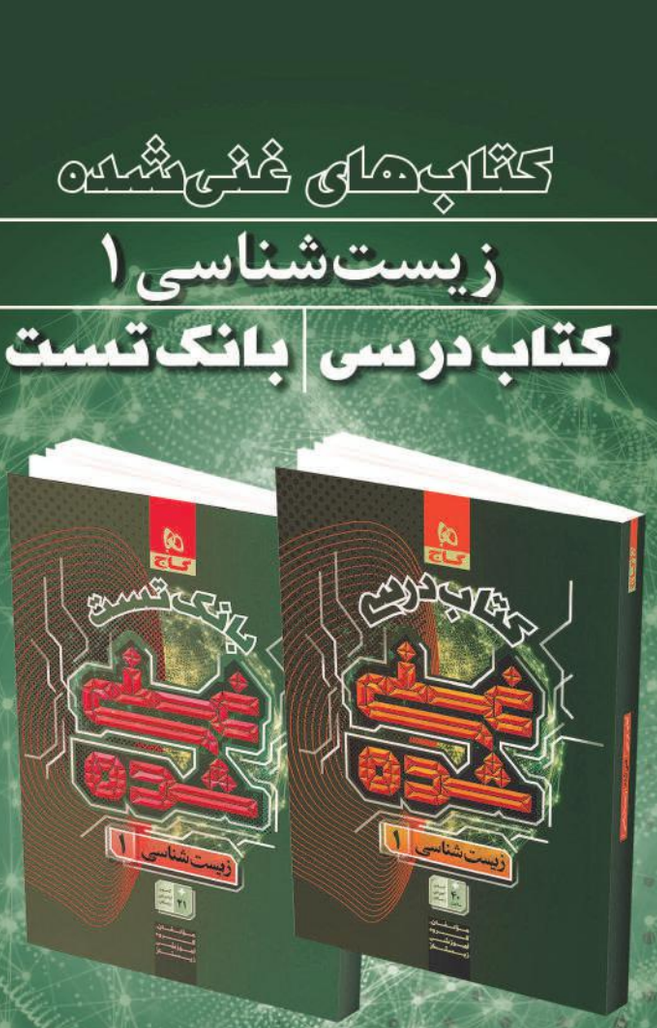
+۴۰ ساعت فیلم آموزشی رایگان

مؤلفان:
گروه آموزشی زیستاز

کتاب‌های غنی‌شده

زیست‌شناسی ۱

کتاب درسی | بانک تست



9 786220 308942
تهران، میدان انقلاب
نبش بازارچه کتاب
www.gajmarket.com

تقدیم به اولین معلم زندگی، مادر

بیا تا گل برافشانیم و می در ساغر اندازیم
فلک را سقف بشکافیم و طرحی نو در اندازیم

مقدمه

بعد از استقبال بی‌نظیر 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 می کردیم 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 دانش آموز 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:

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 منحصربه‌فرد، 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.

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 تورق 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 گفتهٔ آن‌ها کاملاً صادقانه بوده و کتاب درسی نسبت به سایر درسنامه‌ها و جزوه‌ها در اولویت است.

موشکافی متن کتاب درسی

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 همهٔ نکات مفهومی، استنباطی و ترکیبی آن پاراگراف یا جمله آورده شده است. علاوه بر این در برشی از کتاب درسی، کلمات مهم را 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.

موشکافی شکل کتاب درسی

حتماً شما هم شنیدین که طراحان کنکور سراسری علاقهٔ 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 گاهاً از رفرنس‌ها برداشت شده است! بنابراین ما هم یک بار دیگر شکل رفرنس‌ها را به دقت بررسی کردیم و تقریبا همهٔ نکات علمی که 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.

راهنمای مطالعهٔ کتاب

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 زبده 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:

مرحلهٔ اول

خط به خط خواندن

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 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.

مرحلهٔ دوم

به‌خاطر سپاری ۱

- 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 همین که کلیات مفاهیم یادتان باشد کافی است. همچنین کلیات شکل‌ها و نامگذاری قسمت‌های آن را به خاطر بیاورید.
- 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.

مرحلهٔ سوم

تست خط‌به‌خط

- 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 کنید. جواب شما هر چه که باشد حتما باید پاسخنامهٔ 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.

مرحلهٔ چهارم

مفهومی و استنباطی خواندن

• 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 و همه نکات و قسمت‌های مربوط به آن شماره (به‌جز 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.

مرحلهٔ پنجم

به‌خاطر سپاری ۲

• 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.

• 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 فرمول۲۰ رفته و آن‌ها را قبل از مرحلهٔ بعد کار کنید.

مرحلهٔ ششم

تست مفهومی و استنباطی

• به سراغ پله دوم یعنی تست‌های مفهومی و استنباطی همان گفتار بروید. همانطور که گفته شد این تست‌ها کمی سخت‌تر و چالشی‌تر از تست‌های پلهٔ 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، همهٔ گزینه‌ها را بررسی کنید و همهٔ 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 همهٔ تست‌های یک گفتار نکات مهم و پرتکرار را در قسمت درسنامه مشخص کنید و اگر نکته‌ای آورده نشده است، به آن اضافه کنید.

مرحلهٔ هفتم

ترکیبی خواندن

• 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 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.

مرحلهٔ هشتم

تست ترکیبی

• پله سوم تست‌های این کتاب، تست‌های ترکیبی هستند. چینش 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 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.

تست‌های کنکور

مرحلهٔ **نهم**

- در پلهٔ چهارم با تست‌های کنکورهای اخیر روبه‌رو می‌شوید. همان‌طور که گفته شد پاسخ این تست‌ها صرفاً پاسخ تشریحی گزینه‌ها 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 تست‌های کنکور سراسری را کار کنید و بعد سراغ تست‌های تألیفی بروید. هیچ اشکالی ندارد، در این صورت این پله را در اولین مرحله تست‌زنی کار کنید.

به‌خاطر سپاری ۳ و جمع‌بندی

مرحلهٔ **دهم**

- همهٔ مراحل قبل را گفتار به گفتار تکرار می‌کنیم تا کل فصل تمام شود. حالا نوبت جمع‌بندی و مرور کل فصل هست. به قسمت درسنامه مراجعه کنید. یک‌بار دیگر قسمت‌های 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 دورهای اول و دوم مطالب را درست و اصولی یادگرفته باشید، این مرتبه نباید زیاد طول بکشد و کل فصل را می‌توانید در یک واحد مطالعاتی تمام کنید. هایلایت‌هایی که ما روی کتاب درسی انجام دادیم و قسمت‌های مهمی که خودتان مشخص کردید، در این مرحله خیلی به‌کارتان می‌آید.

آزمون‌های آخر فصل

مرحلهٔ **یازدهم**

- حالا وقت آزمون دادن و یادگیری مهارت‌های مدیریت آزمون است. حداقل دو روز بعد از جمع‌بندی کل فصل، آزمون انتهای فصل را در شرایط کاملاً آزمونی 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 جمع‌بندی و مرور شود.
- راهکارهای مختلف مدیریت آزمون، مثل استفاده از تکنیک‌های ضرب و منها، تکنیک زمان‌های 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 به‌دست می‌آید و ربطی به دانش شما ندارد. پس تا می‌توانید آزمون‌های مختلف با سطوح مختلف را کار کنید.

آزمون‌های اینترنتی و مرور

مرحلهٔ **دوازدهم**

- علاوه‌بر آزمون چاپی ما سه آزمون اینترنتی با سطوح مختلف برایتان در نظر گرفتیم. توصیه می‌کنیم این آزمون‌ها را در فاصلهٔ زمانی مناسب از آزمون چاپی برگزار کنید (به‌ترتیب، یک هفته بعد، یک ماه بعد و سه ماه بعد). همچنین قبل از آزمون حتماً یک‌بار دیگر فصل مربوطه را مرور کنید.
- فراموش نکنید که تحلیل آزمون یعنی بررسی سؤالات نزده، غلط و حتی صحیح، از خود آزمون دادن هم مهم‌تر هست. با تحلیل آزمون علت بی‌دقتی، شک کردن، غلط زدن، افتادن در دام آموزشی و .. را متوجه می‌شوید. خلاصه با زدن آزمون‌های فراوان و تحلیل آن‌ها کار را تمام کنید!

شاید اجرای مراحل بالا در نگاه اول کمی سخت و گیج‌کننده 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 می‌افتید و به یک فرد حرفه‌ای در درس زیست‌شناسی تبدیل خواهید شد.

تشکر و سپاس فراوان از...

ناظران علمی این کتاب، آقای دکتر میثم فروزنده و دکتر الهام قاسم‌لو که هر دو عزیز دارای مدرک دکترای زیست‌شناسی (گرایش فیزیولوژی) هستند، هر جا علممان ته می‌کشید از این اساتید می‌آموختیم. انشاءالله بتوانیم جبران کنیم.

● از همه دبیران عزیز و دانش‌آموزان می‌خواهیم، هر پیشنهاد، انتقاد یا ویرایش و ... دارند از طریق راه‌های زیر به اطلاع ما برسانند. با جان و دل پذیرا هستیم. هم‌چنین بسیاری از سؤالات مهم و چالشی توسط مؤلفان این کتاب، به صورت رایگان در سایت و شبکه‌های مجازی زیستاز تدریس خواهد شد. علاوه‌بر این کلی نکته، فیلم آموزشی، آزمون آنلاین و آفلاین، جزوه و ... رایگان در انتظار شماست.

درپایان

از خانواده‌هایمان، از مهندس محمد جوکار و از تمام پرسنل عزیز و گرامی گاج تشکر می‌کنیم و به همشون می‌گیم که «دمتون گرم، ترکوندید!»

فهرست مطالب

۱ دنیای زنده

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

۴ گوارش و جذب مواد

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

۴ تبادلات گازی

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

۴ گردش مواد در بدن

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

۵ تنظیم اُسمزی و دفع مواد زائد

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

۶ از یاخته تا گیاه

۱	گفتار ۱: ویژگی‌های یاختهٔ گیاهی	۲۶۲
۲	گفتار ۲: سامانهٔ بافتی	۲۸۱
۳	گفتار ۳: ساختار گیاهان	۲۹۶

۷ جذب و انتقال مواد در گیاهان

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

4 فصل چهارم

گردش مواد در بدن

مطالب ترکیبی
سخن مؤلف
تفکر طرّاح
رفع ابهام
دقت و هشدار
تلهٔ تستی

نتیجه
سؤال
بیشتر بدانیم
نکته
ارتباط تصویری
مثال

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 بَهر (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 بَهر چیست؟ آیا همهٔ جانداران گردش مواد دارند؟ گردش مواد در انسان با بقیهٔ مهره داران 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.

موشکافی متن:

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

یک‌سری 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، خون‌بهر (هماتوکریت) گفته می‌شود. خون‌بهر طبیعی طبق کتاب درسی حدود ۴۵ درصد است.

امکان دارد در فردی که چربی خون بالایی دارد، خون‌بهر طبیعی باشد؛ درواقع چربی خون و خون‌بهر دو پارامتر مستقل از یکدیگر هستند.

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

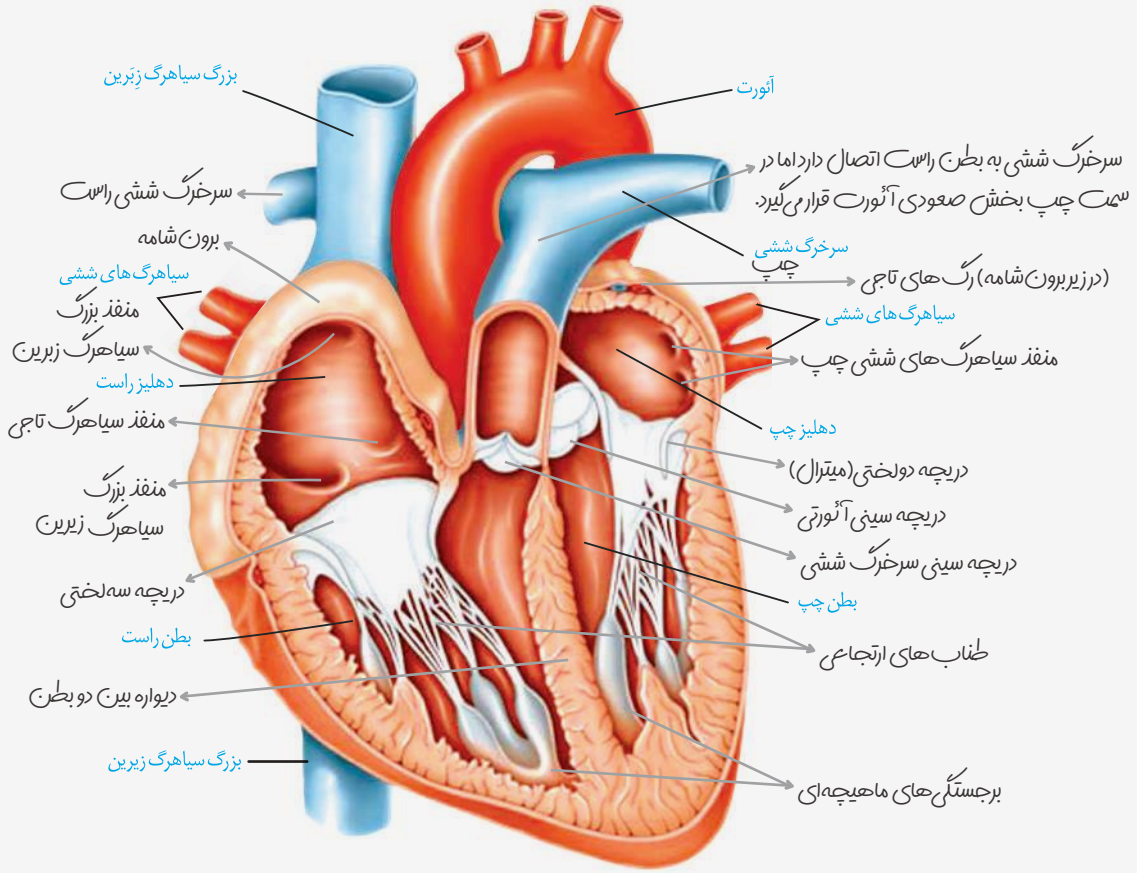
۴ جانداران تک‌یاخته‌ای دستگاه گردش مواد ندارند و می‌توانند به صورت مستقیم به تبادل مواد با محیط بپردازند. اما در جانداران پرياخته‌ای، به دلیل این‌که همهٔ یاخته‌ها با محیط بیرون ارتباط ندارند؛ لازم است تا دستگاهی برای گردش مواد ایجاد شود.

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 جاذبهٔ زمین به گردش درمی‌آورد. بنابراین به نیروی بیشتری نیاز دارد.

گفتار ۱ قلب

در سال‌های گذشته آموختیدکه دستگاه[۱] گردش مواد در انسان، از قلب، رگ‌ها و خون تشکیل شده است.[۲] در شکل ۱، بخش‌های تشکیل‌دهنده قلب و رگ‌های متصل[۳] به آن را می‌بینید.



شکل ۱ــ قلب و رگ‌های متصل به آن

موشکافی متن:

۱ 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، ۵ و یازدهم – فصل ۴ و ۵)

۲ 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 داره 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.

۳ 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 نکتهٔ 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 شکل ۱:

۱. قلب به صورت مایل (نه عمودی) در قفسهٔ سینه قرار گرفته است به طوری که نوک قلب به سمت چپ قرار می‌گیرد.

۲. قلب از سمت راست و چپ با پردهٔ 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 نیمهٔ راست و چپ تشکیل شده است و هر نیمهٔ قلب یک دهلیز، یک بطن و دو دریچه دارد. بین دو نیمهٔ قلب دیواره‌ای ماهیچه‌ای قرار دارد که ضخامت آن در بخش‌های مختلف متفاوت است. برای مثال ضخامت دیوارهٔ 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 تیرهٔ خروجی از اندام‌های بالایی بدن را از طریق بزرگ‌سیاهرگ زبرین 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 دریچهٔ سه‌لختی به بطن راست وارد می‌شود. ۳- در دیوارهٔ پشتی دهلیز راست سه مدخل برای ورود خون به آن وجود دارد که به ترتیب از بالا به پایین عبارت‌اند از: الف) مدخل بزرگ‌سیاهرگ زبرین 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- فاصلهٔ بین مدخل سیاهرگ کرونر تا مدخل بزرگ‌سیاهرگ زیرین کمتر از فاصلهٔ بین مدخل سیاهرگ کرونر تا مدخل بزرگ‌سیاهرگ زبرین است. ۶- قطر لایهٔ ماهیچه‌ای دهلیز راست از پایین به بالا کاهش می‌یابد؛ به طوری که کمترین ضخامت دهلیز راست در مجاورت بزرگ‌سیاهرگ زبرین (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 دریچهٔ 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 لایهٔ ماهیچه‌ای این حفرهٔ 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 حفرهٔ 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 دریچهٔ 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 نتیجهٔ انقباض خود باعث باز شدن دریچهٔ سینی آئورتی می‌شود. ۲- ضخیم‌ترین دیوارهٔ 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 دریچهٔ دولختی به برآمدگی‌های سطح درونی این بطن متصل هستند.

۱۲. مقایسهٔ بطن‌ها: بطن راست حجم، برجستگی‌های ماهیچه‌ای و طناب‌های ارتجاعی بیشتری دارد. بطن چپ دیوارهٔ 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 دیوارهٔ بین دو بطن در بیشتر طول خود تقریباً ثابت است، اما در نزدیکی سرخرگ ششی، ضخامت دیوارهٔ بین بطن‌ها از پایین به بالا کاهش می‌یابد و زمانی که به سرخرگ ششی می‌رسد کمترین ضخامت خود را دارد.

۱۵. ضخامت دیوارهٔ بین‌بطنی در اکثر نقاط (به جز مجاورت سرخرگ ششی) از ضخامت دیوارهٔ بین‌دهلیزی بیشتر است.

۱۶. در دیوارهٔ بین دو بطن لایه‌های ماهیچه‌ای و درون‌شامه دیده می‌شوند، اما لایهٔ برون‌شامه وجود ندارد.

۱۷. دیوارهٔ اطراف دهلیزها و بطن‌ها، برخلاف دیوارهٔ بین‌بطنی، از هر سه لایهٔ 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: دریچهٔ سه‌لختی، دولختی، سینی ششی و سینی آئورتی

۲۰. دریچهٔ سه‌لختی: ۱- بین دهلیز و بطن راست قرار دارد. ۲- از سه قطعهٔ 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. دریچهٔ دولختی: ۱- بین دهلیز و بطن چپ قرار دارد. ۲- از دو قطعهٔ 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. دریچهٔ سینی ششی: ۱- در ابتدای سرخرگ ششی قرار دارد۲- از سه قطعهٔ غیرآویخته تشکیل شده است. ۳- به سمت بالا باز و به سمت پایین بسته می‌شود.

۲۳. دریچهٔ سینی آئورتی: ۱- در ابتدای آئورت قرار دارد. ۲- از سه قطعهٔ 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 اتصالی ندارند.

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 زبرین قرار می‌گیرد. ۳- سرخرگ ششی راست طویل‌تر از سرخرگ ششی چپ است. ۴- سرخرگ ششی چپ از جلوی قسمت نزولی آئورت عبور می‌کند.

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 زبرین: 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 زبرین 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 زبرین، 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 زبرین، شاخهٔ بالاروی آئورت و دستهٔ بالارونده سرخرگ ششی عبور می‌کند. ۵- سیاهرگ‌های ششی هر چه به سمت قلب می‌آیند، به یکدیگر نزدیک‌تر می‌شوند.

رگ‌های ورودی و خروجی از حفرات درونی قلب	ورودی (۷ رگ)	چهار سیاهرگ با خون روشن (سیاهرگ‌های ششی)	ورود به دهلیز چپ
		سه سیاهرگ با خون تیره (بزرگ سیاهرگ زیرین، بزرگ سیاهرگ زبرین و سیاهرگ تاجی)	ورود به دهلیز راست
	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

۱. دارای ضخیم‌ترین بخش ← بطن چپ (در نوک قلب)
۲. دارای نازک‌ترین بخش قلب ← قسمت فوقانی دهلیز راست (مجاور بزرگ‌سیاهرگ زبرین و گره سینوسی دهلیزی)
۳. دارای بیشترین حجم ← بطن راست
۴. دارای کم‌ترین حجم ← دهلیز چپ
۵. دارای گره ضربان‌ساز ← دهلیز راست
۶. مرتبط با دریچهٔ سه قطعه‌ای ← هر چهار حفره
۷. مرتبط با دریچهٔ سه‌قطعه‌ای آویخته ← دهلیز و بطن راست.
۸. مرتبط با دریچهٔ سه‌قطعه‌ای غیرآویخته ← بطن راست و بطن چپ
۹. مرتبط با دو دریچهٔ سه‌قطعه‌ای ← بطن راست
۱۰. دارای بیشترین طناب ارتجاعی ← بطن راست
۱۱. مرتبط با بیش از یک رگ بزرگ ← دهلیز راست و دهلیز چپ
۱۲. مرتبط با بیشترین رگ ← دهلیز چپ
۱۳. مصرف‌کنندهٔ بیشترین ATP ← بطن چپ
۱۴. تشکیل‌دهندهٔ بیشتر سطح جلویی قلب ← بطن راست

هر رگی که .....

۱. با قلب ارتباط دارد ← ۱۱ رگ (سرخرگ آئورت، سرخرگ ششی، بزرگ‌سیاهرگ زیرین، بزرگ‌سیاهرگ زبرین، چهار سیاهرگ ششی، دوتا سرخرگ و یک سیاهرگ تاجی)

۲. به قلب خون می‌رسانند ← ۹ رگ (بزرگ‌سیاهرگ زیرین، بزرگ‌سیاهرگ زبرین، چهار سیاهرگ ششی، دوتا سرخرگ و یک سیاهرگ تاجی)

۳. خون را به فضای درونی حفرات قلبی وارد می‌کند ← ۷ رگ (بزرگ‌سیاهرگ زیرین، بزرگ‌سیاهرگ زبرین، 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، بزرگ‌سیاهرگ زیرین، بزرگ‌سیاهرگ زبرین 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، بزرگ‌سیاهرگ زیرین، بزرگ‌سیاهرگ زبرین و سیاهرگ تاجی)

مورد مقایسه	دهلیزها	بطن‌ها
نقش	دریافت خون از سیاهرگ‌ها	وارد کردن خون به سرخرگ‌ها
مدت انقباض	کمتر (حدود ۰/۱ ثانیه)	بیشتر (حدود ۰/۳ 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 (۱) و ششی (۲) آشنا هستید. با توجه به شکل ۲، مسیر هر کدام را در بدن مشخص، و هدف دونوع گردش خون را با هم مقایسه کنید.

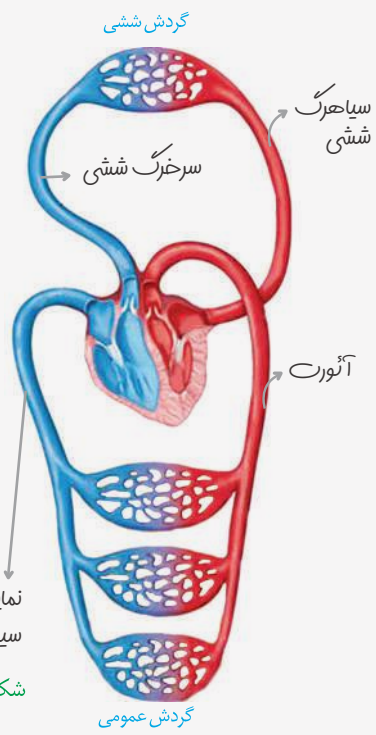
با توجه به آنچه قبلاً آموختید، در گروه‌های درسی خود در مورد پرسش‌های زیر با همدیگر گفت‌وگو کنید و پاسخ مناسبی برای آنها بیابید :

ـ هر دهلیز خون را از کجا دریافت می‌کند؟ (۳)

ـ هر بطن خون را به کجا می‌فرستد؟ (۴)

ـ خونِ طرف چپ و راست قلب، با هم چه تفاوت‌هایی دارد؟ (۵)

ـ چرا ضخامت دیوارهٔ بطن‌های چپ و راست با هم متفاوت است؟ (۶)



شکل ۲ـ گردش خون عمومی و ششی

مسیر گردش خون ششی: بطن راست ← سرخرگ ششی ← سرخرگ‌های کوچک ← شبکهٔ مویرگی حبابک ← سیاهرگ‌های کوچک ← چهار سیاهرگ ششی ← دهلیز چپ

موشکافی 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 این که 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 ـ 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 زبرین، 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 می‌کنند.

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 این که 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 آن‌جایی که سمت چپ قلب می‌بایست خون را به فاصلهٔ دورتری پمپ کند به نیروی انقباضی بیشتری نیاز دارد، بنابراین دیوارهٔ آن نیز قطورتر است.

از آن‌جایی که 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.

موشکافی شکل ۲:

۱. این شکل از نظر ساختاری زیاد درست نیست و فقط میخواد به صورت شماتیک نحوهٔ خون‌رسانی بدن انسان را به شما نشون بده. 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 زبرین 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 خون 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.

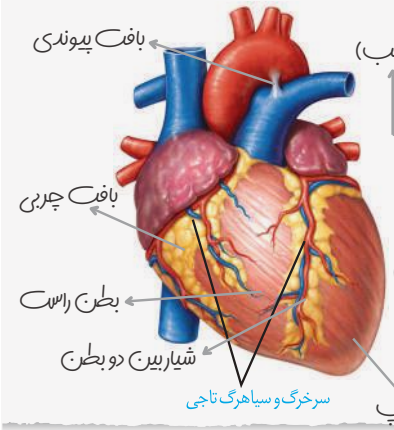
برای درک بهتر گردش خون انسان، این دو جدول جمع‌بندی‌طور رو به یادگار داشته باشید از ما:

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

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 زبرین 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 (بزرگ‌سیاهرگ زیرین، بزرگ‌سیاهرگ زبرین، سیاهرگ تاجی)
رگ‌های واردکنندهٔ خون به قلب	۴ سیاهرگ ششی	۳ سیاهرگ (بزرگ‌سیاهرگ زیرین، بزرگ‌سیاهرگ زبرین، سیاهرگ تاجی) + دو سرخرگ تاجی (به دیواره قلب)
رگ‌های واردکنندهٔ خون به درون حفرهٔ قلب	۴ سیاهرگ ششی	۳ سیاهرگ (بزرگ‌سیاهرگ زیرین، بزرگ‌سیاهرگ زبرین 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 (کرونری)** ۱ که از آئورت منشعب شده‌اند، تأمین می‌شود. ۲ خونی که در این رگ‌ها جریان دارد، پس از رفع نیاز یاخته‌های قلبی از طریق سیاهرگ تاجی وارد دهلیز راست می‌شود. ۳ بسته شدن سرخرگ‌های تاجی توسط لخته یا سخت شدن دیوارهٔ آنها (تصلب شرایین)، ۴ ممکن است باعث سکته قلبی شود؛ چون در این حالت به بخشی از ماهیچهٔ قلب، اکسیژن نمی‌رسد و یاخته‌های آن می‌میرند ۵ (شکل ۳).



شکل ۳ـ رگ‌های تاجی قلب

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 فاصلهٔ 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 ماهیچهٔ قلب با رگ‌های تاجی خون‌رسانی میشه، نه همهٔ لایه‌های قلبی! براساس کتاب فیزیولوژی گایتون، خون‌رسانی به لایهٔ ماهیچه‌ای، برون‌شامه و لایهٔ درونی قلب با رگ‌های تاجی است؛ البته لایهٔ درونی قلب و بافت دریچه‌ها می‌تواند به میزان اندکی مواد غذایی و اکسیژن موردنیاز خود را از خون درون قلب تأمین کند.

از آن‌جایی 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

یه جمله‌ای که توی چاپ قبلی کتاب بود و حذف شده این بود که «سرخرگ‌های کرونر با هم یکی می‌شوند و سیاهرگ کرونر را ایجاد می‌کنند.» صرفاً جهت اطلاع! اگه جایی این جمله رو دیدید ممکنه طراح از کتاب قدیمی استفاده کرده باشه و این جمله رو درست در نظر بگیره!

۴ تصلب شرایین زمانی روی می‌دهد که در دیوارهٔ سرخرگ‌های تاجی، موادی (مخصوصاً لیپیدها) رسوب پیدا کرده و **دیوارهٔ 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 سکته کرده لزوماً تصلب شرایین ندارد و ممکن است دلیل سکتهٔ وی فقط بسته شدن سرخرگ تاجی با لخته باشد.

۵ در سکته قلبی به دلیل مرگ یاخته‌های ماهیچه‌ای قلب قدرت انقباضی قلب کم می‌شود ← حجم ضربه‌ای کاهش می‌یابد ← برون‌ده قلبی کاهش می‌یابد.

در سکتهٔ قلبی همهٔ یاخته‌های قلبی نمی‌میرند؛ بلکه فقط بخشی از یاخته‌های قلبی می‌میرند.

بسته بودن رگ‌های تاجی و تصلب شرایین لزوماً باعث سکته نمی‌شوند.

زمانی که اکسیژن به یاخته‌های ماهیچهٔ قلبی نمی‌رسد، فرایندهای هوازی تنفس یاخته‌ای مانند «اکسایش پیرووات»، «چرخهٔ کربس» و «زنجیرهٔ 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 ماهیچهٔ قلب می‌میرند. (دوازدهم – فصل ۵)

در سکته قلبی به دلیل کاهش برون‌ده قلبی، گردش خون عمومی و شششی 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 ماهیچهٔ قلب (در لایهٔ برون‌شامه) بافت چربی وجود دارد و رگ‌های تاجی درون این بافت چربی و روی ماهیچهٔ قلب قرار می‌گیرند و انشعاباتی 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 ابتدایی آن جدا شده و در شیار بین‌بطنی قرار می‌گیرد تا خون‌رسانی بیشتر قسمت‌های جلویی قلب را انجام دهد. ۳- دومین شاخهٔ سرخرگ کرونری چپ در قسمت کناری بطن چپ قرار می‌گیرد و خون‌رسانی این قسمت را انجام می‌دهد. ۴- سومین شاخهٔ 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.

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 شاخهٔ 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 نحوهٔ 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 برعهدهٔ سرخرگ تاجی راست و خون‌رسانی کنار چپ قلب برعهدهٔ سرخرگ تاجی سمت چپ است.

۳- قسمت زیرین قلب: به دلیل نحوهٔ 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.

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 شبکهٔ هادی و انقباض قلب دارد؟ به طور کلی بسته شدن سرخرگ‌های اکلیلی می‌تواند موجب سکتهٔ 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 ـ دهلیزی، گره دهلیزی ـ بطنی، تارهای بین‌گرهی و دسته‌تار بطنی راست وجود دارد. در این شرایط به دلیل اختلال در گره سینوسی ـ دهلیزی، تولید خودبه‌خودی پیام انقباض قلب دچار اختلال شده و انقباض همهٔ حفرات قلب تحت تاثیر قرار می‌گیرد. در صورت بسته شدن سرخرگ تاجی چپ، امکان اختلال در دسته‌تار دهلیز چپ و مهم‌تر از آن دسته‌تار بین بطنی وجود دارد. بنابراین انقباض دهلیز چپ و دو بطن دچار اختلال می‌شود.

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

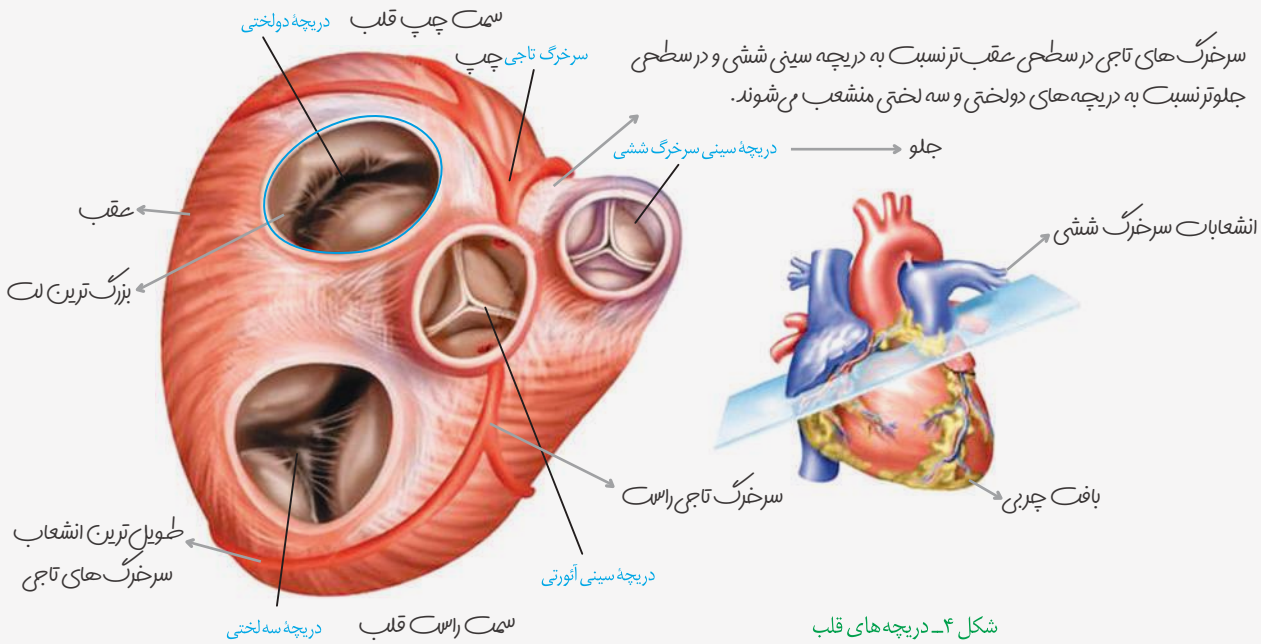
دریچه‌های قلب

وجود دریچه‌ها در هر بخشی از دستگاه گردش مواد باعث یک طرفه شدن جریان خون در آن قسمت می‌شود. درساختار 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 خاصّ 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. دریچهٔ بین دهلیز و بطن چپ را **دریچهٔ دولختی** می‌گویند، زیرا از دو قطعهٔ آویخته تشکیل شده است. بین دهلیز و بطن راست، دریچهٔ **سه‌لختی** قرار دارد. در ابتدای سرخرگ‌های خروجی از بطن‌ها، **دریچه‌های سینی** قرار دارند که از بازگشت خون به بطن‌ها جلوگیری می‌کنند (شکل ۴).

(نه ورودی)

سرخرگ‌های تاجی در سطح عقب‌تر نسبت به دریچه سینی ششی و در سطح جلوتر نسبت به دریچه‌های دولختی و سه لختی منشعب می‌شوند.



شکل ۴ـ دریچه‌های قلب

موشکافی متن:

۱ منشأ بافت پوششی دریچه‌ها از لایهٔ درون‌شامهٔ قلب است. دقت کنید که بافت پوششی در محل دریچه‌ها چین‌خورده 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 یک‌طرفه 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، اجازهٔ بازگشت مواد را به هیچ موجه نمی‌دهند؛ برخلاف بندارهها که در شرایطی مانند استفراغ از بازگشت مواد جلوگیری نمی‌کنند. (دهم - فصل ۲)

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

۱- هر ساختار یک‌طرفه‌کنندهٔ مواد در دستگاه گردش مواد: دریچه‌های قلبی (دهلیزی‌بطنی‌ها و سینی‌ها) + دریچهٔ موجود در رگ‌های لنفی + دریچه‌های لانه‌کبوتری (در دست‌ها و پاها) + بندارهٔ مویرگی

۲- هر ساختار یک‌طرفه‌کنندهٔ جریان خون: دریچه‌های قلبی (دهلیزی‌بطنی‌ها و سینی‌ها) + دریچه‌های لانه‌کبوتری (در دست‌ها و پاها) + بندارهٔ 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.

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- زمانی‌که «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 درحال انقباض هستند، «فشار قبل از دریچه‌های دولختی و سه‌لختی < فشار بعد دریچه‌های دولختی و سه‌لختی» دریچه‌های دولختی و سه‌لختی بسته‌اند.

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

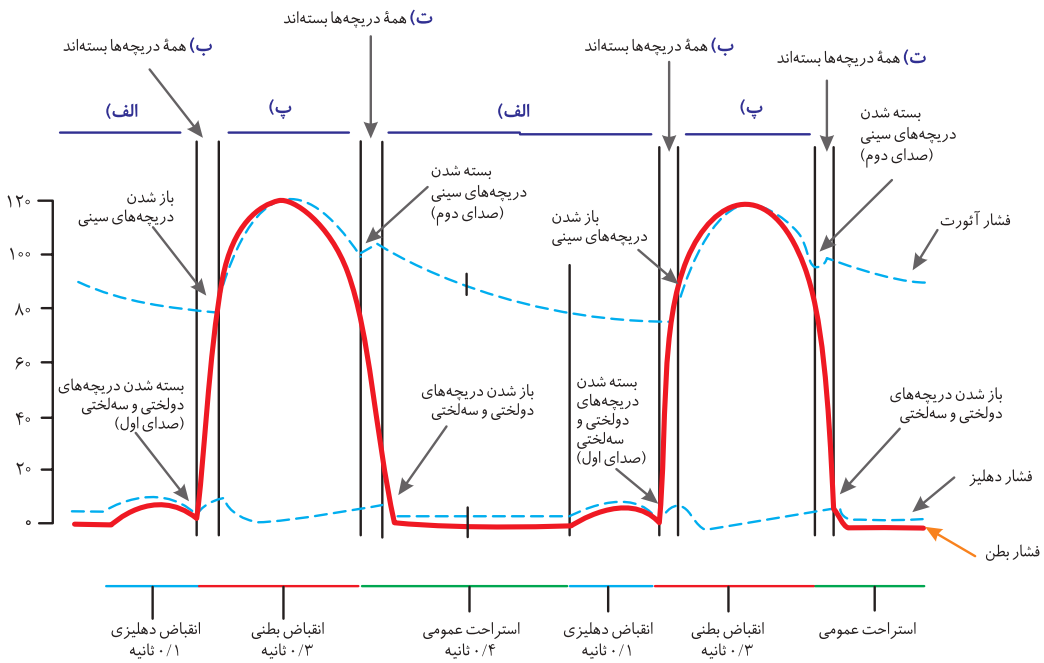
۱- تحت تأثیر فشار خون، باز و بسته می‌شوند. بنابراین برای باز یا بسته شدن ATP مصرف نمی‌کنند.

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

۳- امکان جریان یک طرفهٔ 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 چرخهٔ ضربان قلب دارد که در انتهای گفتار ۱ به طور مفصل دربارهٔ آن صحبت می‌کنیم. در اینجا فقط می‌خواهیم طبق مطالب کتاب درسی و با توجه به نموداری که از کتاب فیزیولوژی گایتون آوردیم، نحوهٔ باز یا بسته شدن دریچه‌ها را بررسی کنیم. *بهترین الان زمان باز و بسته بودن دریچه‌های قلبی رو خوب یاد بگیری تا توی حل کردن سؤالات مربوط به چرخهٔ ضربان قلب به مشکل نخوری!* به طور کلی بدانید که فشار خون درون یک حفرهٔ 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.



الف) در زمان استراحت عمومی و انقباض دهلیزها، بطن‌ها منقبض نیستند و «فشار سرخرگ > فشار دهلیز > فشار بطن» ← دریچه‌های دولختی و سه‌لختی باز و دریچه‌های 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 دریچه‌های دولختی و سه‌لختی بسته می‌شوند. ← در این زمان همهٔ دریچه‌ها به طور همزمان بسته‌اند.

پ) کمی بعد از زمان «ب» فشار بطن از سرخرگ هم بیشتر می‌شود «فشار بطن > فشار سرخرگ > فشار دهلیز» و دریچه‌های سینی باز می‌شوند. این موضوع تا شروع استراحت بطن‌ها ادامه می‌یابد. ← دریچه‌های دولختی و سه‌لختی بسته و دریچه‌های 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 پرشده‌اند 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 دریچه‌های سینی بسته می‌شوند. ← برای مدت کوتاهی در شروع استراحت عمومی (همانند ابتدای انقباض بطنی)، همهٔ دریچه‌ها 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» ← دریچه‌های دولختی و سه‌لختی باز و دریچه‌های سینی بسته‌اند.

دریچه‌های سینی فقط در مرحلهٔ انقباض بطنی باز هستند. دریچه‌های 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 نشان‌دهندهٔ بطن‌ها و دریچه‌های قلبی است. از آن‌جایی که در این تصویر دریچه‌های دولختی و سه‌لختی باز و دریچه‌های سینی بسته هستند؛ پس بطن‌ها در حالت استراحت قرار دارند.

۲. دریچه‌های قلبی شامل دریچه‌های بین دهلیز و بطن (دولختی و سه‌لختی) و دریچه‌های ابتدای سرخرگ‌های خروجی از قلب (دریچهٔ سینی سرخرگ ششی و دریچهٔ سینی آئورتی) هستند.

دریچهٔ سینی ششی بالاتر است یا سینی آئورتی؟ همان‌طور که در شکل کتاب نیز مشخص است، قلب به صورت مایل قرار گرفته است. و طبیعتاً دریچه‌های سمت چپ قلب باید در سطح بالاتری از دریچه‌های مجاور خود قرار بگیرند. این موضوع باعث می‌شود تا دریچهٔ دولختی بالاتر از دریچهٔ سه‌لختی قرار گیرد. اما در مورد دریچه‌های 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، دریچه سینی ششی بالاتر است. با این که براساس نحوهٔ قرارگیری قلب باید دریچهٔ سینی آئورتی بالاتر قرار گیرد، اما در واقعیت این‌گونه نیست و طبق شکل‌های رفرنس از جمله آناتومی گری، دریچهٔ سینی ششی، کمی بالاتر از سینی آئورتی است. به طور کلی ترتیب دریچه‌ها از بالا به پایین (همانند ترتیب دریچه‌ها از جلو به عقب) به این صورت است: دریچهٔ سینی ششی - دریچهٔ سینی آئورتی - دریچهٔ دولختی - دریچهٔ سه‌لختی

۳. دریچه‌ها به ترتیب اندازه: دریچهٔ سه‌لختی > دریچهٔ دولختی > دریچهٔ سینی آئورتی > دریچهٔ سینی سرخرگ ششی

۴. دریچهٔ دولختی: ۱- بین دهلیز چپ و بطن چپ است و از بازگشت خون به دهلیز چپ جلوگیری می‌کند. ۲- مقطع بیضی دارد ۳-کم‌قطعه‌ترین دریچهٔ قلبی است و از دو قطعهٔ آویخته تشکیل شده است.

۵. دریچهٔ سه‌لختی: ۱- بین دهلیز راست و بطن راست است و از بازگشت خون به دهلیز راست جلوگیری می‌کند. ۲- بزرگ‌ترین، عقبی‌ترین، پایین‌ترین دریچهٔ قلب است. ۳- مقطع مثلثی‌شکل دارد. ۴- از سه قطعهٔ آویخته تشکیل شده است.

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

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

۸. سرخرگ‌های تاجی از مجاورت لت‌های دریچهٔ 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 دریچه سینی آئورتی قرار دارد.

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

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

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

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

۱۴. *این مطلب کمی فراتر از حد کنکوره ولی بد نیست بدونی که* در حالتی که دریچه‌های 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 دریچه‌های 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.

هر دریچهٔ قلبی در انسان که .....

۱. کم‌ترین فاصله را از گره دهلیزی-بطنی دارد ← دریچهٔ سه‌لختی
۲. زودتر از سایر دریچه‌ها در تماس با خون روشن سیاهرگی (خون برگشتی از شش‌ها) قرار می‌گیرد ← دریچهٔ دولختی
۳. زودتر از سایر دریچه‌ها در تماس با خون برگشتی از سیاهرگ باب (اندام‌های شکمی) قرار می‌گیرد ← دریچهٔ 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
۷. فاقد قطعات آویخته است ← دریچه‌های سینی ششی و آئورتی
۸. خون عبوری از آن روشن است ← دریچهٔ دولختی و سینی آئورتی
۹. خون عبوری از آن تیره است ← دریچهٔ سه‌لختی و سینی ششی
۱۰. با انقباض بطن‌ها به سمت بالا می‌رود ← همهٔ 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

صداهای قلب

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

صدای اوّل (پوم) قوی، گنگ و طولانی‌تر است و به بسته‌شدن دریچه‌های دولختی و سه‌لختی هنگام شروع انقباض بطن‌ها مربوط است.[۱] **صدای دوم (تاک)** واضح و کوتاه‌تر و مربوط به بسته‌شدن دریچه‌های سینی ابتدای سرخرگ‌ها و همراه با شروع استراحت بطن است.[۲] 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، بزرگ‌شدن قلب یا نقایص مادرزادی مثل کامل نشدن دیوارهٔ میانی حفره‌های قلب،[۳] ممکن است صداهای غیرعادی شنیده شود.[۴]

(نه همه)

(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 پیش از آن	امکان خروج خون از دهلیزها پیش از آن	امکان ورود خون به بطن‌ها پیش از آن	امکان خروج خون از بطن‌ها پس از آن
صدای اول قلبی	بسته شدن دریچه‌های دولختی و سه‌لختی	پوم، قوی، گنگ و طولانی‌تر	همه بسته	ابتدای انقباض بطنی	QRS	بله	بله	بله	کمی پس از آن بله
صدای دوم قلبی	بسته شدن دریچه‌های سینی	تاک، ضعیف‌تر، واضح و کوتاه‌تر	همه بسته	ابتدای استراحت عمومی	T	بله	خیر	خیر	خیر

موشکافی متن:

۱ در **شروع انقباض بطنی** فشار بطن درحال 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 کیسه‌ای‌شکل دارند از خون پر شده و بسته می‌شوند. با بسته‌شدن دریچه‌های سینی، **صدای دوم قلبی** شنیده می‌شود.

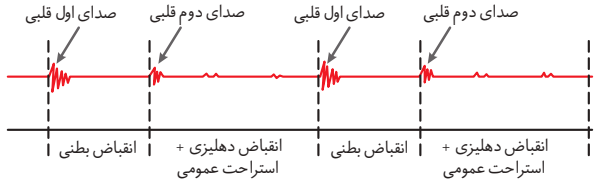
به طور کلی در شروع استراحت بطنی دو اتفاق باعث می‌شود فشار سرخرگ از فشار بطن بیشتر شود: ۱- کاهش فشار بطنی ۲- افزایش فشار سرخرگ به جمع شدن دیوارهٔ سرخرگ که عامل مهم‌تری است.

انقباض بطن‌ها موجب تغییر وضعیت (باز یا بسته شدن) همهٔ 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 همهٔ دریچه‌ها بسته‌اند) ← باز شدن دریچه‌های سینی ← بسته شدن دریچه‌های سینی (صدای دوم) در شروع استراحت بطن‌ها (در این زمان همهٔ 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 ۰/۸ ثانیه در نظر بگیریم که استراحت عمومی ۰/۴ ثانیه، انقباض دهلیزی ۰/۱ ثانیه و انقباض بطنی ۰/۳ ثانیه طول بکشد، فواصل بین صداهای قلبی این‌گونه می‌شود:



۱- فاصلهٔ صدای اول چرخهٔ ضربان قلب تا صدای اول چرخهٔ ضربان قلب بعدی یا فاصلهٔ صدای دوم تا صدای دوم چرخهٔ ضربان قلب بعدی برابر با یک دورهٔ چرخهٔ ضربان قلب است. (حدود ۰/۸ ثانیه)

۲- صدای اول در هنگام شروع مرحلهٔ انقباض بطنی و صدای دوم در هنگام پایان مرحلهٔ انقباض بطنی شنیده می‌شود، بنابراین فاصلهٔ صدای اول تا صدای دوم برابر با طول مرحلهٔ انقباض بطنی است. (حدود ۰/۳ ثانیه)

۳- فاصلهٔ صدای دوم تا صدای اول بعدی برابر با مجموع طول مراحل استراحت عمومی و انقباض دهلیزی است. (حدود ۰/۵ ثانیه)

۴- دریچه‌های دولختی و سه‌لختی همزمان با شروع انقباض بطنی بسته می‌شوند و صدای اول قلبی را ایجاد می‌کنند. این دریچه‌ها مدت کوتاهی پس از شروع استراحت عمومی باز می‌شوند. بنابراین نتیجه می‌گیریم فاصلهٔ بین بسته شدن دریچه‌های دولختی و سه‌لختی (صدای اول قلبی) تا باز شدن این دریچه‌ها کمی بیشتر از ۰/۳ ثانیه است. فاصلهٔ بین باز شدن دریچه‌های دولختی و سه‌لختی تا بسته شدن مجدد آن‌ها کمی کمتر از ۰/۵ ثانیه است.

۵- دریچه‌های سینی کمی پس از شروع انقباض بطنی باز شده و همزمان با پایان انقباض بطنی بسته می‌شوند و صدای دوم قلبی را ایجاد می‌کنند. بنابراین فاصلهٔ باز شدن دریچه‌های سینی تا بسته شدن آن‌ها (صدای دوم) کمی کمتر از ۰/۳ ثانیه و فاصلهٔ بسته شدن دریچه‌های سینی تا باز شدن مجدد آن‌ها کمی بیشتر از ۰/۵ ثانیه است.

۳ کامل نشدن دیواره میانی حفره‌های قلب باعث مخلوط شدن خون روشن و تیره می‌شود. اگر دیواره بین دهلیزها کامل نشده باشد، خون نیمه روشن در دهلیزها و بطن‌ها دیده می‌شود. اما در صورتی که دیواره بین بطن‌ها کامل نباشد، خون نیمه‌روشن فقط در بطن‌ها دیده می‌شود.

در صورت مخلوط شدن خون تیره و روشن، اکسیژن‌رسانی به بافت‌ها کاهش یافته و در نتیجه ترشح هورمون اریتروپویتین از کبد و کلیه افزایش می‌یابد. در نتیجه تولید گویچه‌های قرمز افزایش یافته و هماتوکریت و غلظت خون نیز افزایش می‌یابد.

در گفتار ۴ می‌خوانید در دوزیستان و بعضی خزندگان، خون تیره و روشن با هم مخلوط می‌شود.

۴ صداهای پوم و تاک، تنها صداهای شنیده شده از قلب هر فردی نیستند و صداهای غیرطبیعی نیز ممکن است شنیده شوند (به دلایل بیماری‌های مختلف).

فعّالیت ۱

تشریح قلب گوسفند

وسایل و مواد لازم: قلب سالم گوسفند، تشتک تشریح، قیچی، گُمانه (سُوند) شیاردار

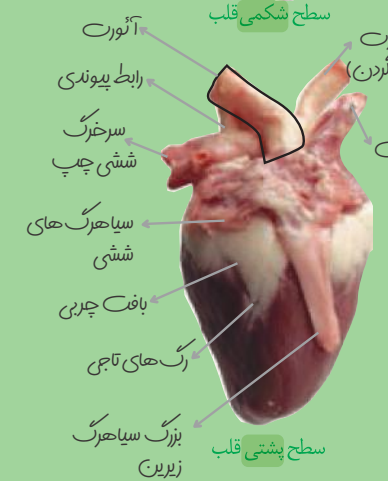
الف) مشاهدهٔ شکل ظاهری: سطح پشتی، شکمی، چپ و راست قلب را مشخص کنید. ۱

ضخامت دیوارهٔ قلب در بطن‌ها را با هم مقایسه کنید. چرا بطن چپ، دیوارهٔ قطورتری دارد؟

ـ رگ‌های تاجی را مشاهده و آن‌ها را در جلو و عقب قلب، مقایسه کنید. ۲

ـ در بالای قلب، سرخرگ‌ها و سیاهرگ‌ها قابل مشاهده‌اند. دیوارهٔ سرخرگ‌ها و سیاهرگ‌ها را با هم مقایسه کنید. ۳

ـ با واردکردن گُمانه یا مداد به داخل رگ‌ها و اینکه به کجا می‌روند، می‌توان آن‌ها را از یکدیگر تمیز داد.



ب) مشاهدهٔ بخش‌های درونی قلب

ـ گُمانه را از دهانهٔ سرخرگ ششی به بطن راست وارد کنید. دیوارهٔ سرخرگ و بطن را در امتداد گُمانه، با قیچی ببرید. با بازکردن آن، دریچهٔ سینی، سه‌لختی، برآمدگی‌های ماهیچه‌ای و طناب‌های ارتجاعی را می‌توان دید.

ـ به همین روش، سرخرگ آئورت و بطن چپ را شکاف دهید و جزئیات بطن چپ را مشاهده کنید.

ـ در ابتدای سرخرگ آئورت، بالای دریچهٔ سینی، می‌توانید دو ورودی سرخرگ‌های تاجی را ببینید.

ـ با عبور دادن گُمانه از میان دریچه‌های دولختی و سه‌لختی به سمت بالا و بریدن دیواره در مسیر گُمانه، می‌توانید دیوارهٔ داخلی دهلیزها و سیاهرگ‌های متصل به آن‌ها را بهتر ببینید.

به دهلیز چپ، چهار سیاهرگ ششی و به دهلیز راست، سیاهرگ‌های زبرین، زیرین و سیاهرگ تاجی وارد می‌شود. اگر رگ‌های قلب از ته بریده نشده باشد، با گُمانه به راحتی می‌توان آن‌ها را تشخیص داد.

موشکافی متن:

فعالیت ۱

۱ برای مشخص کردن سمت چپ و راست قلب چند راه وجود دارد:

۱- پس از مشخص کردن سطح شکمی و پشتی قلب، سطح شکمی را در جلو قرار دهیم، در این صورت سمت راست قلب در سمت راست قرار می‌گیرد. نحوهٔ تشخیص سطح پشتی و شکمی رو توی موشکافی شکل گفتم!

۲- سمت چپ قلب دیوارهٔ قطورتری دارد. بطن چپ خون را به درون گردش عمومی پمپ می‌کند و از این رو به نیروی بیشتری نیاز دارد. برای همین هم دیوارهٔ قطورتری دارد.

۳- در صورتی که رگ‌ها مشخص باشند با وارد کردن سوند یا مداد به آن‌ها می‌توان سمت راست و چپ قلب را تشخیص دارد. سرخرگ آئورت با بطن چپ، سرخرگ ششی با بطن راست، سیاهرگ‌های ششی با دهلیز چپ و بزرگ‌سیاهرگ زیرین و بزرگ‌سیاهرگ زبرین با دهلیز راست ارتباط دارند.

۴- از روی تعداد رگ‌های واردکننده خون به حفرات دهلیزها می‌توان سمت راست و چپ قلب را تشخیص داد.به دهلیز چپ چهار سیاهرگ و به دهلیز راست سه سیاهرگ وارد می‌شوند.

۲ رگ‌های تاجی در سطح جلویی قلب حالت مورب و در سطح پشتی قلب حالت عمودی دارند.

۳ دیوارهٔ سرخرگ‌ها و سیاهرگ‌ها دو تفاوت مهم باهم دارند:

۱- سرخرگ‌ها دیوارهٔ ضخیم‌تر و مستحکم‌تری دارند؛ به طوری که حتی در نبود خون هم باز هستند. اما دیوارهٔ سیاهرگ‌ها در صورت فقدان خون، روی هم می‌خوابد. ۲- دیوارهٔ سرخرگ‌ها خاصیت ارتجاعی بیشتری دارد، به طوری که اگر سرخرگ را فشرده کنیم به حالت اولیهٔ خود باز می‌گردد؛ اما این موضوع در ارتباط با سیاهرگ‌ها صادق نیست.

موشکافی شکل قلب گوسفند (فعالیت کتاب درسی):

۱. رگ‌ها و چربی دور قلب نسبت به ماهیچه قلبی رنگ روشن‌تری دارند.

۲. رگ‌های متصل به قلب پس از خروج از حفرات قلبی به سمت عقب بدن متمایل می‌شوند.

۳. سطح پشتی قلب گوسفند در مقایسه با سطح جلویی آن باریک‌تر است.

۴. از آئورت گوسفند فقط یک انشعاب برای خون‌رسانی به سر و گردن جدا می‌شود. (برخلاف انسان که سه انشعاب جدا می‌شود.)

۵. در قلب گوسفند مثل قلب انسان آئورت و سرخرگ ششی به وسیله نوعی رابط توپر به هم متصل می‌شوند.

یادگیری نکات سطح پشتی و شکمی قلب گوسفند ممکنه خیلی سخت به نظر برسه! اما اونقدرا هم سخت نیست. فقط کافیه جدول زیر رو بخونی تا تمام نکات شکل رو تو یه چشم به هم زدن یاد بگیری.

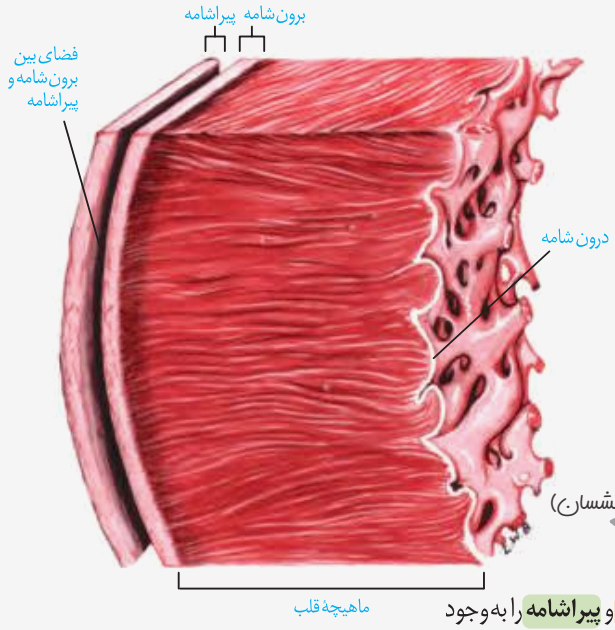
سطح شکمی	سطح پشتی
۱- برآمده است.	۱- مسطح است.
۲- رگ‌های تاجی حالت مورب دارند.	۲- رگ‌های تاجی حالت صاف و عمودی دارند.
۳- سرخرگ‌ها بیشتر از سیاهرگ‌ها دیده می‌شوند.	۳- سیاهرگ‌ها بیشتر از سرخرگ‌ها دیده می‌شوند.
۴- دهلیز چپ بیشتر از دهلیز راست دیده می‌شود.	۴- دهلیز راست بیشتر از دهلیز چپ دیده می‌شود.
۵- سیاهرگ‌های بزرگ در تماس با این سطح قرار ندارند.	۵- بزرگ‌سیاهرگ زیرین و سیاهرگ‌های ششی در تماس با این سطح قلب قرار می‌گیرند.
۶- بافت چربی مشاهده می‌شود. (بیشتر در قسمت بالایی)	۶- بافت چربی مشاهده می‌شود. (بیشتر در قسمت بالایی)

ساختار بافتی قلب

قلب اندامی ماهیچه‌ای است و دیواره آن سه‌لایه دارد (شکل ۵). داخلی‌ترین لایه آن **درون شامه** و شامل یک لایه نازک بافت پوششی است که زیر آن، بافت پیوندی وجود دارد.[۱] این بافت درون شامه را به لایه میانی یا ماهیچه‌ای قلب می‌چسباند.[۲] درون‌شامه در تشکیل دریچه‌های قلب نیز شرکت می‌کند.

لایه میانی ضخیم‌ترین لایه قلب است که **ماهیچهٔ قلب** نیز نامیده می‌شود.[۳] این لایه بیشتر از یاخته‌های ماهیچه‌ای قلبی تشکیل شده است. بین این یاخته‌ها، بافت پیوندی متراکم نیز قرار دارد. بسیاری از یاخته‌های ماهیچه‌ای قلب به رشته‌های کلاژن (نه‌لشسان) موجود در این بافت پیوندی متصل هستند.[۴] بافت پیوندی متراکم باعث استحکام دریچه‌های قلبی می‌شود.[۵]

بیرونی‌ترین لایهٔ دیوارهٔ قلب **برون‌شامه** است. این لایه روی خود برمی‌گردد و **پیراشامه** را به‌وجود می‌آورد.[۶] برون‌شامه و پیراشامه از بافت پوششی سنگ‌فرشی و بافت پیوندی متراکم تشکیل شده‌اند. بین برون‌شامه و پیراشامه فضایی وجود دارد که با مایع پر شده است. این مایع ضمن محافظت از قلب، به حرکت روان آن کمک می‌کند.[۷]



شکل ۵ـ ساختار بافتی قلب

موشکافی متن:

۱ آیا درون‌شامه به جز بافت پوششی، بافت دیگری نیز دارد؟ طبق کتاب بافت‌شناسی جانکوئیرا درون‌شامه به جز بافت پوششی، بخش‌های دیگری از جمله بافت پیوندی سست نیز دارد. اما متن کتاب درسی درون‌شامه را فقط شامل یک لایه بافت پوششی می‌داند و بافت پیوندی را جزء درون‌شامه در نظر نگرفته است. همچنین نظر طراحان کنکور از گذشته، این بوده است که درون‌شامه فقط از بافت پوششی ساخته شده است.

جنس بافت پوششی درون‌شامه، سنگ‌فرشی یک‌لایه‌ای است. در بافت پوششی سنگ‌فرشی، یاخته‌ها حالت کشیده داشته و هسته‌ای کشیده در مرکز خود دارند. فضای بین‌یاخته‌ای اندک است و یاخته‌ها از قسمت زیرین خود با غشای پایه تماس دارند. غشای پایه از رشته‌های پروتئینی و گلیکوپروتئینی (قند + پروتئین) ساخته شده است و بافت پوششی را به بافت‌های زیرین وصل می‌کند. بخش‌هایی از دیوارهٔ قلب که بافت پوششی دارند (درون‌شامه، برون‌شامه، پیراشامه) غشای پایه هم دارند. از آن‌جایی که مبحث ساختار بافتی قلب مبحث مهمیه و حتی توی کنکور سوال داشته پیشنهاد میکنم قبل از خوندن این مبحث بری و ویژگی‌های بافت پوششی سنگ‌فرشی یک‌لایه، بافت پیوندی متراکم و بافت‌های ماهیچه‌ای رو از فصل ۱ بخونی! (دهم – فصل ۱)

۲ با توجه به وجود بافت پیوندی، لایهٔ ماهیچه‌ای قلب مستقیماً با بافت پوششی درون‌شامه تماسی ندارد.

۳ لایهٔ میانی قلب همان ماهیچهٔ قلب است که از قسمت داخلی خود در مجاورت درون‌شامه و از قسمت خارجی خود در مجاورت برون‌شامه قرار دارد. دقت داشته باشید که عبارت «ماهیچهٔ قلب» با «ماهیچهٔ قلبی» متفاوت است. طبق کتاب درسی، منظور از «ماهیچهٔ قلب»، قسمت میانی قلب است که از ماهیچهٔ قلبی و بافت پیوندی متراکم ساخته شده است.

۴ بافت پیوندی موجود در قلب چند کار مهم انجام می‌دهد: ۱- اتصال بافت پوششی درون‌شامه به لایهٔ ماهیچه‌ای ۲- استحکام دریچه‌ها ۳- ایجاد محیطی برای اتصال یاخته‌های قلبی ۴- عایق کردن محل اتصال دهلیزها به بطن‌ها

بافت پیوندی متراکم از یاخته‌های بیضی‌شکل (دوکی‌شکل)، مادهٔ زمینه‌ای اندک و رشته‌های کلاژن زیاد تشکیل شده است. (دهم – فصل ۱)

۵ با توجه به کتاب درسی، منشأ بافت پیوندی متراکم از لایهٔ میانی قلب است. بنابراین در ساختار دریچه‌های قلبی، درون‌شامه و لایهٔ میانی نقش دارند.

۶ طبق کتاب درسی، برون‌شامه روی خود برمی‌گردد و پیراشامه را ایجاد می‌کند. اما خب این یعنی چی؟ فرض کنید بادکنکی که کمی باد دارد در اختیار دارید. حالا مشت خود را طوری روی آن قرار دهید که بادکنک دور مشت شما را احاطه کند. در این صورت لایه‌ای از بادکنک که در تماس با مشت شما قرار دارد، برون‌شامه و لایه‌ای از بادکنک که در تماس با مشت شما نیست، پیراشامه است. فضای بین دو لایهٔ بادکنک نیز همان بخشی است که مایع محافظت‌کننده از قلب قرار می‌گیرد.

برون‌شامه و پیراشامه علاوه بر بافت پوششی سنگفرشی و بافت پیوندی متراکم، بافت پیوندی چربی نیز در ساختار خود دارند.

پردهٔ جنب همانند برون‌شامهٔ قلب: ۱- از اندامی درون قفسهٔ سینه حفاظت می‌کند. ۲- با مایعی در تماس است. (دهم - فصل ۳)

۷ نقش‌های مایع بین برون‌شامه و پیراشامه: ۱- محافظت از قلب: وجود مایع باعث می‌شود تا در صورت وارد شدن فشار به قفسهٔ سینه، این فشار بین نقاط مختلف پخش شود و فشار زیادی به یک نقطهٔ خاص از قلب وارد نشود. ۲- کمک به حرکت روان قلب: وجود مایع اصطکاک را کاهش داده و به قلب این اجازه را می‌دهد تا به راحتی منقبض و منبسط شود.

بافت پوششی سطح حفرات بدن را می‌پوشاند. بنابراین می‌توان گفت مایع بین پیراشامه و برون‌شامه با بافت پوششی سنگ‌فرشی این لایه‌ها تماس دارد. (در واقع بد نیست بدانید این مایع از همان یاخته‌های پوششی ترشح می‌شود.) (دهم ـ فصل ۱)

مایع مغزی - نخاعی همانند مایع بین پیراشامه و برون‌شامه در حفاظت از اندام‌های حیاتی بدن نقش دارد. (یازدهم - فصل ۱)

در ارتباط با ساختار بافتی قلب، نوع بافت‌های لایه‌ها، موقعیت لایه‌ها و ضخامت آن‌ها اهمیت زیادی دارد. این موارد رو در موشکافی و جدول بعدش به‌طور کامل بررسی می‌کنیم.

موشکافی شکل ۵:

۱. لایهٔ درونی قلب، نازک‌ترین و داخلی‌ترین لایهٔ دیوارهٔ قلب است و در تماس با خون درون حفرات قلب قرار می‌گیرد.
۲. لایهٔ میانی قلب بخش ماهیچه‌ای و ضخیم‌ترین لایهٔ دیوارهٔ قلب است. این لایه توسط بافت پیوندی به بافت پوششی درون‌شامه متصل می‌شود.
۳. یاخته‌های ماهیچه‌ای قلبی غالباً به صورت عرضی در عرض دیوارهٔ قلب دیده می‌شوند.
۴. رشته‌های کلاژن لایهٔ ماهیچه‌ای لزوماً موازی نیستند!
۵. برون‌شامه از سمت درونی خود با لایهٔ ماهیچه‌ای و از سمت بیرونی خود با مایع بین برون‌شامه و پیراشامه در تماس است. پیراشامه با درون‌شامه و مایع تماس دارد اما در تماس با لایهٔ ماهیچه‌ای قلب قرار نمی‌گیرد.
۶. پیراشامه در سطح خارجی‌تری نسبت به برون‌شامه قرار می‌گیرد. در نتیجه پیراشامه فاصلهٔ بیشتری نسبت به سطح درونی قلب دارد.
۷. ترتیب بخش‌های مختلف از داخل به خارج: درون‌شامه - لایهٔ ماهیچه‌ای - برون‌شامه - مایع - پیراشامه
۸. ترتیب بخش‌های مختلف به ترتیب ضخامت: لایهٔ ماهیچه‌ای > پیراشامه > برون‌شامه > درون‌شامه
۹. سطح درونی قلب به دلیل برآمدگی‌های لایهٔ ماهیچه‌ای، چین‌خورده به نظر می‌رسد و صاف نیست. به همین دلیل هم ضخامت لایه ماهیچه‌ای متغیر است. در حالی که ضخامت درون‌شامه، برون‌شامه و پیراشامه تقریباً ثابت است.

با توجه به شکل ۳ همین فصل، جایگاه رگ‌های کرونری و بافت چربی، برون‌شامه است.

بخش	امکان مشاهدهٔ یاختهٔ پوششی سنگفرشی در این بخش	بافت پیوندی	بافت ماهیچه‌ای قلبی	بافت ماهیچه‌ای صاف رگ خونی	امکان مشاهدهٔ یاختهٔ عصبی
درون‌شامه	✓	✓	×	×	×
لایهٔ ماهیچه‌ای	✓ (یاخته‌های پوششی رگ‌های خونی)	(متراکم)	✓	✓	✓
برون‌شامه	✓	(متراکم + چربی)	×	✓	✓
پیراشامه	✓	(متراکم + چربی)	×	✓	✓

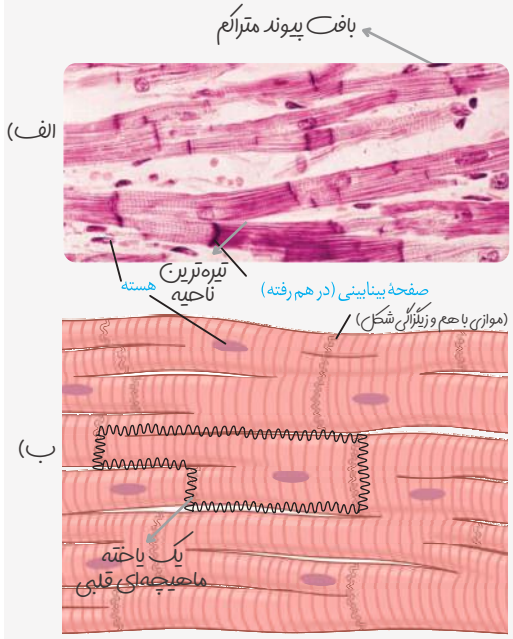
بخشی از ساختار بافتی قلب که .....

۱. با بافتی دارای رشته‌های کلاژن در تماس است ← همهٔ لایه‌ها
۲. یاخته‌هایی با بیش از یک هسته دارد ← لایهٔ ماهیچه‌ای
۳. با مایع در تماس است ← درون‌شامه، برون‌شامه، پیراشامه
۴. در ایجاد دریچه‌های قلبی مؤثر است ← درون‌شامه، لایهٔ ماهیچه‌ای
۵. درون بافت چربی خود رگ‌های تاجی را جای داده است ← برون‌شامه
۶. با پردهٔ جنب شش‌ها، تیموس و میان‌بند تماس دارد ← پیراشامه
۷. دارای صفحات بینابینی است ← لایهٔ ماهیچه‌ای
۸. سبب عملکرد قلب به‌صورت یک تودهٔ یاخته‌ای واحد می‌شود ← لایهٔ میانی

ساختار ماهیچهٔ قلب

ماهیچهٔ قلبی، ترکیبی از ویژگی‌های ماهیچهٔ اسکلتی و صاف دارد. همانند ماهیچهٔ اسکلتی، دارای ظاهری مخطط است. از طرف دیگر همانند یاخته‌های ماهیچهٔ صاف، به‌طور غیرارادی منقبض می‌شوند. یاخته‌های آن بیشتر یک‌هسته‌ای و بعضی دوهسته‌ای‌اند. یکی از ویژگی‌های یاخته‌های ماهیچه‌ای قلب ارتباط آنها از طریق **صفحات بینابینی** (در هم رفته) است. ارتباط یاخته‌ای در این صفحات به‌گونه‌ای است که باعث می‌شود پیام انقباض و استراحت به سرعت بین یاخته‌های ماهیچهٔ قلب منتشر شود[۱] و قلب در انقباض و استراحت[۲] مانند یک تودهٔ یاخته‌ای واحد عمل کند[۳] (شکل ۶). البته در محل ارتباط ماهیچهٔ دهلیزها به ماهیچهٔ بطن‌ها، بافت پیوندی عایقی وجود دارد[۴] که مانع از انقباض هم‌زمان دهلیزها و بطن‌ها می‌شود.[۵]

یاخته‌های دستگاه گردش خون انسان:
- فاقد هسته ← گویچه‌های قرمز
- تک‌هسته‌ای ← بیشتر یاخته‌ها
- دوهسته‌ای ← بعضی یاخته‌های ماهیچه قلبی



شکل ۶ ــ ساختار ماهیچهٔ قلب و ارتباط‌های یاخته‌ای آن

موشکافی متن:

۱ شاید براتون سؤال پیش‌اومده باشه که صفحات بینابینی چگونه باعث افزایش سرعت هدایت پیام الکتریکی می‌شوند؟ اگه خیلی ساده بخوام بگم، پیام‌های الکتریکی در بدن ما به دلیل تغییر میزان یون‌ها در یاخته‌ها ایجاد و هدایت می‌شوند. در صفحات بینابینی غشاهای یاخته‌های مجاور به گونه‌ای در هم فرومی‌روند که محل‌هایی را برای عبور آزادانهٔ یون‌ها فراهم می‌کنند. صفحات بینابینی با انتقال سریع یون‌ها بین یاخته‌های مجاور باعث می‌شوند پیام الکتریکی خیلی سریع‌تر بین یاخته‌های ماهیچهٔ قلبی منتقل شود.

به منظور انتقال پیام الکتریکی بین یاخته‌های عصبی، ناقل عصبی ترشح می‌شوند. پس از اتصال ناقل عصبی به گیرندهٔ خود در غشای یاختهٔ پس‌سیناپسی، نوعی کانال دریچه‌دار باز می‌شود و میزان یون‌ها در دو سوی غشای یاختهٔ عصبی تغییر می‌کند. دقت کنید که در انتقال پیام عصبی بین دو یاختهٔ عصبی، یون‌ها می‌توانند به یاختهٔ دریافت‌کنندهٔ پیام عصبی منتقل شوند، اما منشأ این یون‌ها مایع بین یاخته‌ای است؛ نه یاختهٔ منتقل‌کنندهٔ پیام عصبی! در انتقال پیام الکتریکی بین دو یاختهٔ ماهیچه‌ای، منشأ یون‌های وارد شده، یاختهٔ منتقل‌کنندهٔ پیام است. (یازدهم - فصل ۱)

صفحات بینابینی در ماهیچهٔ صاف و اسکلتی دیده نمی‌شوند. به همین دلیل هم سرعت انتشار پیام انقباض در ماهیچهٔ قلبی همواره از ماهیچه صاف و در بیشتر موارد از ماهیچه اسکلتی بیشتر است.

مقایسه سرعت انقباض ماهیچه‌ها: ماهیچه اسکلتی در انعکاس > ماهیچه قلبی > ماهیچه اسکلتی در حرکات معمول > ماهیچه صاف

صفحات بینابینی فقط مربوط به انقباض نیستند. بلکه هم در انقباض و هم در استراحت ماهیچهٔ قلبی مؤثرند.

همهٔ یاخته‌های لایهٔ میانی قلب صفحهٔ بینابینی ندارند؛ چون در لایهٔ میانی قلب یاخته‌های بافت پیوندی متراکم هم وجود دارند.

صفحات بینابینی نمی‌توانند موجب انقباض همزمان تمام بخش‌های قلب شوند. چون دهلیزها و بطن‌ها همزمان منقبض نمی‌شوند.

۲ در ماهیچهٔ اسکلتی، پیام استراحت وجود ندارد. زمانی که پیام انقباض وجود دارد، ماهیچه منقبض است و زمانی که پیام انقباض از بین می‌رود، ماهیچه به استراحت در می‌آید. اما در ماهیچهٔ قلبی، هم برای انقباض و هم برای استراحت، وجود پیام الکتریکی نیاز است!

۳ در کتاب درسی گفته شده که «قلب در هنگام انقباض و استراحت مانند یک تودهٔ یاخته‌ای واحد عمل می‌کند» و اگر جایی آن را دیدید درست در نظر بگیرید. اما خب زیاد درست نیست و خود کتاب درسی هم در جملهٔ بعدی می‌گوید «دهلیزها و بطن‌ها به صورت همزمان منقبض نمی‌شوند.» در تست‌ها هر دو جمله را صحیح در نظر بگیرید، اما اگر هر دو تا گزینه بود، دومی صحیح‌تره!

۴ بافت پیوندی عایق بین دو دهلیز و بین دو بطن وجود ندارد، بلکه در فاصلهٔ بین دهلیز و بطن است.

۵ آیا صفحات بینابینی در انتقال پیام از دهلیزها به بطن‌ها مؤثر هستند؟ بله! نکته‌ای که باید بهش دقت کنید اینه که یاخته‌های شبکهٔ هادی هم نوعی یاختهٔ ماهیچه‌ای قلبی هستند. پس این یاخته‌ها هم صفحات بینابینی دارند و انتقال پیام از دهلیزها به بطن‌ها نیز با کمک صفحات بینابینی انجام می‌شود.

موشکافی شکل ۶:

۱. قسمت «الف»، ماهیچهٔ قلبی را زیر میکروسکوپ و قسمت«ب» تصویر شماتیک ماهیچهٔ قلبی را نشان می‌دهد. در لایهٔ ماهیچه‌ای قلب، علاوه بر یاخته‌های ماهیچه‌ای، بافت پیوندی متراکم نیز وجود دارد که در تصویر گرفته شده با میکروسکوپ به رنگ سفید دیده می‌شود.

۲. در محل صفحات بینابینی غشای یاخته‌های مجاور در هم فرورفته و شکل زیگزاگ‌مانند ایجاد کرده است.

۳. همانطورکه در تصویر می‌بینید، صفحات فقط در دیوارهٔ عرضی یاختهٔ ماهیچه‌ای قلبی قرار دارند؛ بنابراین نمی‌توان گفت هر یاختهٔ ماهیچهٔ قلبی با همهٔ یاخته‌های مجاور خود دارای صفحهٔ بینابینی است. درواقع ممکن است، دو یاخته ماهیچه قلبی با هم تماس داشته باشند، اما صفحه بینابینی بین آن‌ها نباشد.

۴. در یاخته‌های ماهیچه‌ای قلبی، صفحات بینابینی را می‌توان هم در محل شاخه‌های انشعابی دید و هم در تنه‌های اصلی که منشعب می‌شوند.

۵. یاخته‌های ماهیچهٔ قلبی می‌توانند با بیش از یک یاختهٔ ماهیچهٔ قلبی دیگر از طریق صفحات بینابینی ارتباط داشته باشند. بعضی از یاخته‌های ماهیچهٔ قلبی حتی می‌توانند با بیش از دو یاختهٔ ماهیچهٔ قلبی صفحهٔ بینابینی تشکیل دهند.

۶. بعضی از یاخته‌های ماهیچهٔ قلبی می‌توانند از طریق یک صفحهٔ بینابینی با بیش از یک یاختهٔ دیگر ارتباط داشته باشد. به عبارت دیگر صفحات بینابینی می‌توانند بین بیش از دو یاختهٔ ماهیچهٔ قلبی برقرار شوند.

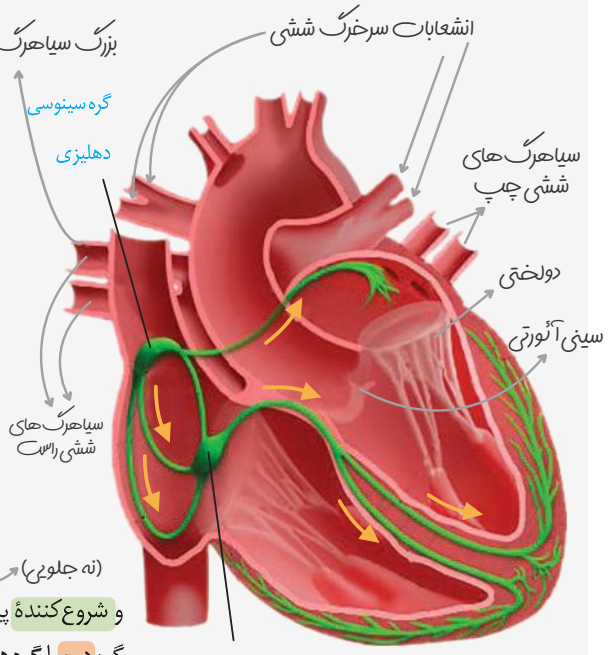
مخطط بودن ماهیچهٔ اسکلتی به دلیل نحوهٔ آرایش رشته‌های اکتین و میوزین است. بهتره بدونید که رشته‌های اکتین و میوزین عامل مخطط دیده شدن ماهیچهٔ قلبی نیز هستند. (یازدهم - فصل ۳)

یاختهٔ ماهیچه‌ای	اسکلتی	صاف	قلبی
شکل یاخته	استوانه‌ای	دوکی	استوانه‌ای
شکل هسته	بیضی	بیضی	بیضی
محل قرارگیری هسته	حاشیهٔ یاخته (نزدیک غشا)	مرکز یاخته	مرکز یاخته
تعداد هسته	چندهسته‌ای	تک‌هسته‌ای	بیشتر تک‌هسته‌ای برخی دوهسته‌ای
مخطط	✓	×	✓
منشعب	×	×	✓
صفحهٔ بینابینی	×	×	✓
توانایی استراحت پیوسته	✓	✓	×
نحوهٔ انقباض	بیشتر ارادی گاهی غیرارادی	غیرارادی	غیرارادی
مدت هر انقباض	کوتاه	طولانی‌تر از قلبی و اسکلتی	کوتاه
اعصاب مرتبط	بخش پیکری دستگاه عصبی	بخش خودمختار دستگاه عصبی	بخش خودمختار دستگاه عصبی

شبکهٔ هادی قلب

بعضی یاخته‌های ماهیچه قلب ویژگی‌هایی دارند که آنها را برای تحریک خودبه‌خودی قلب اختصاصی کرده است. پراکندگی این یاخته‌ها به‌صورت شبکه‌ای از رشته‌ها و گره‌ها در بین سایر یاخته‌هاست که به مجموع آنها **شبکه هادی قلب** می‌گویند. یاخته‌های این شبکه با دیگر یاخته‌های ماهیچه قلبی ارتباط دارند. در این شبکه پیام‌های الکتریکی برای شروع انقباض ماهیچه قلبی ایجاد می‌شوند و به سرعت در همه قلب گسترش می‌یابند.

شبکهٔ هادی قلب شامل دو گره و دسته‌هایی از تارهای تخصص یافته برای ایجاد و هدایت سریع جریان الکتریکی است. گرهٔ اوّل یا **گره سینوسی ـ دهلیزی** در دیوارهٔ پشتی دهلیز راست و زیر منفذ بزرگ سیاهرگ زبرین قرار دارد. این گره بزرگ‌تر و شروع‌کنندهٔ پیام‌های الکتریکی است، به همین دلیل به آن **پیشاهنگ** یا **ضربان‌ساز** می‌گویند. گرهٔ دوم یا **گره دهلیزی ـ بطنی** در دیوارهٔ پشتی دهلیز راست، و در عقب دریچهٔ سه لختی است. ارتباط بین این دو گره از طریق **رشته‌های شبکه هادی** انجام می‌شود که جریان الکتریکی ایجاد شده در گره پیشاهنگ را به گره دوم منتقل می‌کند. پس از گره دهلیزی بطنی رشته‌هایی از بافت هادی که در دیوارهٔ بین دو بطن وجود دارند به دو مسیر راست و چپ تقسیم می‌شوند و جریان الکتریکی را در بطن‌ها پخش می‌کنند. در نتیجه پیام الکتریکی به یاخته‌های ماهیچه قلبی منتقل می‌شود و بطن‌ها به‌طور هم‌زمان منقبض می‌شوند (شکل ۷).



شکل ۷ـ شبکهٔ هادی قلب؛ شبکه هادی به رنگ سبز نمایش داده شده است.

فعّالیت ۲

با توجه به شکل بافت گرهی در قلب، اهمیت دو مورد زیر را در کار قلب توضیح دهید:

۱ـ فرستادن پیام از گره دهلیزی بطنی به درون بطن، با فاصلهٔ زمانی انجام می‌شود.

۲ـ انقباض بطن‌ها از قسمت پایین آنها شروع می‌شود و به سمت بالا ادامه می‌یابد.

موارد مقایسه	نام دیگر	محل	اندازه	موقعیت	دریافت پیام الکتریکی از رشته‌های شبکهٔ هادی	ارسال پیام الکتریکی به رشته‌های شبکهٔ هادی	تعداد دسته‌تارهای خروجی از گره	تعداد دسته‌تارهای ورودی به گره	مجموع دسته‌تارهای مرتبط
گره سینوسی ـ دهلیزی	گره پیشاهنگ یا ضربان‌ساز	دیوارهٔ پشتی دهلیز راست زیر منفذ بزرگ سیاهرگ زبرین	بزرگ‌تر	بالاتر و عقب‌تر	خیر	بله	۴	صفر	۴
گره دهلیزی ـ بطنی	ـ	دیوارهٔ پشتی دهلیز راست در عقب دریچهٔ سه‌لختی	کوچک‌تر	پایین‌تر و جلوتر	بله	بله	۱	۳	۴

موشکافی متن:

۱ یاخته‌های شبکهٔ هادی قلب از جنس یاخته‌های ماهیچهٔ قلبی هستند؛ بنابراین: ۱- در لایهٔ میانی قلب قرار دارند. ۲- تک‌هسته‌ای یا دوهسته‌ای هستند. ۳- می‌توانند به رشته‌های کلاژن متصل باشند. ۴- توسط رگ‌های تاجی تغذیه می‌شوند.

۲ آیا کل شبکهٔ هادی قلب توانایی تحریک خود به خودی دارند؟ خیر! از نظر علمی فقط بعضی از یاخته‌های شبکهٔ هادی قلب مانند یاخته‌های گره سینوسی - دهلیزی، یاخته‌های گره دهلیزی - بطنی و بعضی رشته‌های بین‌بطنی توانایی تحریک خودبه‌خودی دارند. اما خب چون گردن گره سینوسی - دهلیزی کلفت‌تره و حرف نهایی رو میزنه! در شرایط طبیعی، تحریک‌های گره سینوسی - دهلیزی مانع از تحریک خودبه‌خودی گره دهلیزی - بطنی و رشته‌های بین‌بطنی می‌شود. اما در شرایطی که گره سینوسی - دهلیزی از کار بیفتد یاخته‌های گره دهلیزی - بطنی به صورت خودبه‌خودی تحریک می‌شوند و ضربان قلب را ایجاد می‌کنند. در سطح کتاب درسی باید بدانید و آگاه باشید که در یک انسان سالم تنها گره سینوسی - دهلیزی توانایی تحریک خودبه‌خودی می‌باشد و بقیهٔ شبکهٔ هادی فقط این پیام تحریک را انتقال می‌دهند.

۳ یاخته‌های شبکهٔ هادی هم با یک‌دیگر و هم با یاخته‌های ماهیچه‌ای معمولی قلب ارتباط دارند.

۴ گره ضربان‌ساز تولیدکنندهٔ پیام انقباض یاخته‌های قلب است. بنابراین هیچ‌یک از یاخته‌های ماهیچه‌ای قلبی برای شروع انقباض نیازمند پیام عصبی نیستند. اما دستگاه عصبی می‌تواند با اثر روی گره سینوسی - دهلیزی، تعداد انقباض‌ها (ضربان قلب) را تغییر دهد.

بخش آسیمیک (سمپاتیک) دستگاه عصبی خودمختار با اثر بر روی گره سینوسی - دهلیزی، ضربان قلب و با اثر بر ماهیچهٔ قلب، میزان انقباض و فشار خون را افزایش می‌دهد. بخش پادآسیمیک (پاراسمپاتیک) دستگاه عصبی خودمختار با اثر بر روی گره سینوسی - دهلیزی، ضربان قلب و با اثر بر ماهیچهٔ قلب، فشار خون را کاهش می‌دهد. (یازدهم - فصل ۱)

علاوه بر ماهیچهٔ قلبی، عضلات صاف دیوارهٔ رحم و غدد شیری نیز برای شروع انقباض نیازمند پیام عصبی نیستند. انقباض ماهیچهٔ صاف لولهٔ گوارش، ماهیچهٔ قلبی و ماهیچهٔ صاف دیوارهٔ رحم می‌تواند بدون نیاز به پیام از طرف دستگاه عصبی مرکزی انجام شود. (دهم - فصل ۲ و یازدهم - فصل ۷)

۵ دقت کنید انتقال پیام الکتریکی به بطن‌ها، مستقیماً توسط گره دهلیزی - بطنی انجام نمی‌شود. بلکه توسط تارهای خارج شده از این گره انجام می‌شود.

۶ دهلیزها به طور همزمان و بطن‌ها نیز به صورت همزمان منقبض می‌شوند؛ اما دهلیزها و بطن‌ها نمی‌توانند همزمان با هم منقبض شوند.

تا اینجا نکات شبکهٔ هادی قلب را بررسی کردیم. فقط مونده چند تا تلهٔ تستی که یادبگیری...

همهٔ یاخته‌های قلبی توانایی تحریک خودبه‌خودی ندارند.

گره‌های سینوسی - دهلیزی و دهلیزی - بطنی در پشت دهلیز راست قرار ندارند؛ بلکه در دیوارهٔ پشتی دهلیز راست قرار می‌گیرند.

شبکهٔ هادی پیام عصبی را انتقال نمی‌دهد، بلکه پیام الکتریکی انتقال می‌دهد.

جریان الکتریکی در قلب فقط توسط شبکهٔ هادی هدایت نمی‌شود. یاخته‌های ماهیچه‌ای معمولی قلب نیز توانایی هدایت جریان الکتریکی را دارند.

تارهای بین‌گرهی پیام الکتریکی را از گره دهلیزی - بطنی به گره سینوسی - دهلیزی منتقل نمی‌کنند. بلکه برعکس پیام‌ها را از گره سینوسی - دهلیزی به گره دهلیزی - بطنی انتقال می‌دهند.

اختلال در گره دهلیزی - بطنی در انقباض دهلیزها اختلال ایجاد نمی‌کند، اما می‌تواند در رسیدن پیام به بطن‌ها و انقباض آن‌ها اختلال ایجاد کند.

فعالیت ۲

۷ به دلیل ایجاد اختلاف فاصلهٔ زمانی بین انقباض بطن‌ها و انقباض دهلیزها و جلوگیری از انقباض همزمان آنها، فرستادن پیام از گره دوم به درون بطن‌ها با کمی تأخیر رخ می‌دهد.

۸ سرخرگ‌ها از قسمت بالایی بطن‌ها خارج می‌شوند. بنابراین باید انقباض بطن‌ها از پایین شروع شود و به سمت بالا ادامه داشته باشد تا خون به سمت سرخرگ‌های خروجی از بطن‌ها وارد شود. دهلیزها بایستی خون را به بطن‌ها منتقل کنند که در قسمت پایینی آن‌ها قرار دارند. بنابراین باید از بالا به پایین منقبض شوند.

جهت انقباض با جهت خروج خون از حفرات قلب یکسان است.

موشکافی شکل ۷:

۱. شبکهٔ هادی قلب از دو گرهِ سینوسی - دهلیزی و دهلیزی ـ بطنی و چند دسته تار تشکیل شده است.
۲. گره سینوسی ـ دهلیزی بزرگ‌تر از گره دهلیزی ـ بطنی است.
۳. دریچهٔ سینی ابتدای آئورت در سطح بالاتری از گره دهلیزی-بطنی و در سطح پایین‌تری از گره پیشاهنگ قرار گرفته است.
۴. رشته‌های شبکهٔ هادی در دیوارهٔ همهٔ حفرات قلب حضور دارند. درحالی‌که گره‌ها فقط در دهلیز راست قابل مشاهده هستند.
۵. گره سینوسی ـ دهلیزی می‌تواند تحریکات خود را به طور مستقیم به یاخته‌های ماهیچه‌ای معمولی دهلیز راست منتقل کند. اما انتقال پیام از گره سینوسی دهلیزی به سایر حفرات قلبی به صورت غیرمستقیم انجام می‌شود.
۶. چهار دسته تار از گره سینوسی ـ دهلیزی خارج می‌شود. سه تا از آن‌ها رشته‌های بین‌گرهی هستند و پیام را از گره سینوسی ـ دهلیزی به گره دهلیزی ـ بطنی منتقل می‌کنند. رشتهٔ دیگر به دهلیز چپ می‌رود. بزرگ‌ترین رشتهٔ خارج‌شده از گره سینوسی ـ دهلیزی، همان رشته‌ای است که به دهلیز چپ می‌رود.
۷. رشته‌های بین‌گرهی سه تا هستند که طول آن‌ها متفاوت است. رشتهٔ بین‌گرهی سمت راست از بقیه طویل‌تر است. این رشته در مجاورت منفذ بزرگ‌سیاهرگ زیرین، دور می‌زند و به سمت بالا می‌رود تا به گره دهلیزی ـ بطنی برسد. یعنی ابتدا به سمت پایین و در انتها به سمت بالا حرکت می‌کند.
۸. رشته‌ای که به دهلیز چپ می‌رود: ۱- در طول خود ضخامت متغیر دارد و ضخامت آن در انتها به بیشترین مقدار خود می‌رسد. ۲- این رشته در تمام قسمت‌های دهلیز چپ منشعب نمی‌شود. ۳- انتهای آن در مجاورت منفذ سیاهرگ‌های ششی چپ قرار می‌گیرد. ۴- این دسته تار از دیواره بین دو دهلیز عبور نمی‌کند. بلکه از دیواره پشتی قلب عبور می‌کند و به دهلیز چپ می‌رسد. ۵- تنها رشتهٔ خارج‌شده از گره سینوسی ـ دهلیزی است که در بخشی از خود بالاتر از گره سینوسی-دهلیزی قرار می‌گیرد. بخشی از مسیر این دسته تا به سمت بالا می‌باشد.
۹. اگر با دقت فراوان شکل کتاب را نگاه کنید (مشابه کاری که ما انجام می‌دهیم!) می‌بینید که دسته‌تار دهلیز چپ و یکی از دسته‌تارهای بین‌گرهی در ابتدا به هم متصل هستند.
۱۰. از گره دهلیزی - بطنی یک رشته خارج می‌شود که وارد بطن‌ها می‌شود. این رشته در ابتدا به سمت چپ و سپس به سمت پایین می‌آید و در قسمت بالایی دیوارهٔ بین دو بطن به دو شاخه تقسیم می‌شود. این رشته‌ها به صورت موازی با هم مسیری را تا نوک بطن طی می‌کنند، سپس هر یک از این رشته‌ها در دیوارهٔ خارجی یک بطن گسترش می‌یابند و انشعابات زیادی ایجاد می‌کنند. دقت داشته باشید که شکل کتاب درسی به صورت دوبعدی کشیده شده است و ممکنه فک کنید انشعابات دسته‌تارهای بطنی فقط به سمت چپ و راست منشعب می‌شوند. درحالی‌که قلب ما به صورت سه‌بعدی است و انشعابات شبکهٔ هادی در همهٔ جهات دیوارهٔ قلب گسترش می‌یابند.
۱۱. با توضیحات داده شده مسیر جریان الکتریکی در شبکهٔ هادی به این صورت است: گره سینوسی - دهلیزی ← دسته‌های خارج شده از گره سینوسی - دهلیزی ← گره دهلیزی بطنی ← دستهٔ خارج شده از گره دهلیزی بطنی ← تارهای بین دیوارهٔ دو بطن ← نوک قلب ← دیوارهٔ خارجی دو بطن
۱۲. با توجه به نحوهٔ هدایت پیام الکتریکی در قلب، اولین بخش دریافت‌کنندهٔ پیام الکتریکی در دهلیزها، قسمت بالایی دهلیز راست و آخرین نقطه‌ای از دهلیزها پیام الکتریکی را دریافت می‌کند، بخش پایینی دهلیز چپ است. اولین بخش دریافت‌کنندهٔ پیام انقباض در بطن‌ها قسمت بالایی دیوارهٔ بین بطنی و آخرین بخشی که پیام انقباض به آن می‌رسد، قسمت فوقانی دیوارهٔ خارجی بطن‌ها است.
۱۳. پیام الکتریکی می‌تواند بدون نیاز به رشته‌های شبکهٔ هادی و از طریق یاخته‌های ماهیچه‌ای معمولی قلب از دهلیز راست به دهلیز چپ منتقل شود، اما انتقال پیام از دهلیزها به بطن‌ها تنها توسط رشته‌های شبکهٔ هادی انجام می‌شود.
۱۴. از بین رشته‌های شبکهٔ هادی، این رشته‌ها در دیوارهٔ دهلیز راست مشاهده می‌شوند: ۱- رشته‌های بین‌گرهی ۲- بخشی از رشته‌ای که به دهلیز چپ می‌رود ۳- بخشی از رشته خارج شده از گره دهلیزی - بطنی
۱۵. از بین رشته‌های شبکهٔ هادی رشته‌های بین‌گرهی مختص دهلیز راست هستند و در سایر حفرات قلب قابل مشاهده نیستند.
۱۶. دسته تار خارج شده از گره دهلیزی - بطنی در سطح پایین‌تری نسبت به دریچه‌های سینی به دو شاخه تقسیم می‌شود.
۱۷. میزان انشعابات رشته بطنی چپ بیشتر از رشتهٔ بطنی راست است. در نوک بطن انشعابات رشته‌های بطنی چپ بیشتر از انشعابات رشته‌های بطنی راست قرار دارند. بنابراین دسته تار بطن چپ در مقایسه با دسته تار بطن راست، نقش بیشتری در پیام‌رسانی به نوک قلب دارد.
۱۸. میزان انشعابات شبکهٔ هادی در دیوارهٔ خارجی بطن‌ها بیشتر از دیوارهٔ بین‌بطنی است.

محل قرارگیری

۱. کمترین میزان رشته‌های شبکهٔ هادی ← دهلیز چپ
۲. بیشترین تعداد دسته تار شبکهٔ هادی ← دهلیز راست
۳. گسترده‌ترین رشته‌های شبکهٔ هادی ← بطن چپ

چرخهٔ ضربان قلب

قلب تقریباً در هر ثانیه، یک ضربان دارد و ممکن است در یک فرد با عمر متوسط در طول عمر، نزدیک به سه میلیارد بار منقبض شود، بدون اینکه مانند ماهیچه‌های اسکلتی بتواند استراحتی پیوسته داشته باشد. ۲

استراحت (**دیاستول**) و انقباض (**سیستول**) قلب را، که به طور متناوب انجام می‌شود، **چرخه** یا **دورهٔ قلبی** می‌گویند. در هر چرخه، قلب با خون سیاهرگ‌ها پر، و سپس منقبض می‌شود و خون را به سراسر بدن می‌فرستد. در هر چرخه، این مراحل دیده می‌شود (شکل ۸).

۱ـ استراحت عمومی: تمام قلب در حال استراحت است. خون بزرگ سیاهرگ‌ها (و سیاهرگ تاجی) وارد دهلیز راست و خون سیاهرگ‌های ششی به دهلیز چپ وارد می‌شود. زمان: حدود ۰/۴ ثانیه ۳

۲ـ انقباض دهلیزی: بسیار زودگذر است و انقباض دهلیزها صورت می‌گیرد و با انجام آن، بطن‌ها به طور کامل با خون پر می‌شوند. زمان: حدود ۰/۱ ثانیه ۴

۳ـ انقباض بطنی: انقباض بطن‌ها صورت می‌گیرد و خون از طریق سرخرگ‌ها به همهٔ قسمت‌های بدن ارسال می‌شود. زمان: حدود ۰/۳ ثانیه ۵

استراحت دهلیزی: استراحت عمومی + انقباض بطنی = ۰/۷ ثانیه

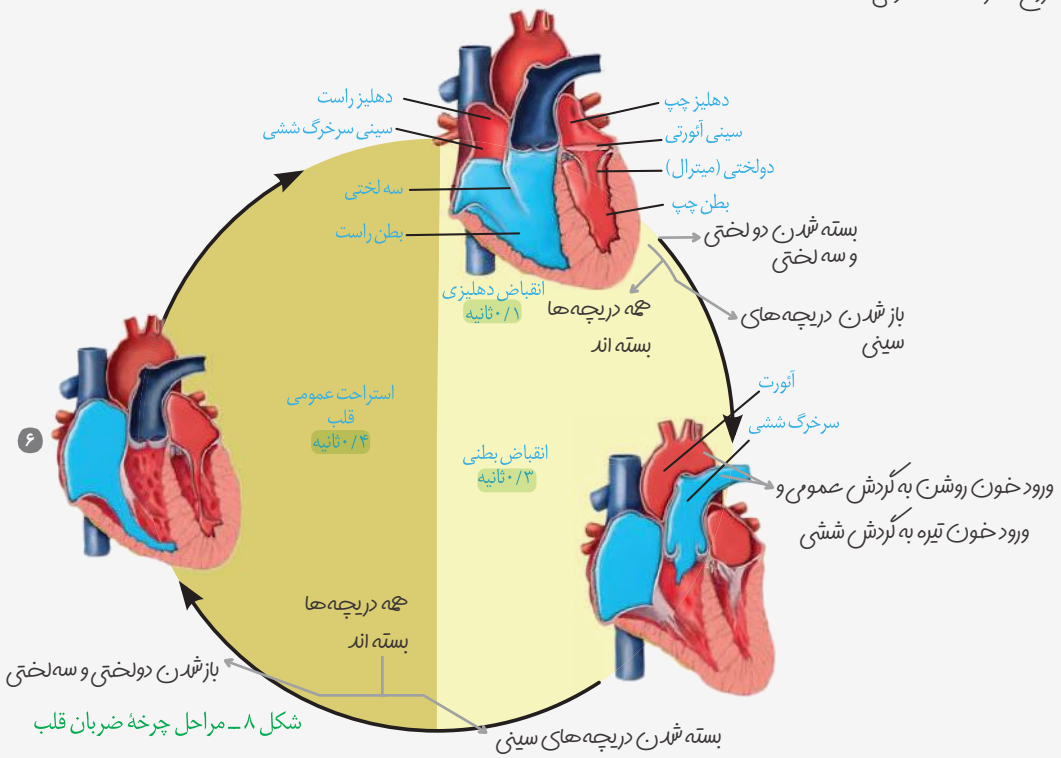
استراحت بطنی: استراحت عمومی + انقباض دهلیزی = ۰/۵ ثانیه

بیشترین حجم خون درون دهلیز: انتهای انقباض بطنی (شروع استراحت عمومی)

کمترین حجم خون درون دهلیز: انتهای انقباض دهلیزی (شروع انقباض بطنی)

بیشترین حجم خون درون بطن: انتهای انقباض دهلیزی (شروع انقباض بطنی)

کمترین حجم خون درون بطن: انتهای انقباض بطنی (شروع استراحت عمومی)



شکل ۸ ـ مراحل چرخهٔ ضربان قلب

فعالیت ۳

با توجه به چرخهٔ ضربان قلب، به موارد زیر پاسخ دهید:

الف) در هر مرحله از چرخهٔ قلبی، وضعیت دریچه‌های قلبی را بررسی، و باز یا بسته‌بودن آنها را مشخص کنید. ۷

ب) با توجه به زمان‌های مشخص‌شده در چرخهٔ قلبی، تعداد ضربان طبیعی قلب را در دقیقه محاسبه کنید. ۸

موشکافی متن:

۱ در انتهای ماه اول بارداری، اندام‌های اصلی شروع به تشکیل شدن می‌کنند و ضربان قلب آغاز می‌شود. (یازدهم - فصل ۷)

۲ دقت کنید که ماهیچهٔ قلبی استراحت دارد، اما این استراحت ماهیچهٔ قلبی برخلاف ماهیچه‌های اسکلتی و صاف، پیوسته نیست.

۳ استراحت عمومی، اولین مرحلهٔ چرخهٔ ضربان قلب است. در این مرحله، دریچه‌های دهلیزی بطنی باز هستند و خون از دهلیزها به بطن‌ها وارد می‌شود، اما به دلیل بسته بودن دریچه‌های سینی، خونی از بطن‌ها خارج نمی‌شود. به همین دلیل هم حجم خون درون بطن‌ها **افزایش** می‌یابد.

۴ انقباض دهلیزی دومین مرحلهٔ چرخهٔ ضربان قلب است. با انقباض دهلیزها، باقی‌ماندهٔ خونی که درون دهلیزهاست نیز وارد بطن می‌شود و بطن‌ها از خون پر می‌شوند.

زمانی که بطن‌ها درحال پر شدن هستند ← استراحت عمومی + انقباض دهلیزی

زمانی که بطن‌ها از خون پر می‌شوند ← فقط انقباض دهلیزی

آیا در هنگام انقباض دهلیزی خون به دهلیزها وارد می‌شود؟ این سؤال به شدت بحث چالشی هست! چون در کنکور ۱۴۰۰ مطرح شده و از آنجایی که آن تست، چندموردی بود، بین علمای زیست اختلاف فراوان وجود دارد. در این لحظه و در این کتاب بهترین دیدگاه را به شما عزیزان خواهیم گفت. خب ببینید بعضی از عزیزان به شکل ۸ کتاب استناد می‌کنند و می‌گویند که در شکل کتاب ورود خود در مرحلهٔ انقباض دهلیزی به درون دهلیز نشان داده نشده است. بعضی دیگر از نازنینان اعتقاد دارند خون به دهلیزها وارد می‌شود. اما ما چیکار کنیم؟! خب یک بار برای همیشه این مطلب رو براتون روشن می‌کنم؛ به صورت کاملاً علمی، دقیق، کتابی و کنکوری!

«در ابتدا و انتهای مرحلهٔ انقباض دهلیزی فشار دهلیزها کمتر از فشار سیاهرگ‌هاست. بنابراین خون وارد دهلیزها می‌شود؛ اما در نقطهٔ اوج انقباض دهلیزی که همان میانهٔ این مرحله می‌باشد؛ به جهت شدت بالای انقباض ماهیچهٔ دهلیز، فشار دهلیزها بیشتر از فشار سیاهرگ‌هاست و خونی وارد دهلیزها نمی‌گردد» بنابراین از نظر علمی ۱- در مرحلهٔ انقباض دهلیزی امکان ورود خون به دهلیزها وجود دارد. ۲- در بخشی از مرحلهٔ انقباض دهلیزی خون به دهلیزها وارد نمی‌شود. البته شما عزیزان باید با توجه به سوال صحیح‌ترین گزینه را انتخاب کنید. برای مثال اگر گفته شده بود «در مرحلهٔ انقباض دهلیزی خون وارد دهلیزها نمی‌شود.» و گزینهٔ صحیح‌تری نبود می‌توانید این گزینه را انتخاب کنید.

۵ انقباض بطنی سومین مرحلهٔ چرخهٔ ضربان قلب است. در این مرحله، دریچه‌های دولختی و سه‌لختی بسته شده و دریچه‌های سینی باز می‌شوند. بنابراین خون از بطن‌ها به سرخرگ‌های ششی و آئورت پمپ می‌شود.

بین دو عبارت «خون‌گیری» و «پر شدن از خون» تفاوت وجود دارد. هرگاه خون وارد حفره‌ای شود، فارغ از این‌که خون از آن خارج شود، می‌گوییم خون‌گیری اتفاق افتاده. اما زمانی از عبارت «پر شدن خون» استفاده می‌کنیم که ضمن خون‌گیری، خونی از دست ندهد.

زمانی که دهلیزها خون‌گیری می‌کنند ← استراحت عمومی + انقباض دهلیزی + انقباض بطنی

زمانی که دهلیزها در حال پر شدن از خون هستند ← انقباض بطنی

۶ شکل قلب در مرحلهٔ استراحت عمومی به گونه‌ای در شکل کتاب درسی رسم شده است که انگار فقط مقدار کمی خون در استراحت عمومی وارد بطن‌ها می‌شود. بنابراین ممکن است شما نیز چنین برداشتی کنید، اما این‌گونه نیست. در واقع این شکل فقط یک قسمت از استراحت عمومی (که به نظر می‌رسد ابتدای استراحت عمومی باشد) را نشان می‌دهد. به طور کلی بیشتر حجم خونی که از بطن‌ها خارج می‌شود، در مرحلهٔ استراحت عمومی وارد بطن شده است، نه مرحلهٔ انقباض دهلیزی! درواقع چون در مرحلهٔ استراحت عمومی دریچه‌های دهلیزی-بطنی باز هستند، خون درون دهلیزها تجمع نمی‌یابد و حدود ۸۰ درصد خونی که وارد دهلیزها می‌شود، به بطن‌ها می‌ریزد. انقباض دهلیز فقط ۲۰ درصد خون درون بطن را تأمین می‌کند.

خروج خون از دهلیزها، در استراحت عمومی به صورت غیرفعال (بدون نیاز به انقباض و صرف انرژی زیستی) و در انقباض دهلیزی به صورت فعال (با انقباض دهلیز و صرف انرژی زیستی) انجام می‌گیرد. حواستان باشد که خروج خون از بطن‌ها همواره به صورت فعال انجام می‌گیرد.

در قسمت دریچه‌ها گفتیم که در شروع انقباض بطنی و شروع استراحت بطنی همه دریچه‌ها به طور همزمان بسته‌اند. از این موضوع می‌توان نتیجه گرفت جملات زیر همگی اشتباه هستند:

۱- در تمام مدت‌زمان انقباض بطنی خون از بطن‌ها خارج می‌شود.

۲- هر زمان که دریچه‌های دولختی و سه‌لختی بسته‌اند، خون از بطن‌ها خارج می‌شود.

۳- هر زمان که دریچه‌های سینی بسته‌اند خون از دهلیزها خارج می‌شود.

۴- هر زمان که دریچه‌های سینی بسته‌اند خون به بطن‌ها وارد می‌شود.

هر زمان از چرخهٔ ضربان قلب که همهٔ دریچه‌ها بسته‌اند:

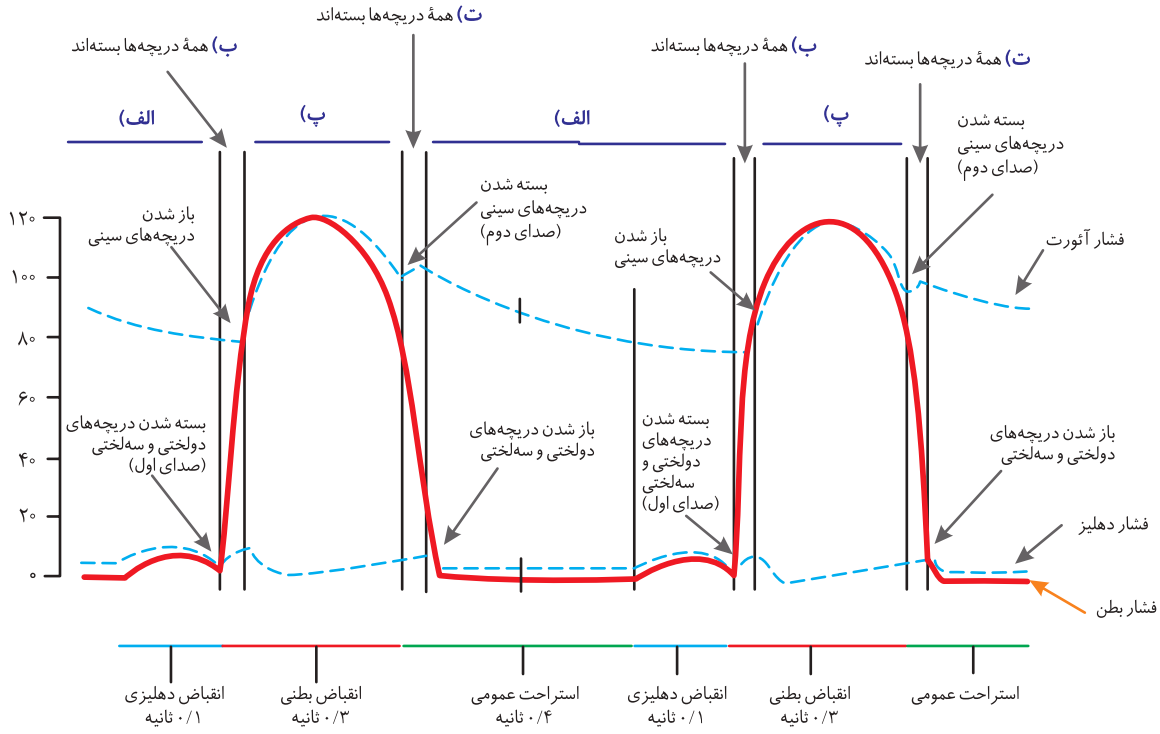
۱- حجم خون دهلیزها در حال افزایش است.

۲- حجم خون بطن‌ها ثابت باقی می‌ماند.

۳- حجم خون درون قلب در حال افزایش است.

۴- حجم خون خارج از قلب درحال کاهش است.

فشار خون درون حفرات قلب به عوامل مختلفی بستگی دارد و با اطلاعات کتاب درسی نمی‌توان آن را به طور دقیق بررسی کرد. مثلاً در بعضی از آزمون‌های آزمایشی و کتاب‌های کمک درسی دیدم که فشار دهلیزها در مرحلهٔ انقباض بطنی پیوسته افزایش می‌یابد؛ چون خون به طور پیوسته وارد دهلیز می‌شود. در صورتی که در واقعیت، فشار دهلیزها در مرحلهٔ انقباض بطنی ابتدا افزایش، سپس کاهش و در انتها افزایش می‌یابد. یا بعضی از دوستان اعتقاد دارند، فشار بطن‌ها در مرحلهٔ استراحت عمومی و انقباض بطنی به طور پیوسته افزایش می‌یابد. در حالی که در واقعیت، فشار بطن‌ها در استراحت عمومی کاهش و در انقباض دهلیزی ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد. ما در سطح کتاب درسی، فشار خون را بررسی می‌کنیم و نکات لازم را به صورت علمی و بر اساس کتاب درسی در اختیارتان می‌گذاریم. نمودارهایی که مشاهده می‌کنید از کتاب فیزیولوژی گایتون آورده شده و تغییرات فشار دهلیز، بطن و سرخرگ (آئورت) را نشان می‌دهد.



به طور کلی فشار خون در دو حالت افزایش می‌یابد؛ ۱- کاهش حجم حفره در اثر انقباض ۲- افزایش میزان خون درون حفره. اثر انقباض حفره بیشتر از میزان خون حفره است. با این توضیح در سطح کتاب درسی:

الف) در زمان انقباض حفره‌های قلبی فشار خون ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد و بیشترین میزان فشار درون حفرات قلب در زمان انقباض آن‌ها مشاهده می‌شود.

ب) بیشترین فشار درون دهلیزها در اواسط مرحلهٔ انقباض دهلیزی و کمترین فشار دهلیزها در مرحلهٔ انقباض بطنی مشاهده می‌شود؛ چرا که خون درون دهلیزها به کمترین میزان خود رسیده و از طرفی دیگر، دیوارهٔ دهلیز منقبض نیست.

پ) بیشترین فشار درون بطن‌ها در اواسط مرحلهٔ انقباض بطنی و کمترین فشار موجود در بطن‌ها در مرحلهٔ استراحت عمومی دیده می‌شود؛ چرا که خون موجود در بطن‌ها به کمترین میزان خود رسیده و از طرفی دیگر دیوارهٔ بطن‌ها منقبض نیست.

ت) فشار خون سرخرگ آئورت در مرحلهٔ انقباض بطنی ابتدا افزایش و در انتها کاهش می‌یابد. زیرا فشار آئورت متناسب با فشاری که از طرف بطن به آن وارد می‌شود تغییر می‌کند. در ابتدای مراحل استراحت عمومی فشار خون درون آئورت کمی افزایش می‌یابد، زیرا دیوارهٔ آئورت در مرحلهٔ انقباض بطنی کشیده شده و در ابتدای استراحت عمومی خاصیت ارتجاعی دیواره باعث می‌شود به حالت اولیه بازگردد و روی خون فشار وارد کند. پس از این زمان تا پایان انقباض دهلیزی (شروع استراحت بطنی) فشار درون سرخرگ پیوسته کاهش می‌یابد، زیرا حجم خون درون آن در حال کاهش است. بنابراین بیشترین فشار درون آئورت در مرحلهٔ انقباض بطنی و کمترین فشار خون آئورت در انتهای شروع انقباض بطنی (بلافاصله قبل از شروع خروج خون از بطن) مشاهده می‌شود.

جمع‌بندی: مقایسه فشار خون در .....

۱- انقباض دهلیزی: فشار سرخرگ > فشار دهلیز > فشار بطن

۲- اواسط انقباض بطنی: فشار بطن > فشار سرخرگ > فشار دهلیز

۳- اواسط استراحت عمومی: فشار سرخرگ > فشار دهلیز > فشار بطن

فعالیت ۳

۷ وضعیت دریچه‌های قلبی را قبلاً بررسی کردیم. در اینجا نکاتی که گفتیم را جمع‌بندی می‌کنیم.

وضعیت دریچه‌های قلبی در بخش‌های مختلف چرخهٔ ضربان قلب به این صورت است:

الف) در انقباض دهلیزی و بیشتر زمان‌های استراحت عمومی همهٔ دریچه‌ها به سمت پایین قرار دارند. در نتیجه دریچه‌های دولختی و سه‌لختی باز و دریچه‌های سینی بسته‌اند.

ب) در شروع انقباض بطنی ابتدا دریچه‌های دولختی و سه‌لختی به سمت پایین می‌روند (دریچه‌های سینی پایین و دریچه‌های دولختی و سه‌لختی بالا). در این زمان همهٔ دریچه‌ها بسته‌اند. سپس دریچه‌های سینی به سمت بالا می‌روند و باز می‌شوند.

پ) در بیشتر زمان‌های انقباض بطنی همهٔ دریچه‌ها به سمت بالا قرار دارند. در نتیجه دریچه‌های دولختی و سه‌لختی بسته و دریچه‌های سینی باز هستند.

ت) در شروع استراحت عمومی ابتدا دریچه‌های سینی به سمت پایین رفته و بسته می‌شوند (دریچه‌های سینی پایین و دریچه‌های دولختی و سه‌لختی بالا). در این زمان تمام دریچه‌ها بسته هستند. سپس دریچه‌های دولختی به سمت پایین می‌روند و باز می‌شوند.

۸ زمان هر چرخهٔ ضربان قلب حدود ۰/۸ ثانیه است. از تقسیم ۶۰ بر ۰/۸ عدد ۷۵ به دست می‌آید که تعداد ضربان طبیعی قلب در دقیقه است.

موشکافی شکل ۸:

۱. این شکل چرخهٔ 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- مقایسهٔ فشار حفره‌های قلب ۵- ورود و خروج خون از حفرات قلب

۲. مرحلهٔ استراحت عمومی: ۱- اولین و طولانی‌ترین مرحلهٔ چرخهٔ ضربان قلب است و حدود ۰/۴ ثانیه طول می‌کشد. پس حدود نیمی از زمان چرخهٔ ضربان قلب را به خود اختصاص می‌دهد. ۲- همهٔ حفرات قلبی درحال استراحت هستند و خون بدون صرف انرژی زیستی در قلب جابه‌جا می‌شود. ۳- قبل از مرحلهٔ انقباض دهلیزی و پس از مرحلهٔ 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 مرحلهٔ استراحت عمومی کمتر از مرحلهٔ قبلی (انقباض بطنی) است. ۶- خون به بطن‌ها وارد می‌شود، اما خونی از بطن‌ها خارج نمی‌شود. بنابراین حجم خون درون بطن‌ها افزایش می‌یابد.

۳. مرحلهٔ انقباض دهلیزی: ۱- دومین و کوتاه‌ترین مرحلهٔ چرخهٔ ضربان قلب است و حدود ۰/۱ ثانیه طول می‌کشد. ۲- قبل مرحلهٔ انقباض بطنی و پس از مرحلهٔ 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 چرخهٔ ضربان قلب) در حال انقباض هستند.

۵. مرحلهٔ انقباض بطنی: ۱- سومین مرحله دوره قلبی است. این مرحله قبل از مرحلهٔ استراحت عمومی دوره بعدی و بعد از مرحلهٔ 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 مرحلهٔ 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 دورهٔ قلبی، حدوداً ۰/۵ ثانیه خون از دهلیزها و حدوداً ۰/۳ ثانیه خون از بطن‌ها خارج می‌شود.

۹. در انقباض بطنی، بیشترِ (بخش زیادتر ماهیچهٔ قلبی)یاخته‌های لایهٔ میانی قلب در حال انقباض‌اند؛ ولی در مرحلهٔ انقباض دهلیزی، برخی (بخش کمتر ماهیچهٔ قلبی) از یاخته‌های ماهیچه‌ای قلب در حال انقباض هستند.

۱۰. در هیچ یک از مراحل چرخهٔ 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 مرحلهٔ انقباض بطنی خون درون قلب کاهش و خون خارج از قلب افزایش می‌یابد.

۱۲. قلب در مرحلهٔ استراحت عمومی بیشترین حجم را دارد؛ زیرا هیچ حفره‌ای از قلب منقبض نیست. قلب در مرحلهٔ انقباض بطنی کمترین حجم را دارد؛ زیرا بیشتر ماهیچهٔ 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 مرحلهٔ انقباض بطنی خون از قلب خارج می‌شود. بنابراین قبل از این مرحلهٔ 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 مرحلهٔ انقباض بطنی خون از قلب شدیداً خارج شده و کمترین خون درون قلب را شاهد هستیم.

برون‌ده قلبی

(نه قلب)

حجمِ 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** به‌دست می‌آید. برون‌ده قلبی متناسب با سطح فعّالیت بدن تغییر می‌کند و عواملی مانند سوخت و ساز پایهٔ بدن، مقدار فعّالیت بدنی، سن و اندازهٔ بدن، در آن مؤثر است. میانگین برون‌ده قلبی در بزرگسالان در حالت استراحت حدود پنج لیتر در دقیقه است. ۱

(نه برون‌ده قلبی)

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

فعّالیت ۴

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 میلی لیتر محاسبه کنید. ۲

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.

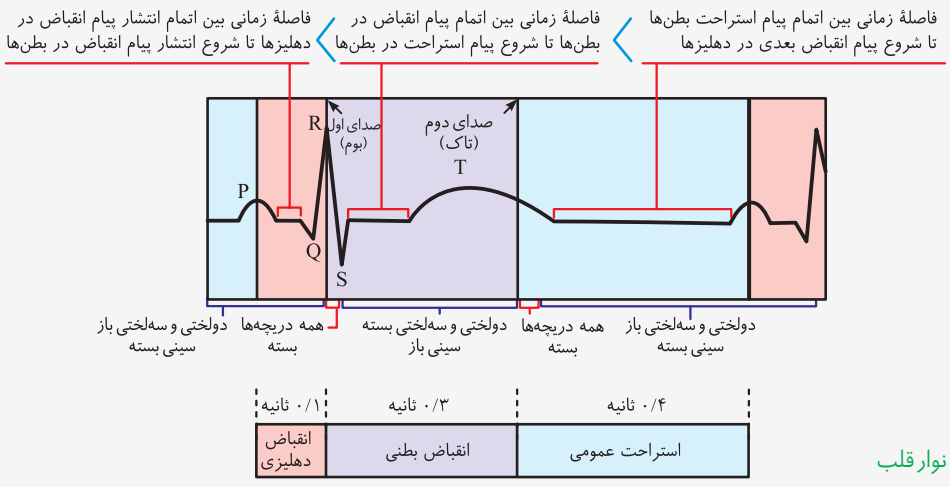
بخش سمپاتیک دستگاه عصبی خودمختار، هورمون‌های اپی‌نفرین، نوراپی‌نفرین با افزایش فشار خون موجب افزایش حجم ضربه‌ای و برون‌ده قلبی می‌شوند. این هورمون‌ها همچنین با افزایش ضربان قلب در افزایش برون‌ده‌قلبی موثرند. هورمون‌های آلدوسترون و ضدادراری نیز با افزایش فشار خون، در افزایش حجم ضربه‌ای و برون‌ده قلبی 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 قبلی ضربان قلب طبیعی را ۷۵ به دست آوردیم. با تقسیم برون‌ده قلبی (۵۰۰۰ میلی‌لیتر) بر ۷۵ عدد ۶۶ میلی‌لیتر (از نظر علمی حدود ۷۰ میلی‌لیتر در نظر بگیرید) به دست می‌آید که بیان‌گر حجم ضربه‌ای است. پس خون خارج شده از قلب در هر انقباض حدود ۱۳۲ میلی‌لیتر است.

نوار قلب چه می‌گوید؟

شاید تا به حال نوار قلب کسی را دیده باشید. منحنی رسم شده، نشانگر چیست؟ (نه عصبی)
یاخته‌های ماهیچهٔ قلبی در هنگام چرخهٔ ضربان قلب، فعالیت الکتریکی را نشان می‌دهند.[۱] جریان الکتریکی حاصل از فعالیت قلب را می‌توان در سطح پوست دریافت و به‌صورت نوار قلب ثبت کرد.[۲]
نوار قلب شامل سه موج P،[۳] QRS[۴] و T[۵] 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:

۱ فعالیت الکتریکی یاخته‌های ماهیچه‌ای قلب به شکل **سه موج** در نوار قلب ثبت می‌شود. دقت داشته باشید تمام یاخته‌های ماهیچهٔ 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 بین‌گرهی به گره دوم و همزمان از طریق دسته‌تار دیگری وارد دهلیز چپ می‌شود. سپس پیام الکتریکی از طریق شبکهٔ هادی وارد بطن‌ها شده و کل دیوارهٔ ماهیچه‌ای بطن‌ها را در برمی‌گیرد.

۲ از آن‌جایی که نوار قلب از سطح پوست دریافت می‌شود، جریان الکتریکی توانایی عبور از بافت‌های بین ماهیچهٔ 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)

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 آن‌جایی که انقباض هر حفره اندکی پس از شروع فعالیت الکتریکی آن بخش آغاز می‌شود، ابتدای موج P در مرحلهٔ استراحت عمومی ثبت می‌شود و آغاز انقباض دهلیزها مربوط به قلهٔ 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 شبکهٔ 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 رشتهٔ شبکهٔ 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

می‌شود. اگه بخوام دقیق‌تر موج QRS را با شبکهٔ هادی قلب ارتباط بدم اینجوری میشه: موج Q زمانی ثبت میشه که پیام انقباض در دیوارهٔ 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 دیوارهٔ خارجی بطن‌ها (در مجاورت دهلیزها) می‌رسه موج S رسم میشه! ۳- ابتدای موج QRS در مرحلهٔ انقباض دهلیزی و انتهای آن در مرحلهٔ انقباض بطنی ثبت می‌شود. (آغاز انقباض بطن‌ها در موج R اتفاق می‌افتد.)

۵ موج T: ۱- مربوط به **استراحت بطن‌ها** است. در واقع یاخته‌های ماهیچه‌ای بطن پیش از به استراحت درآمدن، 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 مرحلهٔ انقباض بطنی و فقط انتهای موج T در مرحلهٔ استراحت عمومی ثبت می‌شود.

موج‌های نوار قلب زمانی ایجاد می‌شوند که میزان جریان الکتریکی درون قلب درحال 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- فاصلهٔ بین P تا Q که در مرحلهٔ انقباض دهلیزی رسم می‌شود. ۲- فاصلهٔ بین S تا T که در مرحلهٔ انقباض بطنی رسم می‌شود. ۳- فاصلهٔ بین T تا P که در مرحلهٔ استراحت عمومی رسم می‌شود.

مرحلهٔ استراحت عمومی در فاصلهٔ «انتهای T تا اواسط P»، انقباض دهلیزی در فاصلهٔ «اواسط P تا اواسط QRS» و انقباض بطنی در فاصلهٔ «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 همهٔ دریچه‌ها بسته‌اند. در نتیجه نه خونی به بطن وارد و نه خونی از بطن خارج می‌شود.

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

در صورت افزایش ضربان قلب (مثل اثر اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین) فاصلهٔ بین امواج نوار قلب کاهش می‌یابد.

۶ آسیب به یاخته‌های ماهیچهٔ دهلیزها و بطن‌ها (مانند آنچه در سکتهٔ قلبی روی می‌دهد) به ترتیب موجب کاهش ارتفاع امواج P و QRS می‌شود. بزرگ شدن دهلیزها و بطن‌ها به ترتیب موجب افزایش ارتفاع امواج P و QRS 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. مقایسهٔ 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

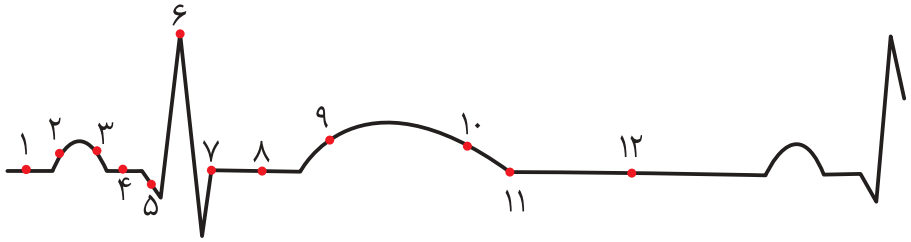
ت) در مورد فاصلهٔ طول خطوط صاف بین امواج دقت کنید: خط صاف بین موج T تا P بعدی > خط صاف بین موج S تا T > خط صاف بین موج P تا Q

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

۴. هم در زمان انقباض قلب (فاصلهٔ PQ و ST) هم در زمان استراحت قلب (فاصلهٔ 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 بتونین به سوالات این قسمت پاسخ بدین لازمه تا بدونین همزمان با ثبت هر قسمت از نوار قلب چه اتفاقی برای قلب می‌افته! برای تسلط بیشتر شما عزیزان این مطالب رو توی دو تا جدول جمع‌بندی آوردیم. پیشنهاد میکنم قبل از این که جدول اول رو بخونین یه خودآزمایی از خودتون انجام بدین و ببینین در هر قسمت از شکل که نام‌گذاری کردیم چه اتفاق‌هایی رخ می‌دهد. این شما و این هم جمع‌بندی به روش زیستاز!



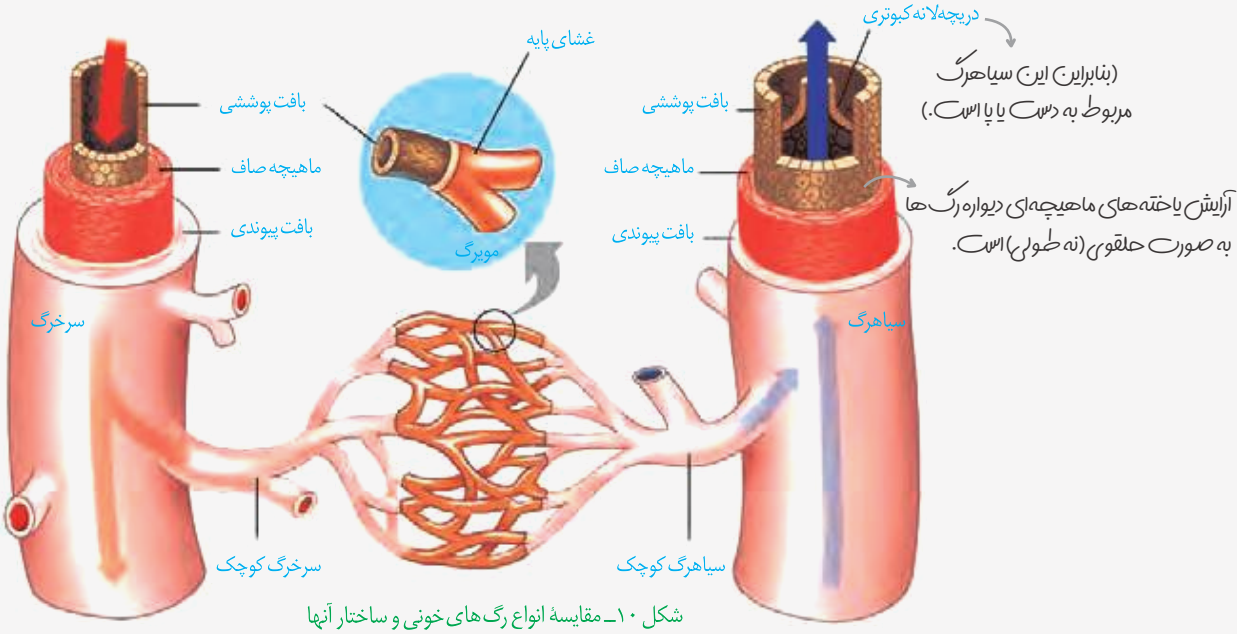
شماره	موج مربوط به	دهلیزها	بطن‌ها	دریچه‌های دولختی و سه‌لختی	دریچه‌های سینی	حجم خون دهلیزها	حجم خون بطن‌ها	مقایسه فشار
۱	ــــ	استراحت	استراحت	باز	بسته	ثابت	افزایش	سرخرگ>دهلیز>بطن
۲	انقباض دهلیز	استراحت	استراحت	باز	بسته	ثابت	افزایش	سرخرگ>دهلیز>بطن
۳	انقباض دهلیز	انقباض	استراحت	باز	بسته	کاهش	افزایش	سرخرگ>دهلیز>بطن
۴	ــــ	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	ــــ	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	ــــ	استراحت	استراحت	باز شدن	بسته	کاهش	افزایش	سرخرگ>دهلیز>بطن
۱۲	ــــ	استراحت	استراحت	باز	بسته	ثابت	افزایش	سرخرگ>دهلیز>بطن

مراحل	مرحلهٔ اول	مرحلهٔ دوم	مرحلهٔ سوم
نام	استراحت عمومی	انقباض دهلیزی	انقباض بطنی
زمان	حدود ۰/۴ ثانیه	حدود ۰/۱ ثانیه	حدود ۰/۳ ثانیه
ماهیچهٔ دهلیزها	در حال استراحت	در حال انقباض	در حال استراحت
ماهیچهٔ بطن‌ها	در حال استراحت	در حال استراحت	در حال انقباض
حجم خون دهلیزها	در حال کاهش	در حال کاهش	در حال افزایش
حجم خون بطن‌ها	در حال افزایش	در حال افزایش	در حال کاهش
بیشترین فشار خون دهلیزها	–	✓	–
بیشترین فشار خون بطن‌ها	–	–	✓
کمترین فشار خون دهلیزها	–	–	✓
کمترین فشار خون بطن‌ها	✓	–	–
مقایسهٔ فشار خون	در ابتدا سرخرگ > بطن > دهلیز بیشتر زمان‌ها: سرخرگ > دهلیز > بطن	سرخرگ > دهلیز > بطن	در ابتدا سرخرگ > بطن > دهلیز بیشتر زمان‌ها: بطن > سرخرگ > دهلیز

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

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. ۲ دیوارهٔ همهٔ سرخرگ‌ها و سیاهرگ‌ها از سه لایهٔ اصلی (نه فقط سه لایه) تشکیل شده است (شکل ۱۰). ۳ لایهٔ داخلی آنها بافت پوششی سنگ‌فرشی است که در زیر آن، غشای پایه قرار گرفته است. ۴ لایهٔ میانی آن، ماهیچه‌ای صاف است که همراه این لایه رشته‌های کشسان (الاستیک) (نه کلاژن) زیادی وجود دارد. آخرین لایه، بافت پیوندی است که لایهٔ خارجی ۵ آنها را می‌سازد.



شکل ۱۰ــ مقایسهٔ انواع رگ‌های خونی و ساختار آنها

موشکافی متن:

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 ← شبکهٔ مویرگی گلومرول ← سرخرگ وابران» (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)

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

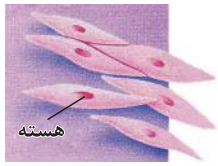
۲ ساختار هر رگ خونی متناسب با وظیفه‌ای که دارد شکل گرفته است. در نمودار بعدی ارتباط ساختار رگ‌های خونی و کار آن‌ها را بررسی می‌کنیم. *این نمودار خیلی از نظر کنکوری مهمه!*

۳ لایهٔ 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.

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 همهٔ رگ‌های خونی مستقیماً بافت پیوندی خون در تماس هستند.

۴ بافت ماهیچه‌ای صاف دارای یاخته‌های دوکی‌شکل، غیرمخطط، غیرمنشعب، تک‌هسته‌ای 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 لایهٔ میانی نازک‌تر و درنتیجه رشته‌های کشسان کمتری نسبت به سرخرگ‌ها دارند؛ اما حواستان باشد که میزان رشته‌های کشسان در سیاهرگ‌ها نیز زیاد در نظر گرفته می‌شود.

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

آیا در لایهٔ میانی سرخرگ‌ها و سیاهرگ‌ها بافت پیوندی وجود دارد؟ ممکنه بگین چون در لایهٔ میانی رشتهٔ کشسان وجود داره، پس حتماً بافت پیوندی هم داریم. اما این‌جوری نیست! حتماً توی ذهنتون سؤال پیش اومده که اگر یاختهٔ پیوندی تو لایهٔ میانی وجود نداره، 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 دیوارهٔ سرخرگ‌ها و سیاهرگ‌ها کدوم لایه رشتهٔ کشسان داره؟ میگین لایه‌های میانی و خارجی. اما اگه سوال شد کدوم لایه بافت پیوندی و کلاژن داره؟ میگین فقط لایهٔ خارجی.

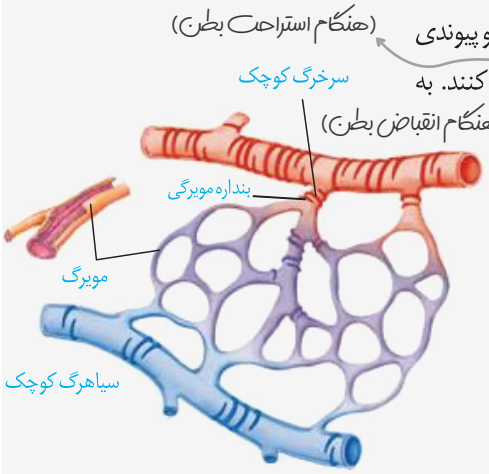
۵ لایهٔ خارجی از بافت پیوندی تشکیل شده است و رشته‌های کلاژن و کشسان دارد. اما دقت داشته باشید در سرخرگ‌ها و سیاهرگ‌های بزرگ، بیشتر رشته‌های کشسان در لایهٔ میانی دیده می‌شوند نه لایهٔ خارجی!

همهٔ اندام‌های بدن مثل قلب، مغز، معده، روده، کلیه و ... دارای سرخرگ و سیاهرگ هستند. پس در همهٔ اندام‌ها بافت پوششی سنگفرشی (یاخته‌های کشیدهٔ متصل به غشای پایه)، بافت ماهیچه‌ای صاف (یاختهٔ دوکی‌شکل) و بافت پیوندی (مادهٔ زمینه‌ای و رشتهٔ کلاژن و کشسان) مشاهده می‌شود.

رگ خونی		ویژگی مهم ساختار	وظیفه
سرخرگ	کوچک	رشته‌های کشسان زیاد در لایهٔ میانی	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
	بزرگ	ماهیچهٔ صاف زیاد و رشته‌های کشسان کمتر در لایهٔ میانی	مقاومت در برابر جریان خون و تنظیم جریان خون مویرگ با تغییر مقاومت خود
مویرگ		دیوارهٔ نازک	تبادل مواد بین خون و مایع میان بافتی
سیاهرگ		فضای داخلی زیاد و مقاومت کم	جای دادن حجم زیادی خون در خود

اگرچه ساختار پایه‌ای سرخرگ‌ها با سیاهرگ‌ها شباهت دارد، ضخامت لایهٔ 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 گِرد دیده می‌شوند،[۱] در حالی که سیاهرگ‌های هم‌اندازهٔ آنها، دیواره‌ای نازک‌تر دارند و حفرهٔ داخل آنها بزرگ‌تر است.[۲] درعین‌حال، بسیاری از سیاهرگ‌ها دریچه‌هایی دارند که جهت حرکت خون را یک‌طرفه می‌کنند. (گروهی نیز صحیح است.)

مویرگ‌ها فقط یک لایهٔ بافت پوششی همراه با غشای پایه دارند. این ساختار با وظیفهٔ آنها که تبادل مواد بین خون و مایع میان‌بافتی است، هماهنگی دارد.[۳] در دیوارهٔ مویرگ‌ها لایهٔ ماهیچه‌ای نیست؛ ولی در ابتدای بعضی از آنها حلقه‌ای ماهیچه‌ای هست که میزان جریان خون در آنها را تنظیم می‌کند و به آن **بندارهٔ مویرگی** گویند.[۴] اگرچه تنظیم اصلی جریان خون در مویرگ‌ها بر اساس نیاز بافت به اکسیژن و مواد مغذی با تنگ و گشاد شدن سرخرگ‌های کوچک انجام می‌شود که قبل از مویرگ‌ها قرار دارند[۵] (شکل ۱۱).



شکل ۱۱ـ ساختار مویرگ و بندارهٔ مویرگی

با اینکه در ابتدای بعضی مویرگ‌ها بندارهٔ مویرگی از جنس ماهیچه وجود دارد، اما این بندارهٔ جزء دیوارهٔ مویرگ در نظر گرفته نمی‌شود.

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 موردنیاز 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 جان‌کوئیرا، 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 ۲ و ۵)

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:

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 قابلیتی 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 لانه کبوتری 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.

سرخرگ‌ها

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. دیوارهٔ 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 خونِ رانده شده از بطن را در خود جای دهند. در هنگام استراحت بطن یعنی وقتی که دیگر خونی از قلب خارج نمی‌شود، دیوارهٔ 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.[۱] تغییر حجم سرخرگ، به دنبال هر انقباض بطن، به‌صورت موجی در طول سرخرگ‌ها پیش می‌رود و به صورت **نبض** احساس می‌شود.[۲]

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 ماهیچهٔ صاف دیواره، بیشتر و در هنگام استراحت، کمتر می‌شود. کم و زیاد شدن این مقاومت، میزان ورود خون به مویرگ‌ها را تنظیم می‌کند.[۳]

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

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 دیوارهٔ 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 بازهٔ زمانی که خون از بطن‌ها وارد سرخرگ‌ها نمی‌شود، باید پیوستگی جریان خون درون رگ‌ها را داشته باشیم.

۲ طبق متن کتاب درسی، نبض در نتیجهٔ 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 گشاد بشه این موارد برعکس میشن!*

اگر سرخرگی بعد از مویرگ قرار داشته باشد (مثل سرخرگ وابران کلیه و سرخرگ پشتی ماهی) تنگ شدن رگ موجب افزایش خون درون مویرگ‌های قبل از آن می‌شود. سرخرگ وابران بین دو شبکهٔ مویرگی (گلومرول و شبکهٔ 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 دیوارهٔ 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

فعّالیت 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.

خب شاید به ظاهر بگین این فعالیت هیچی نداره اولی جالبه بدونید که توی امتحان هماهنگ کشوری زیست دهم سال ۱۴۰۲، یه سوال ۱/۵ نمره‌ای از همین فعالیت ساده طرح شده بود و در سوال خواسته بودند «دو نوع دستگاه اندازه‌گیری فشار خون را بنویسید.» بنابراین هیچ یک 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 برحسب میلی‌متر جیوه است. فشار بیشینه فشاری است که خون در نتیجه انقباض بطن روی دیوارهٔ سرخرگ وارد می‌کند. فشار کمینه فشاری است که خون در هنگام استراحت قلب، به دیوارهٔ سرخرگ وارد می‌کند. ۳ (نه سانتی متر)

فشار بیشینه منشأ فشار کمینه می‌باشد. هر چه فشار بیشینه بیشتر باشد، دیوارهٔ سرخرگ‌ها بیشتر متسع شده و در هنگام بازگشت به حالت اولیه، فشار کمینهٔ بیشتری به خون وارد می‌کند.

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

فعّالیت ۶

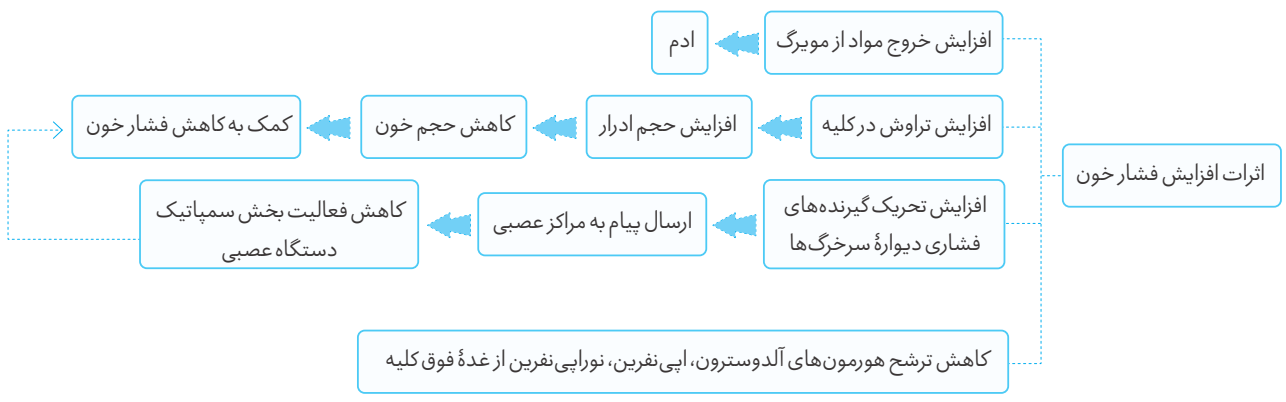
در مورد اینکه آیا نوشیدن قهوه بر فشارخون افراد تأثیر می‌گذارد یا نه، پژوهشی را طراحی کنید و با همکاری گروه درسی خود، آن را انجام دهید و نتیجه را در کلاس ارائه کنید. ۱۰

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 گفتهٔ کتاب «بیشتر در قسمت‌های عمقی حضور دارند.»

در زیر پوست قورباغه و همچنین در لایهٔ 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 جاذبهٔ 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.



۳ فشار بیشینه نتیجهٔ **انقباض لایهٔ میانی قلب** (انقباض بطنی) و فشار کمینه نتیجهٔ **خاصیت کشسانی لایهٔ میانی سرخرگ** در هنگام استراحت قلب است.

فشار کمینه در کدام مرحله از چرخهٔ ضربان قلب ثبت می‌شود؟ از نظر علمی، فشار کمینه در پایان مرحلهٔ انقباض دهلیزی ثبت می‌شود. اما خب طبق متن کتاب درسی، «فشار بیشینه در مرحلهٔ 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 مرحلهٔ استراحت عمومی در نظر بگیرید.

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.

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

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.

۴ عواملی که روی فشار خون اثر می‌گذارند می‌توانند ارثی (سابقهٔ خانوادگی و حتی چاقی) یا اکتسابی (رژیم غذایی نامناسب و دخانیات) باشند.

۵ چاقی در زمینهٔ 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 سکتهٔ 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)

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

۶ مصرف چربی و نمک چگونه باعث افزایش فشار خون میشه؟ اول چربی رو بگم براتون! مصرف لیپیدها خصوصا 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 تونن فشار کمینهٔ مناسبی ایجاد کنن و این 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 ازروده و بازجذب آب از کلیه رو افزایش میده و با ورود آب به جریان خون، فشار خون افزایش پیدا می‌کنه.

زمانی که فشار اسمزی خوناب از حدی بالاتر رود دو اتفاق در بدن انجام می‌شود تا میزان آب خوناب 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 دخانیات مطالب مختلفی در کتاب درسی می‌خوانیم: سیگار کشیدن از علل برگشت اسید معده (ریفلاکس) است. (دهم – فصل ۲) افرادی که دخانیات مصرف می‌کنند به دلیل از بین رفتن مژک‌های دستگاه تنفسی، دچار سرفه‌های مکرر می‌شوند. (دهم – فصل ۳) دخانیات با جلوگیری از رسوب کلسیم در استخوان، موجب پوکی استخوان می‌شوند. (یازدهم – فصل ۳) دخانیات از عوامل مهم سرطان‌زایی هستند. دخانیات 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 زنجیرهٔ انتقالِ الکترونِ تنفس یاخته‌ای اختلال ایجاد می‌کند. (دوازدهم – فصل ۵)

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

۹ اطلاعات مربوط به فشار خون در دنای افراد است. کسانی که به صورت ارثی فشار خون دارند در بخشی از دنای خود اختلال دارند و می‌توانند از طریق تولیدمثل 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. الّه یه روزی دانشجوی پزشکی شدین و استادتون گفت فشار مریض رو بگیرین؛ حتماً از مریض سوال بپرسین تا مطمئن بشین از نیم ساعت قبل قهوه نخورده باشه!

مویرگ‌ها

سرخرگ‌های کوچک به مویرگ‌هایی منتهی می‌شوند که کوچک‌ترین رگ‌های بدن هستند. تبادل مواد بین خون و یاخته‌های بدن، در این رگ‌ها انجام می‌شود.[۱] دیوارهٔ نازک و جریان خون کُند، امکان تبادل مناسب مواد را در مویرگ‌ها فراهم می‌کند. در عین حال مویرگ‌ها شبکهٔ وسیعی (وسیع‌ترین شبکه رگی) را در بافت‌ها ایجاد می‌کنند به طوری که فاصلهٔ بیشتر یاخته‌های بدن تا مویرگ‌ها حدود ۰/۰۲ میلی‌متر (۲۰ میکرومتر) است. این فاصلهٔ کم، مبادلهٔ سریع مولکول‌ها را از طریق انتشار، آسان‌تر می‌کند.[۲]

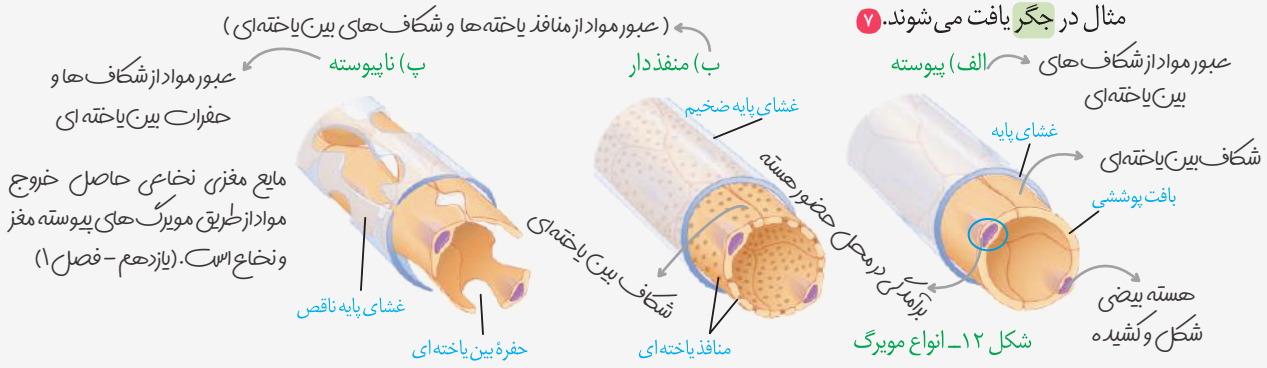
دیوارهٔ مویرگ‌ها، فقط از یک لایهٔ یاخته‌های پوششی سنگ‌فرشی ساخته شده است و ماهیچهٔ صاف ندارد.

سطح بیرونی (نه درونی) مویرگ‌ها را غشای پایه، احاطه می‌کند[۳] و نوعی صافی برای محدود کردن عبور مولکول‌های بسیار درشت به وجود می‌آورد.[۴] مویرگ‌های بدن در سه گروه قرار می‌گیرند:

در **مویرگ‌های پیوسته** یاخته‌های بافت پوششی با همدیگر ارتباط تنگاتنگی دارند. چنین مویرگ‌هایی به‌عنوان مثال در دستگاه عصبی مرکزی یافت می‌شوند که ورود و خروج مواد در آنها به شدت تنظیم می‌شود[۵] (شکل ۱۲ ـ 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 ـ ب). این مویرگ‌ها به‌عنوان مثال در کلیه یافت می‌شوند.[۶]

در **مویرگ‌های ناپیوسته** یاخته‌های پوششی به هم متصل‌اند؛ گرچه بین آنها فاصله‌هایی به‌صورت حفره‌هایی در دیوارهٔ مویرگ دیده می‌شود (شکل ۱۲ ـ پ). چنین مویرگ‌هایی به‌عنوان مثال در جگر یافت می‌شوند.[۷]



شکل ۱۲ـ انواع مویرگ

فعّالیت ۷

پیوسته بودن مویرگ‌ها در مغز و ناپیوسته بودن آنها در جگر چه مزیتی دارد؟[۸]

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 ۲، ۳ و ۵)

۲ 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)

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 تسهیل‌شده 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 آن‌جایی 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 پروترومبین 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.

۵ 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، کربن‌دی‌اکسید، 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)

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 اریتروپویتین ۴- گویچه‌های قرمز مرده و آسیب‌دیده ۵- گویچه‌های سفید ۶- آمونیاک و اوره

فعالیت ۷

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، کربن‌دی‌اکسید 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.

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)

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 وابران 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

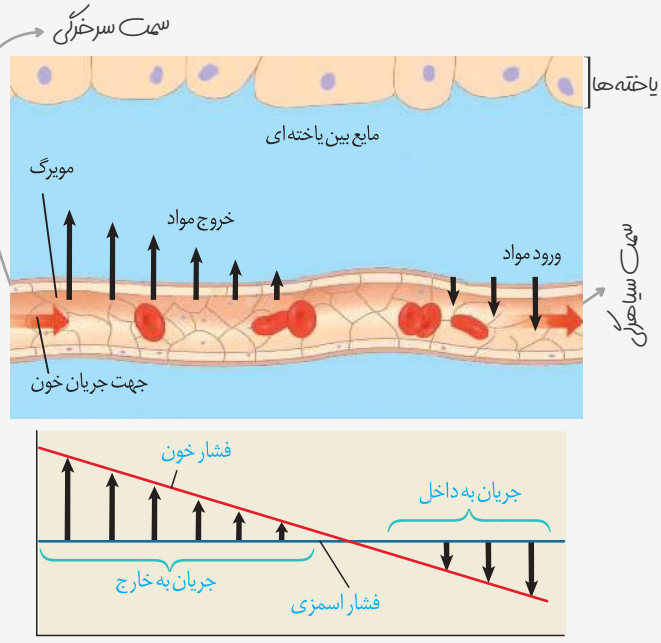
مویرگ‌ها	پیوسته	منفذدار	ناپیوسته
محل حضور	دستگاه عصبی مرکزی (مغز و نخاع) + شش‌ها	کلیه‌ها	جگر
ویژگی مهم ساختاری	ارتباط تنگاتنگ بین یاخته‌ها	غشای پایهٔ ضخیم	فاصلهٔ زیاد بین یاخته‌ها
ویژگی مهم در جابه‌جایی مواد	بیشترین کنترل ورود و خروج مواد	ممانعت از عبور مولکول‌های درشت	جابه‌جایی مواد به میزان زیاد
شکاف 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.[۱] در ابتدای سرخرگی مویرگ، فشار خون نسبت به فشار اسمزی بیشتر است و باعث خروج مواد از مویرگ می‌شود. در اینجا بخشی از خوناب به جز مولکول‌های درشت از مویرگ خارج و به بافت وارد می‌شوند. در نتیجهٔ خروج خوناب، فشار خون کاهش می‌یابد؛ به‌طوری که در بخش سیاهرگی مویرگ، فشار اسمزی از فشار خون بیشتر است، در نتیجه آب همراه با مولکول‌های متفاوت از جمله مواد دفعیِ یاخته‌ها، وارد مویرگ می‌شوند[۲] (شکل ۱۳).

کمبود پروتئین‌های خون[۳] و افزایش فشار خون درون سیاهرگ‌ها[۴] می‌تواند سرعت بازگشت مایعات از بافت به خون را کاهش دهد. در نتیجه، بخش‌هایی از بدن، متورم می‌شوند که به این حالت «خیز» یا «اِدم»[۵] می‌گویند. مصرف زیاد نمک[۶] و مصرف کمِ مایعات[۷] نیز می‌تواند به خیز منجر شود.

(نه این‌که حتماً ادم ایجاد کنند.)



شکل ۱۳ــ تبادل مواد در مویرگ‌ها

در اِدم خوناب از رگ‌ها خارج می‌شود. بنابراین حجم خون کاهش و همانوکریت افزایش می‌یابد.

موشکافی متن:

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

الف) جابه‌جایی مواد از طریق فضای بین‌یاخته‌ای: در این مسیر مواد براساس فشار خون از مویرگ خارج و از طریق انتشار به مویرگ وارد می‌شوند.

ب) جابه‌جایی مواد از طریق غشا: مولکول‌هایی که از طریق غشا جابه‌جا می‌شوند می‌توانند به چند روش جابه‌جا شوند:

۱- از طریق منافذ درون غشا (آن چیزی که در مویرگ‌های منفذدار کلیه اتفاق می‌افتد): در این روش همانند عبور مواد از فضای بین‌یاخته‌ای، مواد براساس فشار خون از مویرگ خارج و از طریق انتشار به مویرگ وارد می‌شوند.

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

۲- سایر روش‌های عبور مواد از غشا (انتشار ساده، تسهیل شده، اسمز، انتقال فعال، درون‌بری، برون‌رانی)؛ این روش‌ها ارتباطی با فشار خون 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 فشار خون و فشار اسمزی خوناب.

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

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

به جز فشار خون 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. فشار خون 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 فشار خون به تدریج کاهش می‌یابد؛ کتاب درسی عنوان می‌کند که «فشار اسمزی درون مویرگ نسبت به فشار خون به تدریج افزایش می‌یابد.»

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

هر ماده‌ای که به انتهای مویرگ وارد می‌شود، لزوماً از ابتدای آن خارج نشده است؛ مثل مواد دفعی بافت‌های بدن، مواد جذب شده در لولهٔ 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 شبکهٔ 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، تجزیهٔ پروتئین‌ها در دیابت یا در اثر افزایش هورمون کورتیزول نیز می‌توانند 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 لانه‌کبوتری، تلمبه ماهیچهٔ اسکلتی، فشار مکشی قفسهٔ سینه، سکته قلبی و بی‌تحرکی)، 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، دخانیات، استرس، رژیم غذایی پرچرب، سابقهٔ خانوادگی، نوشیدن قهوه، افزایش آلدوسترون، افزایش هورمون ضدادراری، افزایش اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین، تحریک اعصاب سمپاتیک می‌تواند احتمال وقوع اِدِم 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 لحظهٔ برابر شدن فشار اسمزی و فشار خون دیرتر از حد معمول اتفاق بیافتد، احتمال بروز خیز افزایش می‌یابد.

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 اِدِم 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 اِدِم می‌شود. ۲- افزایش نفوذپذیری رگ‌ها: آسیب به دیوارهٔ 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 بزرگ‌سیاهرگ 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.

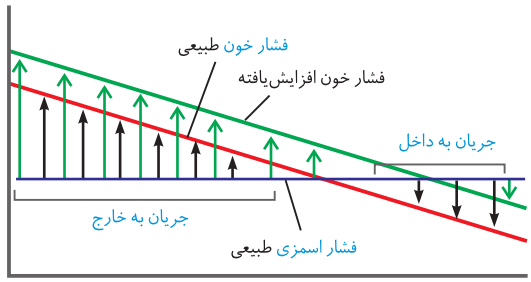
۴. اگر به فلش‌های مشکی دقت کنیم متوجه می‌شویم که میزان جابه‌جایی مواد در ابتدای مویرگ بیشتر از انتهای آن است؛ پس نتیجه می‌گیریم به طور طبیعی در بدن یک فرد سالم، اختلاف فشار خون و فشار اسمزی در ابتدای مویرگ بیشتر از انتهای مویرگ است.

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

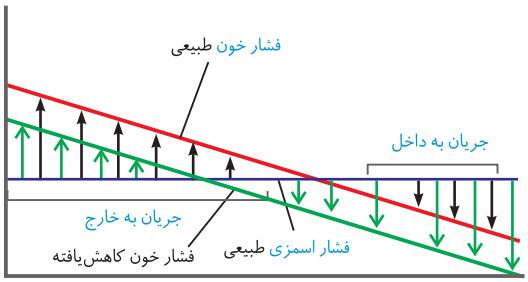
۶. با توجه به شکل حداکثر میزان خروج مواد بیشتر از حداکثر میزان ورود مواد به مویرگ است.

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 اِدِم)، باعث جابه‌جایی بیشتر این نقطه به سمت سیاهرگ و خروج بیشتر مایعات از مویرگ می‌شوند.

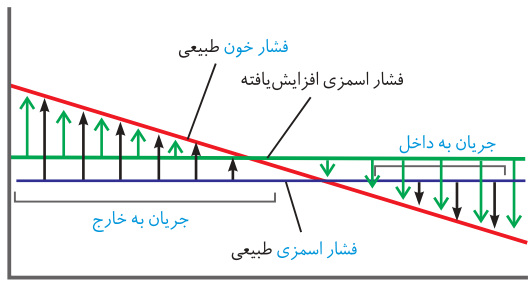
۸. کمترین میزان مواد درون مویرگ در بخشی مشاهده می‌شود که فشار خون با فشار اسمزی برابر است.



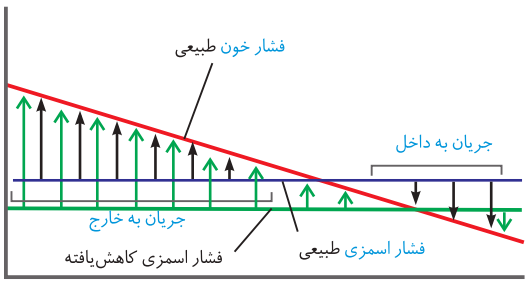
افزایش فشار خون



کاهش فشار خون



افزایش فشار اسمزی



کاهش 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 (دم فرایندی 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

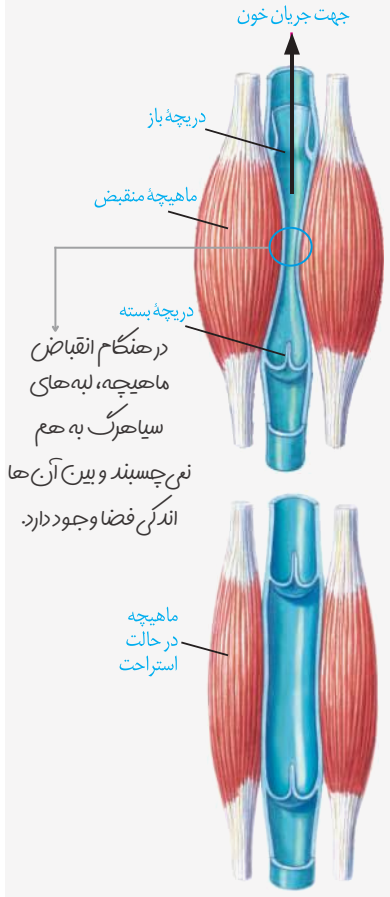
همان‌طور که در شکل ۱۰ دیدید، سیاهرگ‌ها با داشتن فضای داخلی وسیع و دیواره‌ای با مقاومت کمتر، می‌توانند بیشتر حجم خون را در خود جای دهند.[۱] باقیمانده فشار سرخرگی باعث ادامهٔ جریان خون در سیاهرگ‌ها می‌شود امّا به علت کاهش شدید فشار خون و جهت حرکت خون در سیاهرگ‌ها که در بیشتر آنها به سمت بالا است[۲] لازم است عواملی به جریان خون در سیاهرگ‌ها کمک کند.

عوامل هدایت جریان خون در سیاهرگ‌ها
- عامل اصلی ← باقی‌مانده فشار سرخرگی
- عوامل کمکی ← تلمبه ماهیچه اسکلتی، دریچه‌های لانه کبوتری، فشار مکشی قفسه سینه

تلمبه ماهیچهٔ اسکلتی: حرکت خون در سیاهرگ‌ها به ویژه در اندام‌های پایین‌تر از قلب، به مقدار زیادی به انقباض ماهیچه‌های اسکلتی وابسته است.[۳] انقباض ماهیچه‌های دست[۴] و پا،[۵] شکم و میان‌بند،[۶] 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.[۷] در هنگام انقباض هر ماهیچه در سیاهرگ مجاور آن، دریچه‌های بالایی باز و دریچه‌های پایین، بسته می‌شوند[۸] (شکل ۱۴). (اسکلتی)

فشار مکشی قفسهٔ سینه: هنگام دم به‌وجود می‌آید، که قفسهٔ سینه باز می‌شود. در این حالت فشار از روی سیاهرگ‌های نزدیک قلب برداشته می‌شود و درون آنها فشار مکشی (فشار منفی) ایجاد می‌شود که خون را به سمت بالا می‌کشد.[۹]

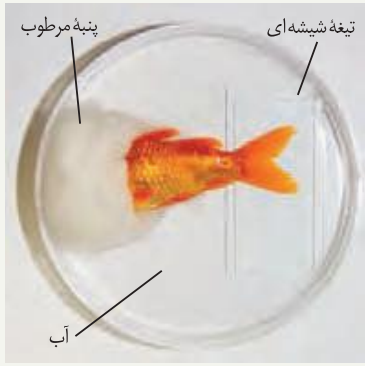


شکل ۱۴ـ تلمبه ماهیچهٔ اسکلتی و عملکرد دریچه‌های لانه کبوتری

فعالیت ۸

مشاهدهٔ گردش خون در بالهٔ دمی ماهی

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



ـ با توجه به معکوس بودن تصویر در میکروسکوپ، چگونه می‌توانید سرخرگ و سیاهرگ را در بالهٔ دمی، تشخیص دهید؟[۱۰]

ـ گزارشی از آنچه مشاهده می‌کنید به معلم خود ارائه کنید.

ـ پس از پایان کار، ماهی را به آب برگردانید.

موشکافی متن:

۱ سیاهرگ‌ها دیوارهٔ 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 بدونین بیشتر از ۷۰ درصد خون بدن توی سیاهرگ‌هاست! ۳- خاصیت ارتجاعی کمتری دارند. ۴- در برش عرضی به میزان کمتری گرد دیده می‌شوند.

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 تلمبهٔ ماهیچهٔ 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.

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

۴ در یک انسان ایستاده، همهٔ 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 قفسهٔ سینه را کاهش داده و موجب کاهش فشار مکشی قفسهٔ 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 ماهیچهٔ 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 قفسهٔ 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 صفحهٔ ۵۵ کتاب درسی «بسیاری از سیاهرگ‌ها دریچه‌هایی دارند که جهت حرکت خون را یک‌طرفه می‌کنند.»

دریچه‌های لانه کبوتری 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 اجازهٔ عبور خون را نمی‌دهد. هنگامی که ماهیچه منقبض می‌شود، فشار خون در نقطهٔ منقبض شده بیشتر از نقاط بالا و پایین آن می‌شود. در این هنگام دریچهٔ بالایی باز می‌شود و خون به سمت بالا می‌رود (فشار قسمت پایین دریچه > فشار قسمت بالای دریچه)، اما دریچهٔ پایینی بسته است. (فشار قسمت پایین دریچه < فشار قسمت بالای دریچه)

تلمبهٔ ماهیچهٔ اسکلتی و دریچه‌های لانه‌کبوتری مکمل هم هستند؛ اما نه در همهٔ نقاط بدن! چون دریچه‌های لانه‌کبوتری فقط در دست‌ها و پاها مشاهده می‌شوند، اما تلمبهٔ ماهیچهٔ اسکلتی را در اکثر نقاط بدن داریم.

۹ در زمان دم حجم قفسهٔ سینه افزایش می‌یابد ← فشار درون قفسهٔ سینه کم می‌شود ← خون از بیرون قفسهٔ سینه (جای پرفشار) به درون قفسهٔ 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 فاصلهٔ میان‌بند تا بالای قفسهٔ سینه و همچنین فاصلهٔ جناغ تا مهره‌ها افزایش می‌یابد و به طور کلی حجم قفسهٔ سینه بیشتر می‌شود. بنابراین همهٔ 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)

فعالیت ۸

۱۰ برای تشخیص سرخرگ و سیاهرگ در بالهٔ دمی سه راه وجود دارد: ۱- می‌دانیم در بالهٔ دمی ماهی، رگی که خون را به انتهای باله می‌برد، سرخرگ و رگی که خون را از بالهٔ دمی به سمت سر می‌برد، سیاهرگ است؛ همچنین می‌دانید که سرخرگ در سطح بالایی (سرخرگ پشتی) 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 بالهٔ دمی است، سیاهرگ و رگی که جریان خون درون آن به سمت سر می‌باشد، سرخرگ است! ۲- سرخرگ با دیوارهٔ قطورتر و فضای درونی کوچک‌تر و سیاهرگ با دیوارهٔ 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
			۲ عدد در ابتدای سرخرگ‌های ششی و آئورت
		تعداد زیادی دریچهٔ لانه کبوتری	در سیاهرگ‌های دست‌ها و پاها
	دریچه رگ‌های لنفی		

موشکافی شکل ۱۴:

۱. از آن‌جایی 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 لانه کبوتری درحالت 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 می‌مانند 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 تبادلی 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 آئورت 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	✓	×	×

دستگاه لنفی

دستگاه لنفی شامل لنف[۱]، رگ‌های لنفی[۲]، مجاری لنفی، گره‌های لنفی[۳] و اندام‌های لنفی است. 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 قابل توجهی پیدا می‌کند. لنف مایعی تشکیل‌شده از مواد متفاوت[۴] و گویچه‌های سفید است.

کار دیگر دستگاه لنفی، انتقال چربی‌های جذب شده از دیوارهٔ رودهٔ باریک به خون[۵] و همچنین از بین بردن میکروب‌های بیماری‌زا و یاخته‌های سرطانی[۶] است.

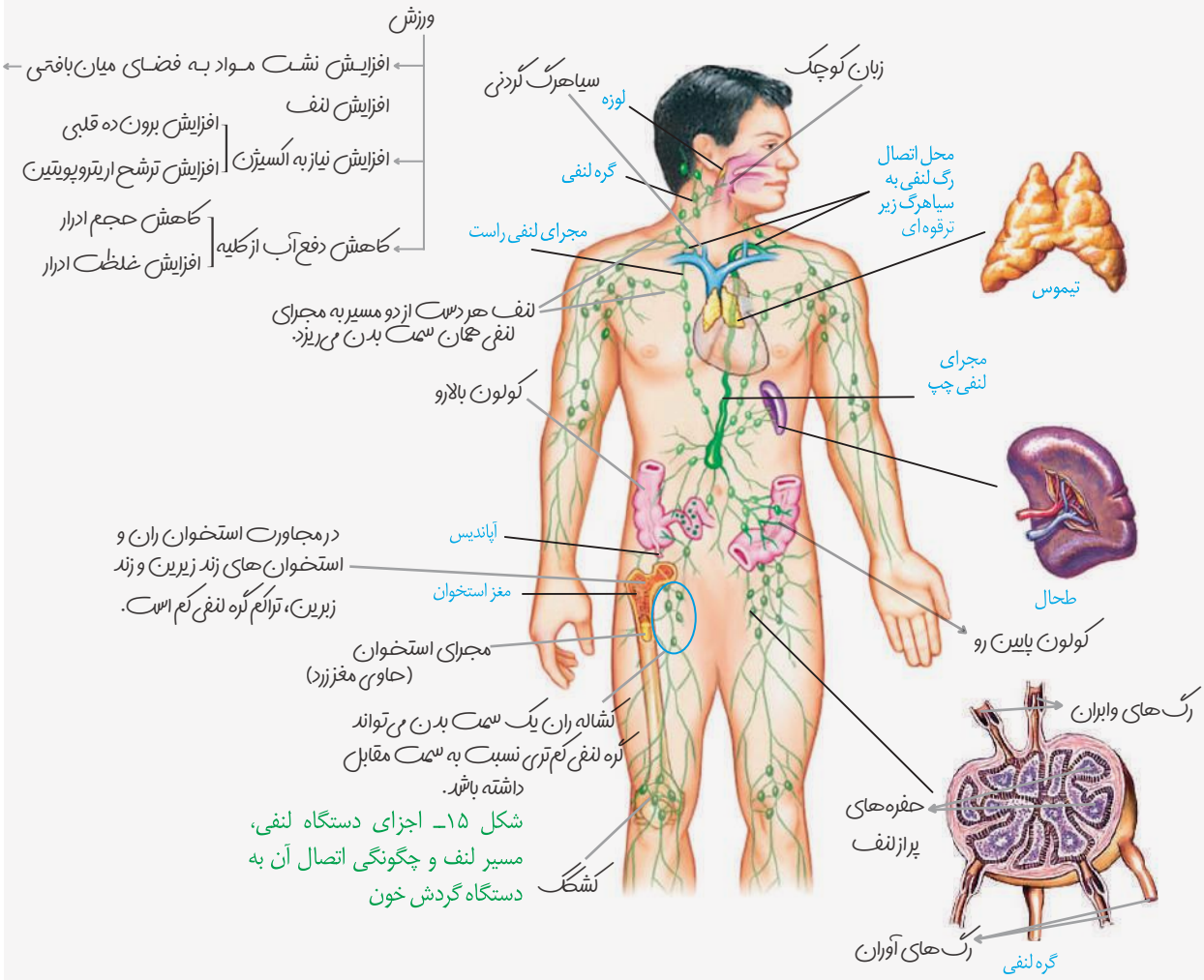
لنف بعد از عبور از مویرگ‌ها و رگ‌های لنفی از طریق دو رگ بزرگ لنفی به نام **مجرای لنفی** به سیاهرگ‌های زیر ترقوه‌ای چپ و راست[۷] می‌ریزد. بنابراین، لنف پس از تصفیه شدن به دستگاه گردش خون برمی‌گردد[۸] (شکل ۱۵).

لوزه‌ها[۹]، تیموس[۱۰]، طحال[۱۱]، آپاندیس و مغز استخوان[۱۲] اندام‌های لنفی نامیده می‌شوند.

(به جز این کارهای دیگری هم دارد.)

(فرعی)

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



شکل ۱۵ــ اجزای دستگاه لنفی، مسیر لنف و چگونگی اتصال آن به دستگاه گردش خون

موشکافی متن:

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

گویچه‌های سفید، درشت‌خوار، یاختهٔ دارینه‌ای و ماستوسیت از یاخته‌های مهم موجود در لنف هستند. به عنوان یک نکتهٔ مهم حواستون باشه که علاوه بر یاخته‌های گفته شده، یاخته‌های سرطانی و عوامل بیماری‌زا مانند باکتری‌ها نیز می‌توانند در لنف دیده شوند. (یازدهم – فصل ۵)

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، خوناب 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 خوناب مثل پروتئین‌های مکمل در التهاب می‌توانند از مویرگ خارج شوند. (یازدهم - فصل ۵)

همهٔ 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 وسیلهٔ 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 لوبیایی‌شکل در دستگاه لنفی هستند که بین رگ‌های لنفی ارتباط برقرار می‌کنند و نقش مهمی در تصفیهٔ 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 همهٔ بیماری‌ها نشت مواد به بیرون از مویرگ افزایش نمی‌یابد.

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

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 زبرین (نه زیرین) می‌شود. بنابراین به عنوان یک نکتهٔ مهم دقت داشته باشید، لنف همهٔ قسمت‌های بدن (حتی قسمت‌های پایینی بدن!) وارد بزرگ‌سیاهرگ زبرین می‌شود.

همهٔ 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 **تصفیه‌شدن** 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 مضری 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 غدهٔ بناگوشی) دیده می‌شوند و بزرگ‌شدگی آن‌ها می‌تواند در بلع اختلال ایجاد کند.

در بدن انسان سه نوع لوزه (لوزه حلقی، لوزه کامی و لوزهٔ زبانی) وجود دارد. لوزهٔ حلقی در قسمت فوقانی حلق و در مجاورت غدهٔ بناگوشی دیده می‌شود. لوزه‌های کامی در قسمت پشتی دهان قرار دارند. *اگه دهنتون رو جلوی آینه باز کنید میتونین لوزه‌های کامی رو مشاهده کنین!* لوزه‌های زبانی نیز در قسمت پشتی زبان و در مجاورت اپی‌گلوت قرار دارند. شکل کتاب درسی لوزهٔ 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 اندازهٔ آن تحلیل می‌رود. (یازدهم - فصل ۴ و ۵)

۱۱ طحال از اندام‌های غیرگوارشی موجود در محوطهٔ 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.

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 قفسهٔ سینه ← رگ‌های لنفی و گره‌های لنفی ← مجرای لنفی راست ← سیاهرگ زیرترقوه‌ای راست ← بزرگ‌سیاهرگ زبرین ← دهلیز راست.
۲- مویرگ‌های لنفی پاها، شکم، سمت چپ سر و گردن و سمت چپ قفسهٔ سینه ← رگ‌های لنفی و گره‌های لنفی ← مجرای لنفی چپ ← سیاهرگ زیرترقوه‌ای چپ ← بزرگ‌سیاهرگ زبرین ← 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. لوزهٔ نشان‌داده شده در شکل، لوزهٔ 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 قفسهٔ 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 محوطهٔ 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، کلیهٔ 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 زائدهٔ کرمی‌شکلی است که در سمت راست بدن قرار گرفته و به رودهٔ کور (اولین بخش رودهٔ 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 رودهٔ باریک، رودهٔ 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 تنهٔ استخوان‌های دراز، از خارج به داخل به ترتیب این بخش‌ها را می‌بینیم: بافت پیوندی پوشانندهٔ 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 زبرین 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 زبرین 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.

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 مجرایی 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 فاصلهٔ 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)، محدودهٔ بازو، کتف و بخش بالایی سینه، زیر بغل، آرنج، محدودهٔ مرکزی شکم، اطراف کولون پایین‌رو، بخش‌هایی از لگن (کشاله ران) و محدودهٔ زانو.

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

۲۵. تراکم گره لنفاوی در مجاورت کولون پایین‌رو بیشتر از مجاورت کولون بالارو 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. انشعاباتی از این بافت به درون گره لنفی نفوذ کرده و فضای درونی گره لنفی را به چند بخش با اندازهٔ نابرابر تقسیم می‌کند.

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 اجازهٔ 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 لانه‌کبوتری و میترال 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 تشکیل‌دهندهٔ 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 جمجمه
۲. پایین‌تر از سایرین قرار دارد ← مغز استخوان‌های پا
۳. بالاتر از قفسهٔ سینه دیده می‌شود ← لوزه‌ها و مغز استخوان
۴. پایین‌تر از قفسهٔ سینه دیده می‌شود ← طحال، آپاندیس، مغز استخوان
۵. درون قفسهٔ سینه قرار می‌گیرد ← تیموس
۶. در ناحیهٔ 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

تنظیم دستگاه گردش خون

اثر مواد روی انقباض سرخرگ‌ها:
کربن‌دی‌اکسید: 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 چرخهٔ ضربان قلب به‌طور منظم تکرار شود. در حالت عادی این ضربان و برون‌ده قلبی ناشی از آن، نیاز اکسیژن و مواد مغذی اندام‌های بدن را برطرف می‌کند. امّا در هنگام فعّالیت ورزشی یا در حالت استراحت، برون‌ده قلب باید تغییر یابد. این تنظیم‌ها با 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 (نه پیکری) انجام می‌شود. ۲ مرکز هماهنگی این اعصاب در بصل‌النخاع و پل مغزی ۳ و در نزدیکی مرکز تنظیم تنفس ۴ 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 کربن‌دی‌اکسید، باگشاد کردن سرخرگ‌های کوچک میزان جریان خون را در آنها افزایش می‌دهد. ۶

کربن‌دی‌اکسید رگ‌هایی را گشاد می‌کند که مهم‌ترین نقش را در تنظیم جریان خون موبرگی دارند.

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

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 برون‌ده‌قلبی (هنگام فعالیت ورزشی) یا کاهش برون‌ده قلبی (هنگام استراحت) باشد. سازوکارهای گفته شده وارد عمل می‌شوند تا با تنظیم برون‌ده‌قلبی، نیازهای غذایی و تنفسی بدن را تنظیم کنند.

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

۲ دستگاه عصبی خودمختار از دو بخش آسیمیک (سمپاتیک) و پادآسیمیک (پاراسمپاتیک) تشکیل شده است که فعالیت ماهیچه‌های صاف، ماهیچهٔ 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 بصل‌النخاع در تنظیم فعالیت قلب نقش دارند. در مورد فعالیت بصل‌النخاع در سال یازدهم می‌خوانید که بصل‌النخاع 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	مدت‌زمان چرخهٔ ضربان قلب	استراحت قلب	حجم ضربه‌ای	برون‌ده قلبی
بخش سمپاتیک	افزایش	افزایش	کاهش	کاهش	افزایش	افزایش
بخش پاراسمپاتیک	کاهش	کاهش	افزایش	افزایش	کاهش	کاهش

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

مرکز عصبی

تنظیم تنفس ← بصل‌النخاع و پل مغزی

تنظیم ضربان قلب و فشار خون ← بصل‌النخاع، پل مغزی، هیپوتالاموس

بلع، سرفه، عطسه ← بصل‌النخاع

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 کربن‌دی‌اکسید گیرنده‌های حساس به افزایش کربن‌دی‌اکسید تحریک می‌شوند و با ارسال پیام به مراکز عصبی موجب افزایش فشار خون می‌شوند. با افزایش کربن‌دی‌اکسید، 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 غدهٔ فوق کلیه (ساختار عصبی) با ترشح هورمون‌های اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین موجب افزایش ضربان قلب، فشار خون، گلوکز خوناب و گشاد شدن نایژک‌ها می‌شود. بخش قشری غدهٔ فوق کلیه (ساختار پوششی) با ترشح هورمون کورتیزول موجب افزایش گلوکز خوناب 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 خوناب، 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 کربن‌دی‌اکسید و یون هیدروژن) ۲- گیرندهٔ مکانیکی (گیرندهٔ 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 وظیفهٔ 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.