برای این فصل
جون گذاشتیم
تا خیالتو راحت
کنیم بچه...
دکتر شدی رفت!

فصل ۴

گردش مواد در بدن

متن کتاب درسی ۱

فصل ۴

گردش مواد در بدن

دومین عمل موفقیت‌آمیز پیوند قلب مصنوعی در ایران در سال ۱۳۹۴ در بیمارستان قلب شهید رجایی تهران روی مردی ۵۹ ساله انجام شد که سه بار سکته کرده و برون ده قلبی او به ۱۰ درصد رسیده بود. فشار خون و چگونگی اندازه‌گیری آن در بیشتر خانواده‌ها مطرح است. شاید شما هم این جملات را شنیده باشید: شخصی پس از مراجعه برای رگ‌نگاری (آنژیوگرافی)، متوجه شده است که چند تا از رگ‌های اکلیلی (کرونر) قلبش گرفته است و باید عمل کند. رفتم آزمایش خون دادم چربی خونم بالاست. خون پَهر (هماتوکریت) من طبیعی است.

منظور از رگ‌نگاری، رگ‌های اکلیلی، قلب مصنوعی، برون ده قلب و... 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.

درسنامه نموداری ۱

گردش خون

- دستگاه یکی از سطوح سازمان یابی حیات است که از چند اندام و بافت تشکیل شده است.
- دستگاه گردش مواد انسان همان دستگاه گردش خون می‌باشد.
- در باکتری‌ها، آغازیان و قارچ‌ها دستگاه گردش مواد وجود ندارد و تبادل مواد از سطح بدن انجام می‌شود.
- دستگاه گردش خون نوعی دستگاه گردش مواد است. در مرجانیان و پلاناریا حفره گوارش محل گردش مواد درون جانور است. در این جانوران، خون و دستگاه گردش خون وجود ندارد.

انواع دستگاه گردش خون

گردش خون باز

- در آن مویرگ وجود ندارد.
- در نتیجه همولنف از انتهای باز بعضی از رگ‌ها خارج می‌شود و وارد فضای بین سلولی می‌شود.
- در واقع مایع درون رگ‌های این جانوران، نقش خون، لنف و مایع بین سلولی را دارد و به آن همولنف گویند.

گردش خون بسته

انواع

گردش خون ساده

- در آن مویرگ وجود دارد.
- خون از رگ‌ها خارج نمی‌شود و تبادل مواد در مویرگ‌ها انجام می‌شود.
- در این نوع خون تیره از قلب خارج می‌شود به سطح تنفسی می‌رود و پس از تبادلات گازی مستقیما به اندام‌های بدن می‌رود و در نهایت به قلب باز می‌گردد.
- در این نوع گردش خون، فقط خون تیره از قلب عبور می‌کند و در هربار گردش خون، خون فقط یک بار از قلب عبور می‌کند.

گردش خون مضاعف

- خون تیره از قلب خارج می‌شود و به سطح تنفسی می‌رود و پس از تبادلات گازی خون روشن به قلب برمی‌گردد و سپس از طریق قلب به همه اندام‌های بدن فرستاده می‌شود.
- بنابراین، در گردش خون مضاعف خون دو بار از قلب عبور می‌کند و دو مسیر برای گردش خون وجود دارد.
- به مسیر اول که در آن خون به شش‌ها می‌رود و تصفیه می‌شود گردش خون ششی و به مسیر دوم که خون را به همه اندام‌ها میفرستد، گردش خون عمومی گویند.

khanezist.com

درسنامه نموداری ۲

وظایف و ارتباط دستگاه گردش خون با دیگر دستگاه‌های بدن

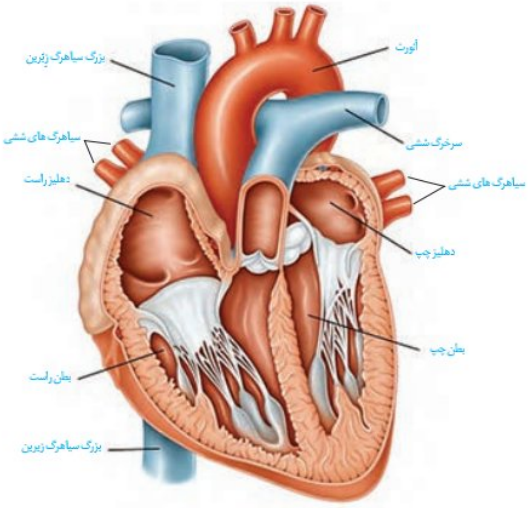
- دستگاه گردش مواد در بدن انسان شامل گردش خون و گردش لنف است.
- دستگاه تنفس- اکسیژن رسانی سلول‌ها و دفع دی اکسید کربن: قلب خون تیره (کم اکسیژن) را وارد شش‌ها می‌کند و پس از تبادلات گازی خون روشن (غنی از اکسیژن) را از شش‌ها خارج می‌کند و به سراسر سلول‌های بدن انتقال می‌دهد. اکسیژن برای تنفس سلولی و تبدیل انرژی مواد مغذی به انرژی نهفته در ATP لازم است. کربن‌دی‌اکسید نیز محصول تنفس سلولی است که باید از بدن دفع شود. ۳ ۱۰
- دستگاه گوارش- دریافت آب و مواد مغذی: مویرگ‌های خونی و لنفی دیواره لوله گوارش، مواد مغذی و آب را جذب می‌کنند. این مواد از طریق خون به سراسر بدن منتقل می‌شوند. لیپیدها و ویتامین‌های محلول در چربی وارد مویرگ‌های لنفی می‌شوند. سایر مواد جذب شده وارد مویرگ‌های خونی می‌شوند. ۲ ۱۰
- دستگاه ادراری- دفع مواد نیتروژن‌دار و تنظیم آب و یون‌ها: مواد زائد نیتروژن‌دار، توسط دستگاه گردش خون از سلول‌ها دور می‌شوند و به سمت کلیه‌ها برده می‌شوند. در کلیه، ادرار ساخته می‌شود و تعادل مواد شیمیایی موجود در خون حفظ می‌شود. منشا ادرار از خون است. خون توسط سرخرگ کلیه وارد کلیه می‌شود و پس از دفع ترکیبات سمی و زائد، سیاهرگ کلیه آن را از کلیه خارج می‌کند. ۵ ۱۰
- پوست- دفع گرمای اضافی: زمانی که دمای بدن افزایش پیدا می‌کند، جریان خون در زیر پوست افزایش می‌یابد تا مقدار اضافی گرما از بدن دفع شود.
- دستگاه هورمونی- انتقال هورمون‌ها: هورمون‌ها پس از ساخته‌شدن، به خون می‌ریزند و توسط جریان خون، به سلول هدف خود می‌رسند. هورمون‌ها علاوه بر جابجایی توسط خون، می‌توانند بر فعالیت دستگاه گردش خون نیز تاثیر بگذارند. ۴ ۱۱
- ارتباط بین دستگاه گردش خون و سایر دستگاه‌های بدن، بر اساس نگرش کل‌نگری بررسی می‌شود. ۱ ۱۰

khanezist.com

متن کتاب درسی ۲

گفتار ۱ قلب

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



درسنامه نموداری ۳

- قلب انسان از دو نیمه راست و چپ تشکیل شده که در سمت چپ قفسه‌ی سینه قرار دارد.
- قلب حفره‌ای توخالی و اندامی ماهیچه‌ای است که خون را از اندام‌ها جمع می‌کند و بطور متقابل اندام‌ها را خون‌رسانی می‌کند.
- هر نیمه نیز از یک دهلیز در بالا و یک بطن در پایین تشکیل شده است.

دستگاه گردش خون

- قلب
  - دهلیز
    - حفره‌ای که خون را از سیاهرگ دریافت می‌کند.
    - در واقع خون فقط از طریق دهلیزها وارد قلب می‌شود و در قلب انسان دو دهلیز وجود دارد؛ یکی در نیمه راست و دیگری در نیمه چپ!
  - بطن
    - حفره‌ای که خون را به سرخرگ‌ها می‌فرستد.
    - در واقع خون فقط از طریق بطن‌ها از قلب خارج می‌شود و در قلب انسان همانند دهلیز، دو بطن وجود دارد؛ یکی در نیمه راست و دیگری در نیمه چپ!

khanezist.com

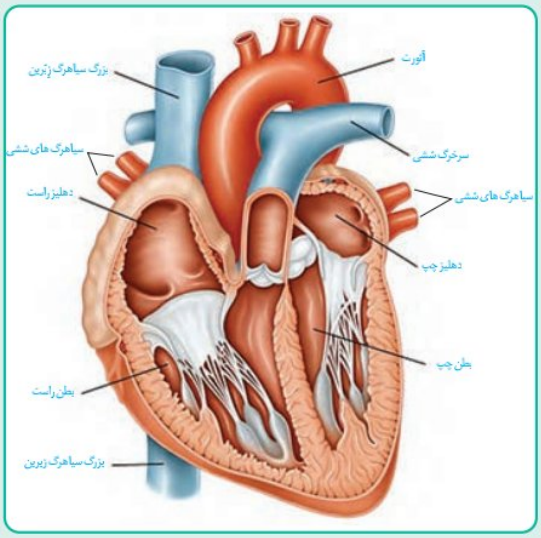
ادامه نمودار

- خون در بدن درون لوله‌های بسته‌ای حرکت می‌کند و در مواقع عادی هیچگاه در بیرون از این لوله‌ها مشاهده نمی‌شود. این لوله‌ها را «رگ خونی» می‌گویند.
- در بدن دو نوع رگ خونی و لنفی وجود دارد و در سوالات منظور از هر رگی، همه‌ی رگ‌ها است، هم رگ خونی است و هم رگ لنفی!

- رگ‌ها
  - سیاهرگ
    - رگی است که خون را به قلب نزدیک می‌کند.
    - در واقع خون اندام‌ها بوسیله سیاهرگ‌ها جمع‌آوری شده و به قلب باز می‌گردد.
    - در بدن انسان دو سیاهرگ بزرگ وجود دارد که خون تمام اندام‌ها ابتدا به آن سیاهرگ‌ها وارد شده و سپس از طریق آن دو سیاهرگ به دهلیز راست می‌ریزد.
    - این دو سیاهرگ عبارتند از: بزرگ سیاهرگ زیرین و زبرین؛ که خون اندام‌های بالاتر از قلب در نهایت به بزرگ سیاهرگ زبرین و خون اندام‌های پایینی به بزرگ سیاهرگ زیرین ریخته شده و سپس به قلب می‌رود.
  - سرخرگ
    - رگی است که خون را از قلب دور می‌کند.
    - در واقع قلب خون را از طریق بطن‌ها به سرخرگ‌ها پمپ می‌کند و سپس از طریق سرخرگ‌ها در سراسر بدن پخش شده و به اندام‌ها خون‌رسانی می‌کنند.
    - در بدن انسان سرخرگ آئورت رگی است که خون را از بطن چپ خارج کرده و پس از منشعب شدن خون در سراسر بدن، خون‌رسانی به اندام‌ها را تأمین می‌کند.
  - مویرگ
    - رگی است که ارتباط بین سیاهرگ و سرخرگ‌ها را برقرار کرده و محل تبادل مواد هستند.
- خون
  - مایعی است قرمز رنگ که درون رگ‌ها حرکت می‌کند و از سلول‌ها و پلاسما تشکیل شده است.
  - خون تیره
    - خونی است که غلظت اکسیژن در آن کم و غلظت کربن‌دی‌اکسید بالاست. (حمل اکسیژن نیز توسط هموگلوبین دیده می‌شود.)
    - این خون از اندام‌ها باز می‌گردد و اکسیژن را تحویل اندام‌ها داده و کربن‌دی‌اکسید را از اندام‌ها گرفته است.
  - خون روشن
    - خونی است که غلظت کربن‌دی‌اکسید در آن کم و غلظت اکسیژن بالاست.
    - این خون از قلب خارج می‌شود تا اکسیژن را تحویل اندام‌ها بدهد.

khanezist.com

تصویرنامه ۱



۱ قوس آئورت بالاتر از سرخرگ ششی قرار دارد.
۲ جهت قوس آئورت از جلو به عقب و از راست به چپ است.
۳ دیواره بطن‌ها نسبت به دهلیزها دیواره ضخیم‌تری دارند.
۴ بطن‌ها بزرگ‌ترین حفره‌های قلب‌اند.
۵ سرخرگ‌ها و سیاهرگ‌ها در قاعده قلب قرار دارند.
۶ ۹ رگ در مجموع به صورت مستقیم به قلب متصلند
۷ دریچه‌های سینی به برجستگی‌های داخل بطن اتصال ندارند.
۸ رگ خونی با خون تیره و یک دریچه :سرخرگ ششی
۹ بطن برخلاف دهلیز با تمام دریچه‌های قلب در ارتباط است.
۱۰ مسیر حرکت شریان‌های ریوی بصورت افقی است.
۱۱ سرخرگ ششی جلوترین سرخرگ خروجی قلب است.
۱۲ قلب انسان چهار حفره‌ای است. (شامل دو دهلیز و دو بطن) دو حفره بالایی دهلیزها و دو حفره پایینی بطن‌ها هستند.
۱۳ یکی از دیواره‌های سرخرگ ششی به دهلیز و دیگری به بطن پیوسته است.
۱۴ از سه شاخه‌ی فوقانی که از قوس آئورت جدا می‌شوند، سرخرگ سمت راست از همه قطورتر است.
۱۵ قطر سرخرگ‌های ششی بیشتر از سیاهرگ‌های ششی و کمتر از بزرگ سیاهرگ‌های زبرین و زیرین است.
۱۶ قطر آئورت از همه رگ‌های بدن بیشتر است و بیشترین حجم خون و بیشترین فشار خون را دارد.
۱۷ شاخه اصلی آئورت پس از قوس زدن از پشت قلب حرکت کرده و به اندام‌های تحتانی خون‌رسانی می‌کند.
۱۸ تعداد منفذهای دهلیز چپ : ۴ تا (سه تا سیاهرگ‌ها و یکی بین دهلیز و بطن)
۱۹ سرخرگ‌های ششی نسبت به سیاهرگ‌های ششی در محل بالاتری قرار دارند.
۲۰ سمت راست قلب به دلیل خون‌رسانی به بافت آن دارای خون روشن است اما در حفرات آن سمت فقط خون تیره مشاهده می‌شود.
۲۱ سرخرگ آئورت از بطن چپ خارج می‌شود که بلافاصله قوس زده و سه شاخه از آن (قوس آئورت، نه خود آئورت) جدا می‌شود که دوتای آن‌ها به سمت چپ می‌رود ولی یکی به سمت راست است که این سه شاخه خون‌رسانی قسمت‌های بالاتر از قلب را برعهده دارند.
۲۲ خون فقط از طریق دهلیزها وارد قلب شده و از طریق بطن‌ها از قلب خارج می‌شود.
۲۳ دهلیزها فقط با سیاهرگ‌ها در ارتباط هستند و از آن‌ها خون دریافت می‌کنند.
۲۴ در ابتدای خروج آئورت از قلب شاخه‌هایی از آن به نام سرخرگ کرونری جدا می‌شود.
۲۵ تعداد رگ‌های متصل به سمت چپ قلب بیشتر از رگ‌های متصل به سمت راست است.
۲۶ دریچه‌های دهلیزی-بطنی برخلاف دریچه‌های سینی به طناب‌های ارتجاعی دیواره داخل بطن‌ها وصلند.
۲۷ تعداد رگ‌های ورودی به نیمه چپ قلب از نیمه راست یک عدد بیشتر است.
۲۸ سیاهرگ بند ناف که خون را از مادر به جنین میبرند و سیاهرگی که در دوزیستان خون را از پوست به دهلیز چپ می‌برد، دارای خون روشن‌اند. ۷ ۱۱
۲۹ سرخرگ‌های بند ناف (خون را از جنین به جفت می‌آورند) و سرخرگ شکمی در ماهی‌ها که خون را از بطن به آبشش‌ها می‌برد و سرخرگ منتقل کننده خون به پوست در دوزیستان دارای خون تیره‌اند.
۳۰ در محل ورود سیاهرگ‌ها به دهلیزها منفذ وجود دارد؛ دیواره دهلیز چپ چهار منفذ دارد و دیواره دهلیز راست، سه منفذ!
۳۱ اغلب سیاهرگ‌های بدن خون تیره دارند اما سیاهرگ‌های ششی دارای خون روشن‌اند و در مقابل اغلب سرخرگ‌های بدن خون روشن دارند در حالیکه سرخرگ‌های ششی دارای خون تیره‌اند. ۷ ۱۱
۳۲ تعداد منفذهای هر بطن : ۲ تا (یکی بین بطن و دهلیز و دیگری مربوط به سرخرگ)
۳۳ بیشتر حجم قلب را بطن‌ها تشکیل می‌دهند و بطن‌ها بزرگ‌تر از دهلیزها هستند و جدارشان ضخیم‌تر است.

khanezist.com

۳۴ از رگی که بیشترین فشار قلب را تحمل می‌کند (آئورت)، نزدیک قلب ۳ شاخه به سمت بالا جدا می‌شود.

۳۵ سطح درونی دهلیزها صاف است ولی سطح درونی بطن‌ها به دلیل برجستگی عضلات ناصاف می‌باشد.

۳۶ همه رگ‌های سمت راست قلب الزاما با آئورت در تماس نیستند

۳۷ وقتی از سطح جلو به قلب نگاه می‌کنیم، بخش اعظم قلب را بطن راست تشکیل داده است.

۳۸ دیواره دهلیز چپ قطورتر از دهلیز راست است؛ اما دهلیز چپ از نظر اندازه کوچتر است.

۳۹ بطن‌ها خون را از دهلیزها دریافت کرده و با انقباض خود به سرخرگ‌ها می‌فرستند.

۴۰ رگ‌هایی که به بطن راست وصل می‌شوند، فقط یک سرخرگ ششی به بطن راست متصل است (از آن خارج می‌شود) که بلافاصله دو شاخه می‌شود و به هر ریه یک شاخه وارد می‌شود ولی فقط یک سرخرگ از بطن راست خارج می‌شود.

۴۱ شکل مربوط به مرحله استراحت بطن‌ها است چون دریچه‌های سینی بسته‌اند و دریچه‌های دهلیزی و بطنی بازند.

۴۲ بین دهلیز و بطن‌ها و همچنین بین بطن‌ها و سرخرگ‌ها دریچه‌هایی وجود دارد. دریچه‌های دهلیزی- بطنی توسط رشته‌هایی به نام رشته‌های ارتجاعی به برجستگی‌های ماهیچه‌ای درون بطن‌ها متصل هستند که از بسته شدن دریچه‌ها هنگام انقباض بطن جلوگیری می‌کنند. این رشته‌ها به سطح پایین دریچه‌ها متصل هستند و از طرف دیگر به برآمدگی‌های ماهیچه‌ای در پایین بطن‌ها (نوک قلب) که تعداد این رشته‌ها در دریچه‌ی سه‌لتی و بطن راست از دریچه دولتی و بطن چپ بیشتر است.

۴۳ رگ‌هایی که به دهلیز راست متصل می‌شوند؛ عبارتند از بزرگ سیاهرگ زبرین، زیرین و سیاهرگ کرونر (اکلیلی).

۴۴ سرخرگ ششی راست از سرخرگ ششی چپ بلندتر است.

۴۵ رگ‌هایی که به دهلیز چپ متصل می‌شوند عبارتند از چهار سیاهرگ ششی، دو سیاهرگ از شش راست و دو سیاهرگ از شش چپ

۴۶ سیاهرگ‌های ششی سمت راست از پشت دهلیز راست عبور کرده و وارد دهلیز چپ می‌شوند.

۴۷ سرخرگ ششی سمت چپ برخلاف سرخرگ ششی سمت راست از جلوی آئورت عبور می‌کند.

۴۸ شاخه خروجی آئورت از قلب توسط دو رگ احاطه شده: بزرگ‌سیاهرگ زبرین در راست و سرخرگ ششی در چپ.

۴۹ مقایسه‌ی ضخامت میوکارد قسمت‌های مختلف قلب از بیشتر به کمتر به ترتیب:
میوکارد (بطن چپ)، میوکارد دیواره مشترک بین دو بطن، میوکارد (بطن راست)، میوکارد دهلیز

۵۰ ضخامت عضلات میوکارد در بخش‌های مختلف متفاوت است بطوریکه در بطن راست نزدیک به نوک قلب ضخامت بطن کم می‌شود.

۵۱ نوک قلب به سمت چپ متمایل است و بطن چپ نوک قلب را ایجاد می‌کند.

۵۲ در محل ورود سیاهرگ‌ها به دهلیز هیچگونه دریچه‌ای وجود ندارد. ولی منفذ دیده می‌شود

۵۳ دیواره بطن چپ نسبت به دیواره بطن راست ضخیم‌تر است چون بطن چپ باید خون را به تمام بدن ارسال کند و برای این کار باید نیروی بیشتری ایجاد کند.

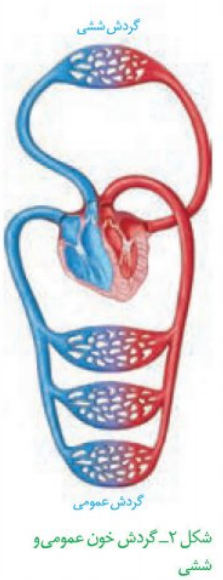
۵۴ به رگ‌های مسئول خون‌رسانی و تغذیه بافت‌های قلبی رگ‌های کرونری یا اکلیلی می‌گویند.

۵۵ اندازه رگ‌های اصلی قلب:
۱- آئورت ۲- بزرگ سیاهرگ‌ها ۳- سرخرگ ششی ۴- سیاهرگ ششی ۵- سیاهرگ کرونری

۵۶ سیاهرگ‌های ششی سمت راست طول بیشتری نسبت به سیاهرگ‌های ششی سمت چپ دارند، چون قلب به شش چپ نزدیک‌تر است و مسیر آن کوتاه‌تر!

khanezist.com

متن کتاب درسی ۳



شکل ۲ـ گردش خون عمومی و ششی

با گردش خون عمومی و ششی 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 می کند؟

ـ هر بطن خون را به کجا می فرستد؟

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

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

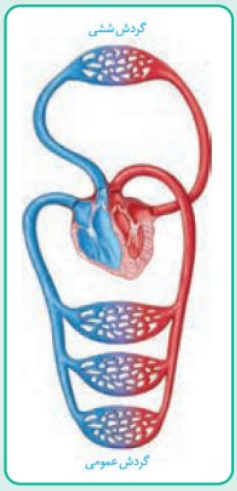
درسنامه نموداری ۴

گردش خون

- هدف از گردش خون عمومی تعیین خون‌رسانی اندام‌های مختلف بدن است که خون روشن را به سمت اندام‌های بدن می‌فرستد
- عمومی
  - در گردش عمومی خون روشن به سمت اندام‌ها رفته و پس از تیره شدن به قلب باز می‌گردد
- هدف از گردش خون ششی تصفیه خون تیره بازگشتی از اندام‌هاست و بدین منظور قلب خون را به شش‌ها می‌فرستند تا اکسیژن وارد خون شده و کربن‌دی‌اکسید از بدن خارج شود و خون تیره به خون روشن تبدیل شود.
- ششی
  - در گردش خون ششی خون تیره به شش‌ها رفته و پس از روشن شدن! به قلب باز می‌گردد.
- خون برگشتی از شش‌ها توسط سیاهرگ‌هایی (نه سیاهرگی) از هر شش به دهلیز چپ می‌رود.

khanezist.com

تصویرنامه ۲



۱ گاهی شبکه مویرگی بین دو سرخرگ است، مانند شبکه مویرگی کلافک و گاهی بین دو سیاهرگ است، مانند شبکه مویرگی بین سیاهرگ باب کبدی و سیاهرگ فوق کبدی.

۲ در حدفاصل بین سرخرگ و سیاهرگ هر اندام شبکه مویرگی قرار دارد که وظیفه تبادل گازهای تنفسی و مواد غذایی و دفعی را برعهده دارد.

۳ قلب ما از دو نیمه تشکیل شده سمت راست که خون تیره دارد و در گردش ششی نقش ایفا می‌کند و سمت چپ قلب که خون روشن دارد و در گردش عمومی خون به ایفای نقش می‌پردازد!

۴ خون تیره ابتدای مویرگ حداقل در سه جای بدن دیده می‌شود (گردش ششی و شبکه پورت کبدی و سیستم پورت هیپوفیز پیشین)

۵ به دلیل نزدیکی قلب و شش‌ها، فشار لازم برای حرکت خون در گردش خون ششی، کمتر از فشار لازم برای حرکت خون در گردش خون عمومی می‌باشد.

۶ بطن راست و دهلیز چپ مختص گردش خون ششی و بطن چپ و دهلیز راست خاص گردش خون عمومی است.

۷ در یک بار گردش خون در کل بدن، خون دوبار از قلب عبور می‌کند. یکبار در گردش خون عمومی و بار دیگر در گردش خون ششی.

۸ بطن چپ خون را از طریق آئورت به سراسر بدن پمپ می‌کند ولی بطن راست خون را از سرخرگ ششی فقط به شش می‌فرستد؛ پس بطن چپ کار بیشتری نسبت به بطن راست انجام می‌دهد و به نیروی انقباضی قوی‌تری نیاز دارد پس دیواره بطن چپ قلب نه‌تنها ضخامت بیشتری دارد بلکه از سایر قسمت‌های قلبی نیز ضخیم‌تر است.

۹ سرخرگ ششی خون را از بطن راست دریافت کرده و دارای خون تیره است.

۱۰ سیاهرگ ششی خون را وارد دهلیز چپ می‌کند و دارای خون روشن است.

۱۱ عروق کرونر نیز جزئی از گردش عمومی‌اند.

۱۲ هم در گردش خون عمومی و هم ششی تبادل گازهای تنفسی را داریم؛ در عمومی: تبادل خون با اندام‌ها و در ششی: تبادل خون با هوا.

۱۳ هدف از گردش خون ششی تبدیل خون تیره به روشن با تبادل گازهای تنفسی است.

۱۴ در اغلب مناطق بدن به شبکه مویرگی خون روشن وارد می‌شود، اما در برخی مناطق مانند شبکه مویرگی کبد و شبکه مویرگی اطراف حبابک‌ها به آن خون تیره وارد می‌شود.

۱۵ گردش عمومی خون از بطن چپ شروع شده و در دهلیز راست خاتمه می‌یابد. در مسیر گردش خون عمومی خون در اندام‌ها از روشن به تیره تبدیل می‌شود و چون مبادله اکسیژن و کربن‌دی‌اکسید در این محل اتفاق می‌افتد.

۱۶ در گردش عمومی خون، خون روشن حاوی مواد غذایی از بطن چپ بوسیله‌ی سرخرگ آئورت خارج شده و پس از تبادل گازهای تنفسی و مواد غذایی در یاخته‌ها و جذب غذا در لوله گوارش، خون تیره از طریق دو سیاهرگ بزرگ بدن به قلب باز می‌گردد.

۱۷ لنف تمام قسمت‌های بدن در نهایت از طریق بزرگ سیاهرگ زبرین به دهلیز راست وارد می‌شود.

۱۸ گردش خون عمومی اکسیژن و مواد مغذی همه اندام‌ها و بافت‌های بدن را تامین می‌کند و کربن‌دی‌اکسید و مواد دفعی آن‌ها را جمع می‌کند.

۱۹ در گردش خون عمومی تمامی اندام‌ها از جمله قلب و شش خون دریافت می‌کنند.

۲۰ در گردش عمومی ممکن است خون تیره وارد شبکه مویرگی شود (مانند سیاهرگ باب کبدی) ویا خون روشن از شبکه مویرگی (سرخرگ وابران بعد از کلافک گلومرولی کلیه‌ها) خارج شود.

۲۱ هر چه از قلب به سمت اندام‌ها و شبکه مویرگی پیش می‌رویم، فشار خون و قطر رگ‌ها و میزان اکسیژن خون کاهش می‌یابد.

۲۲ در برخی اندام‌های موجود در شکم خون اندام مستقیما توسط سیاهرگ به قلب باز نمی‌گردد بلکه ابتدا توسط سیاهرگ باب به کبد رفته و سپس توسط سیاهرگ فوق کبدی به سیاهرگ زیرین تخلیه می‌شود. ۲ ۱۰

۲۳ خون تیره‌ی حاصل از گردش خون عمومی از دهلیز راست به بطن راست می‌ریزد و سپس وارد گردش خون ششی می‌شود.

۲۴ در گردش خون ششی خون از قفسه سینه خارج نمی‌شود.

khanezist.com

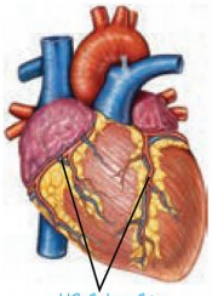
جدول مقایسه‌ای ۱

مسیر گردش خون	گردش خون عمومی	گردش خون ششی
محل شروع	بطن چپ	بطن راست
نام دریچه دهلیزی بطنی	دریچه دولختی (میترال)	دریچه سه لختی
سرخرگ خارج کننده خون	سرخرگ آئورت	سرخرگ ششی
دریچه خروجی خون	سینی آئورتی	سینی ششی
محل پایان	دهلیز راست	دهلیز چپ
سیاهرگ وارد کننده خون	بزرگ سیاهرگ‌ها و سیاهرگ کرونر	سیاهرگ‌های ششی
وظیفه	خون‌رسانی همه اندام‌ها	تصفیه خون و تبدیل خون تیره به خون روشن

متن کتاب درسی ۴

تأمین اکسیژن و مواد مغذی قلب

خونی که از درون قلب عبور می‌کند، نمی‌تواند نیازهای تنفسی و غذایی قلب را برطرف کند. به همین دلیل ماهیچهٔ قلب با رگ‌های ویژه‌ای به نام سرخرگ‌های **اکلیلی (کرونری)** که از آئورت منشعب شده‌اند، تغذیه می‌شود. این رگ‌ها پس از رفع نیاز یاخته‌های قلبی، با هم یکی می‌شوند و به‌صورت سیاهرگ اکلیلی به دهلیز راست متصل می‌شوند. بسته شدن این سرخرگ‌ها توسط لخته یا سخت شدن دیوارهٔ آنها (تصلب شرایین)، ممکن است باعث سکته قلبی شود؛ چون در این حالت به بخشی از ماهیچهٔ قلب، اکسیژن نمی‌رسد و یاخته‌های آن می‌میرند (شکل ۳).



شکل ۳ـ رگ‌های اکلیلی قلب

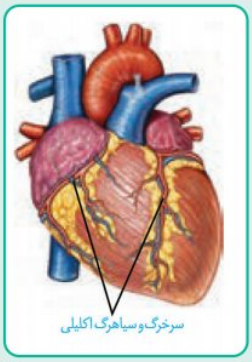
درسنامه نموداری ۵

تامین اکسیژن و مواد مغذی قلب

- هر بافت زنده‌ی بدن برای فعالیت نیاز به موادی دارد که از طریق خون تأمین می‌شود.
- قلب نیز بعنوان یک بافت زنده نیاز به خون دارد.
- هر چند خود پر از خون است؛ اما قلب امانت‌دار خون است (میشه گفت به معنای واقعی دلِ !!) و از این خون آن‌چنان استفاده نمی‌کند؛ به همین دلیل چند رگ تحت عنوان «رگ‌های کرونری» از ابتدای آئورت منشعب شده و وظیفه‌ی خون‌رسانی به قلب را برعهده دارند.
- سلول‌های ماهیچه قلبی برای فعالیت به مواد موجود در خون نیاز دارند و این مواد را نمی‌توانند از خون موجود در حفرات قلب دریافت کنند.
- بسته شدن رگ‌های کرونری توسط لخته یا سخت شدن دیواره آن‌ها (تصلب شرایین) ممکن است باعث سکته قلبی شود.
- بسته شدن توسط لخته است و تصلب شرایین سخت شدن رگ‌ها است نه بسته شدن آن‌ها.
- سکته قلبی در اثر مرگ سلول‌های قلبی و کاهش تعداد سلول‌های ماهیچه‌ای زنده قلبی است.

khanezist.com

تصویرنامه ۳


سرخرگ و سیاهرگ اکلیلی

۱ سرخرگ‌های کرونری برخلاف سیاهرگ کرونری با حفرات قلب ارتباط مستقیم ندارند.

۲ سرخرگ‌های کرونری نه تنها بافت ماهیچه‌ای قلب، بلکه سایر بافت‌های قلبی را نیز خون‌رسانی می‌کنند.

۳ وقوع سکته قلبی در اثر بسته شدن رگ‌های کرونری به دلیل نرسیدن اکسیژن و مواد مغذی به بخشی از سلول‌های ماهیچه‌ای قلبی است و باعث مرگ این سلول‌ها می‌شوند.

۴ بخش اعظم دیواره بین دو بطن توسط سرخرگ کرونری خون‌رسانی می‌شود که از شاخه‌ای که قلب را دور می‌زند، جدا شده است. در واقع سرخرگ کرونر دو شاخه چپ و راست دارد که بیشتر شاخه راست دهلیز راست و بطن راست و شاخه چپ که قلب را دور می‌زند بیشتر دهلیز چپ و بطن چپ را خون‌رسانی می‌کند و شاخه‌ای که دیواره‌ی بین دو بطن را خون‌رسانی می‌کند، از کرونر چپ جدا می‌شود و تا نوک بطن ادامه می‌یابد.

۵ سیاهرگ‌های کرونری نیز با هم یکی شده و مستقیماً و بدون نیاز به بزرگ سیاهرگ‌های زیرین و زبرین بصورت یک سیاهرگ کرونری به دهلیز راست می‌ریزد.

۶ سرخرگ‌ها و سیاهرگ‌های اکلیلی بین بافت چربی قرار دارند.

۷ برای تشخیص گرفتگی رگ‌های کرونری از رگ‌نگاری یا آنژیوگرافی استفاده می‌کنند.

۸ رگ‌های کرونری در قلب شبکه‌های مویرگی تشکیل می‌دهند تا نیاز قلب را برآورده سازند.

۹ دو سرخرگ کرونری از قسمت ابتدای آئورت جدا می‌شوند که یکی بین دهلیز راست و بطن راست قرار می‌گیرد و دیگری در بین دو بطن و ... (سرخرگ کرونری چپ)

۱۰ در کنار هر سرخرگ اکلیلی سیاهرگی اکلیلی وجود دارد که خون آن قسمت را جمع می‌کند.

۱۱ طول رگ‌های اکلیلی حفرات سمت چپ از رگ‌های اکلیلی حفرات سمت راست بیشتر است.

۱۲ محل جدا شدن سرخرگ‌های کرونری بالای دریچه سینی آئورتی است.

۱۳ تغذیه شدن میوکارد توسط خون روشن بطن چپ انجام نمی‌شود.

۱۴ از دلایل سخت شدن دیواره سرخرگ‌ها (تصلب شرایین) می‌توان به رسوب کلسترول LDL (کم چگال) در دیواره سرخرگ‌ها اشاره کرد. ۲ + ۱۰

۱۵ عروق کرونری جزو گردش عمومی‌اند.

۱۶ اکسیژن برای تنفس یاخته‌ای و تبدیل انرژی مواد قندی به انرژی موجود در ATP لازم است. ۵ + ۱۲

۱۷ سرخرگ کرونری چپ برخلاف سرخرگ کرونری راست از پشت سرخرگ ششی عبور می‌کند

۱۸ هردو انشعاباتی برروی بافت چربی ایجاد می‌کنند.

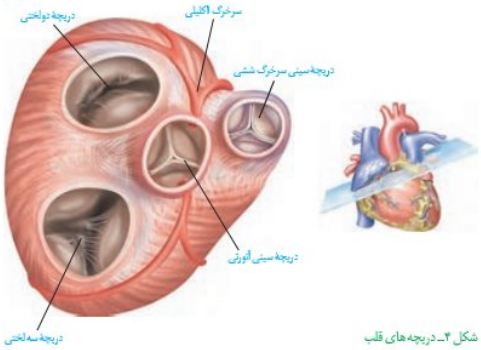
۱۹ سرخرگ کرونری چپ نسبت به راست ضخیم تر و زودتر منشعب می‌شود.

متن کتاب درسی ۵

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 به‌کار 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 خاصِ 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).



شکل ۴ـ دریچه‌های قلب

khanezist.com

درسنامه نموداری ۶

دریچه‌های قلب

- در بخش‌های مختلف دستگاه گردش مواد ساختارهایی تحت عنوان دریچه وجود دارند که باعث یک طرفه شدن جریان خون در آن قسمت‌ها می‌شوند.
- در ساختار دریچه‌ها بافت ماهیچه‌ای به کار نرفته است. بلکه بافت پوششی چین خورده است. (مشابه تارهای صوتی و یا دریچه ورودی به مثانه) ۳ ۱۰ ۵ ۱۰
- در ساختار همه دریچه‌ها در قلب بافت پیوندی (با منشا درون‌شامه در دریچه‌های دهلیزی- بطنی) نیز یافت می‌شود که به استحکام دریچه‌ها کمک می‌کند.
- علت باز و بسته شدن دریچه‌ها: ساختار خاص آن‌ها و اختلاف فشار خون دو طرف آن‌ها (با انقباض ماهیچه‌های قلبی باز و بسته شدن دریچه‌ها رخ می‌دهد.)

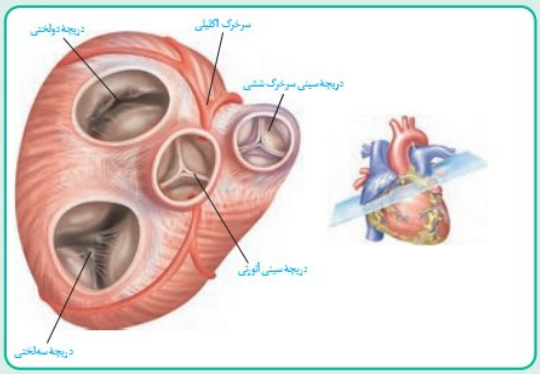
دریچه‌های دهلیزی-بطنی

- دریچه‌ی دولختی (میترال) از بازگشت خون روشن به دهلیز چپ در هنگام انقباض بطن‌ها جلوگیری می‌کند.
- دریچه‌ی سه لختی از بازگشت خون تیره به دهلیز راست در هنگام انقباض بطن‌ها جلوگیری می‌کند.
- صدای اول قلب ناشی از بسته شدن دریچه‌های دهلیزی-بطنی

دریچه‌های سینی

- سینی آئورتی که بین بطن چپ و ابتدای آئورت قرار دارد و محل عبور خون روشن است.
- سینی ششی که بین بطن راست و ابتدای سرخرگ ششی قرار دارد، از بازگشت خون تیره به بطن راست هنگام استراحت بطن‌ها ۰/۵ ثانیه سیکل قلبی جلوگیری می‌کند.
- صدای دوم قلب ناشی از بسته شدن دریچه‌های سینی قلب است.
- دریچه‌های سینی برخلاف دریچه‌های دهلیزی بطنی قطعات آویخته ندارند. (غیر آویخته‌اند)

تصویرنامه ۴



۱ کوچکترین دریچه قلب، سینی ششی است.

۲ دریچه‌های سینی از دریچه‌های دهلیزی-بطنی کوچکترند.

۳ دریچه سینی سرخرگ ششی نسبت به دیگر دریچه‌ها کروی‌تر است.

۴ جهت باز شدن دریچه‌های سینی و دهلیزی بطنی برخلاف هم است.

۵ پایین‌ترین دریچه دریچه سه لختی است و نزدیک‌ترین به دیافراگم است.

۶ خون گذرنده از کوچکترین دریچه و عقبی‌ترین دریچه در قلب تیره است.

۷ ساختار دریچه‌های سینی و دریچه‌های دهلیزی- بطنی با هم متفاوت اند؛ بطوریکه به دریچه‌های سینی رشته‌های ارتجاعی متصل نداریم. پس دریچه‌های سینی به صورت آویخته نمی‌باشند.

۸ در باز و بسته شدن دریچه‌های قلبی یون‌های کلسیم نقش ندارند چون دریچه‌ها فاقد عضله می‌باشند.

۹ خون عبوری از جلویی‌ترین دریچه قلبی روشن است ؛ در شکل به وضعیت سرخرگ کرونری راست و چپ توجه فرمایید

۱۰ جهت بسته شدن دریچه‌های سینی به طرف بطن‌ها و جهت باز شدن آن‌ها به طرف سرخرگ‌هاست.

khanezist.com

۱۱ دریچه سینی آئورتی از دریچه سینی سرخرگ ششی بزرگ‌تر است. همچنین دریچه سه لختی از دریچه دو لختی یا میترال بزرگ‌تر است.

۱۲ رشته‌های متصل کننده دریچه‌ها به برجستگی‌های ماهیچه‌ای دیواره‌ی بطن از جنس بافت پیوندی است؛ درنتیجه دریچه‌ها فاقد بافت انقباضی هستند.

۱۳ میزان کشش طناب‌های ارتجاعی در زمان باز بودن دریچه‌های دهلیزی-بطنی کمترین مقدار بوده و در زمان بسته شدنشان افزایش می‌یابد.

۱۴ دریچه سینی آئورتی مرکزی‌ترین دریچه است و در سطح شکمی قلب است و در مقطع عرضی بین ۳ دریچه دیگر است.

۱۵ سرخرگ کرونری راست جلوی دریچه سه‌لختی به دو شاخه تقسیم شده و به سمت راست قلب خون‌رسانی می‌کند.

۱۶ سرخرگ کرونری سمت چپ در فضای بین دریچه سینی ابتدای سرخرگ ششی و دریچه دو لختی به سه شاخه منشعب می‌شود که وظیفه خون‌رسانی سمت چپ را برعهده دارد.

۱۷ دریچه‌های سینی نیز همانند دریچه سه لختی دارای ۳ قسمت یا لت هستند. پس به جز دریچه میترال سایر دریچه‌های قلبی سه لختی‌اند.

۱۸ سرخرگ کرونری راست و چپ بعد از جدا شدن از سرخرگ آئورت منشعب شده و یک شاخه به سمت جلو و شاخه دیگر به سمت عقبی قلب حرکت می‌کند.

۱۹ به دریچه‌ی سینی آئورتی فشار بیشتری نسبت به دریچه سینی ششی وارد می‌شود. به دریچه دولختی نیز فشار بیشتری نسبت به سه لختی وارد می‌شود.

۲۰ جلویی‌ترین دریچه قلبی دریچه سینی سرخرگ ششی می‌باشد و عقبی‌ترین دریچه قلبی، دریچه سه لختی است.

۲۱ دریچه‌های سینی با دریچه‌های دهلیزی-بطنی همزمان باز نیستند. باز شدن یکی با بسته شدن دیگری همراه است.

۲۲ در مدت زمان انقباض بطن‌ها دریچه‌های سینی باز و دریچه‌های دهلیزی-بطنی بسته‌اند. در مدت زمان انبساط بطن‌ها و دریچه‌های سینی (۰/۵ ثانیه) دریچه‌های دهلیزی-بطنی باز هستند.

۲۳ در همه دریچه‌های قلبی ماده زمینه‌ای و رشته‌های کشسان و کلاژن می‌توان یافت.

۲۴ دریچه‌های سینی فقط با بطن در ارتباط هستند؛ در حالیکه دریچه‌های بطنی هم با دهلیزها و هم بطن‌ها در ارتباط هستند. پس می‌توان گفت تمام دریچه‌های قلبی با بطن‌ها در ارتباط‌اند.

۲۵ در بین دریچه‌های قلبی، دریچه آئورتی از همه بالاتر است و دریچه‌ی دولختی نیز بالاتر از دریچه‌ی سه‌لختی قرار دارد. پایین‌ترین دریچه قلبی نیز دریچه دهلیزی-بطنی سه لختی است.

۲۶ هم سرخرگ کرونری چپ و هم سرخرگ کرونری راست از بالای دریچه‌ای با سه قطعه عبور می‌کنند.

۲۷ در صورت بسته شدن سرخرگ کرونری چپ بخشی از ماهیچه‌های بطن می‌میرند و خون کمتری پمپ می‌کند و و خون در آن باقی میماند بنابراین خون دهلیز وارد بطن نمی‌شود و در نتیجه باعث افزایش فشار سیاهرگ‌های ششی و ایجاد ادم در شش می‌شود!!!!

۲۸ دریچه سه لختی دریچه‌ای است که قبل از بقیه دریچه‌ها با خون خروجی از سیاهرگ فوق کبدی برخورد کند.

۲۹ با انقباض عضلات بطن‌ها جهت حرکت لبه‌های تمامی دریچه‌ها بالاست.

۳۰ در صورت بسته شدن سرخرگ کرونری راست حجم خون خروجی از سینی ششی کاهش می‌یابد!!!

۳۱ سرخرگ‌های کرونری (اکلیلی) از دو مدخل مجزا (نه یک مدخل مشترک) جدا می‌شوند.

۳۲ طناب‌های ارتجاعی بطن‌ها به دیواره میانی بطن وصل شده‌اند.

۳۳ دریچه‌ها درهنگام بسته بودن، بیشترین فشار را تحمل می‌کنند.

۳۴ دریچه‌های دهلیزی بطنی پایین‌تر از دریچه‌های سینی قرار گرفته‌اند.

۳۵ درهرزمانیکه دریچه‌های دهلیزی بطنی باز هستند، نمی‌توان گفت طناب‌های ارتجاعی کمترین کشیدگی را دارند.

۳۶ هر دو سرخرگ کرونری در خون‌رسانی بخش پشتی قلب نقش دارند. سرخرگ کرونری چپ در خون‌رسانی ماهیچه بطن چپ و دهلیز چپ نقش دارد

۳۷ سرخرگ کرونری راست یک انشعاب آن بطن چپ و انشعاب دیگر آن دیواره بین دهلیز و بطن راست را خون‌رسانی می‌کند.

۳۸ توجه کنید که دهلیزها نقشی در تغیر وضعیت دریچه‌های قلبی ندارند بنابراین در هنگام استراحت عمومی همانند انقباض بطن‌ها و برخلاف انقباض دهلیزها دریچه‌ها تغییر وضعیت می‌دهند.

۳۹ نوک قلب در سمت چپ بدن قرار دارد.

۴۰ دریچه سینی ششی: کوچک‌ترین و جلویی‌ترین دریچه/ دریچه سه‌لتی: بزرگ‌ترین و عقبی‌ترین دریچه است

khanezist.com

جدول مقایسه‌ای ۲

نوع دریچه	دریچه‌های سینی		دریچه‌های دهلیزی-بطنی	
نام دریچه	سینی آئورتی	سینی ششی	میترال (دولختی)	سه لختی
محل دریچه	ابتدای آئورت	ابتدای سرخرگ ششی	بین دهلیز و بطن چپ	بین دهلیز و بطن راست
جنس	بافت پیوندی + بافت پوششی			
یاخته ماهیچه‌ای	ندارد	ندارد	ندارد	ندارد
ماده زمینه‌ای و رشته‌های کلاژن و کشسان	یافت می‌شود	یافت می‌شود	یافت می‌شود	یافت می‌شود
تعداد قطعات	۳	۳	۲	۳
جهت بازشدن	به درون سرخرگ آئورت	به درون سرخرگ ششی	به درون بطن چپ	به درون بطن راست
جهت بسته شدن	به سمت بطن چپ	به سمت بطن راست	به سمت دهلیز چپ	به سمت دهلیز راست
باز و بسته شدن	غیرفعال (بدون نیاز به صرف انرژی - در اثر اختلاف فشار دو طرف)			
نقش	جلوگیری از برگشت خون به بطن چپ	جلوگیری از برگشت خون به بطن راست	جلوگیری از برگشت خون به دهلیز چپ	جلوگیری از برگشت خون به دهلیز راست
زمان باز بودن	سیستول بطنی	سیستول بطنی	دیاستول بطنی	دیاستول بطنی
زمان بسته بودن	دیاستول بطنی	دیاستول بطنی	سیستول بطنی	سیستول بطنی
زمان بسته شدن	کمی بعد از پایان انقباض بطن‌ها		کمی بعد از شروع انقباض بطن‌ها	
مدت زمان باز بودن در یک سیکل قلبی	۰/۳ ثانیه	۰/۳ ثانیه	۰/۵ ثانیه	۰/۵ ثانیه
مدت زمان بسته بودن در یک سیکل قلبی	۰/۵ ثانیه	۰/۵ ثانیه	۰/۳ ثانیه	۰/۳ ثانیه
خون در تماس با آن	روشن	تیره	روشن	تیره
فشار وارده بر آن	بیشتر از سینی ششی	کمتر از سینی آئورتی	بیشتر از سه‌لختی	کمتر از دولختی
صدای قلب تولیدی	صدای دوم		صدای اول	

khanezist.com

متن کتاب درسی ۶

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. **صدای دوم (تاک)** واضح و کوتاه‌تر و مربوط به بسته‌شدن دریچه‌های سینی ابتدای سرخرگ‌ها است که با شروع استراحت بطن، همراه است و زمانی شنیده می‌شود که خونِ واردشده به سرخرگ‌های آئورت و ششی، قصد برگشت به بطن‌ها را دارد و با بسته‌شدن دریچه‌های سینی، جلوی آن گرفته می‌شود. 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، ممکن است صداهای غیرعادی شنیده شود.

درسنامه نموداری ۷

صداهای قلب

- شنیدن از سمت چپ قفسه سینه بوسیله گوش یا گوشی پزشکی
- مربوط به بسته شدن (نه باز شدن) دریچه‌ها است.
- هنگام شنیدن صداهای قلبی هر ۴ دریچه بسته‌اند. (نه اینکه بسته شوند)

صداهای طبیعی قلب

صدای اول

- به صورت صدای پووم کمی بعد از شروع انقباض بطن‌ها
- قوی، گنگ و طولانی‌تر
- ناشی از بسته‌شدن دریچه‌های دهلیزی-بطنی (نه اینکه بسته شدن دریچه‌ها بعد از صدا باشد.) در ابتدای انقباض بطن‌ها نه انقباض خود دریچه‌ها
- در قسمت RS از QRS
- هنگام شنیدن صدای اول قلب، فشار آئورت هنوز به حداکثر نرسیده و ورود خون به آن آغاز نشده است.
- در فاصله صدای دوم و صدای اول بعدی دهلیزها خونگیری می‌کنند؛ اما درونشان خون جمع نمی‌شودو بلافاصله وارد بطن می‌شود
- پس از شنیدن صدای اول قلب خون وارد سرخرگ‌ها می‌شود. و فشار خون آن‌ها افزایش می‌یابد.

صدای دوم

- به صورت صدای تاک کمی بعد از شروع استراحت بطن‌ها
- کوتاهتر و واضح
- در انتهای انقباض بطن‌ها که خون موجود در بطن‌ها وارد سرخرگ‌ها شدند، قسمتی از خون سرخرگ‌ها می‌خواهد به بطن‌ها برگردد. این برگشت باعث بسته شدن دریچه‌های سینی می‌شود و جلو بازگشت خون به بطن‌ها را می‌گیرد.
- در پایان ثبت موج T
- به انقباض بطن‌ها ربطی ندارد و ناشی از خاصیت ارتجاعی سرخرگ‌ها است و در ابتدای مرحله استراحت عمومی ثبت می‌شود

khanezist.com

ادامه نمودار

- در فاصله صدای اول و صدای دوم پیام استراحت بطن‌ها یعنی موج T دیده می‌شود و دهلیزها پرخون می‌شوند.
- پس از شنیدن صدای دوم قلب خون وارد بطن‌ها می‌شود و مقدار و فشار خون دهلیزها کاهش می‌یابد.

- صداهای غیرطبیعی قلب
  - متخصصان با گوش دادن دقیق به صداهای قلب و نظم آن‌ها، از سالم‌بودن قلب آگاه می‌شوند.
  - در برخی بیماری‌ها به ویژه اختلال در ساختار دریچه‌ها، بزرگ شدن قلب نقایص مادرزادی، مثل کامل‌نشدن دیواره میانی حفره‌های قلب (در گروهی از خزندگان هم جدا شدن کامل بطن‌ها وجود ندارد)

جدول مقایسه‌ای ۳

صدای قلبی	اول	دوم
نوع صدا	پووم	تاک
شدت	قوی	ضعیف
وضوح	گنگ	واضح
مدت	طولانی	کوتاه
علت	بسته شدن دریچه‌های دهلیزی-بطنی	بسته شدن دریچه‌های سینی
زمان بسته شدن دریچه	ابتدایِ سیستولِ بطنی	ابتدای استراحت عمومی
زمان شنیده شدن صدا	ابتدای سیستول بطنی	ابتدای استراحت عمومی
زمان ثبت شدن	کمی پس از ثبت موج R (بین R ,S)	T
پس از شنیدن آن ...	خون وارد سرخرگ‌ها می‌شود.	خون وارد بطن‌ها می‌شود.

khanezist.com

متن کتاب درسی ۷

سطح شکمی قلب

سطح پشتی قلب

درسنامه نموداری ۸

تشریح قلب گوسفند

- قلب گوسفند بسیار شبیه قلب انسان است.
- عروق و چربی دور قلب در مقایسه با عضله قلب رنگ روشن تری دارد.
- سیاهرگ‌ها و سرخرگ‌های قلب در بالای آن قرار دارند؛ بطوریکه دیواره سیاهرگ‌ها نزدیک تر و روی هم افتاده است. چون برخلاف سرخرگ‌ها خاصیت ارتجاعی ندارند و بافت ماهیچه‌ای کمتری دارند.
- دیواره سیاهرگ‌ها از دیواره سرخرگ‌ها ضخامت کمتری دارد. اگر سرخرگ‌ها را با انگشت فشار دهیم و رها کنیم دوباره به حالت اول برمیگردند. دیواره سرخرگ‌ها نسبت به سیاهرگ‌ها محکم‌تر است؛ به همین دلیل دهانه‌شان در نبود خود نیز باز است، اما سیاهرگ‌ها در نبود خون بسته است و دیواره‌ها روی هم خوابیده‌اند.
- رگ‌های کرونر هم در جلو و هم در عقب قلب دیده می‌شوند.
- مدخل سرخرگ‌های کرونری در بالای دریچه سینی آئورتی قرار دارد.
- سطح پشتی قلب برآمده و محدب است و رگ‌های اکلیلی در آن سطح بصورت مورب می‌باشد و در این سطح بیشتر سرخرگ‌ها دیده می‌شوند؛ در حالیکه سطح شکمی حالت صاف دارد و رگ‌های اکلیلی در آن بصورت عمودی است، همچنین در این سطح بیشتر سیاهرگ‌ها دیده می‌شوند.
- بطن چپ دیواره قطورتری نسبت به بطن راست دارد که ناشی از بیشتر بودن لایه‌ی ماهیچه‌ای آن است. دیواره بطن چپ نسبت به دیواره بطن راست ضخیم‌تر است، چون بطن چپ باید خون را به تمام بدن ارسال کند و برای این کار باید نیروی بیشتری ایجاد کند.
- اطراف عروق کرونری و در حد فاصل دهلیزها و بطن‌ها بافت چربی قرار دارد. بافت چربی بیشتر در ساختار بالای قلب وجود دارد.
- سیاهرگ کرونری (نه سیاهرگ‌ها) از سطح پشتی دهلیز راست وارد می‌شود.
- برجستگی‌ها و طناب‌های ارتجاعی در دیواره داخلی بطن‌ها است، نه در دهلیزها

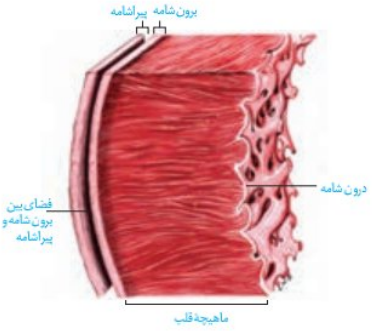
khanezist.com

متن کتاب درسی ۸

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. این بافت درون شامه را به لایه میانی یا ماهیچه‌ای قلب می‌چسباند. درون‌شامه در تشکیل دریچه‌های قلب نیز شرکت می‌کند.

لایه میانی ضخیم‌ترین لایه قلب است که **ماهیچهٔ قلب** نیز نامیده می‌شود. 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 موجود در این بافت پیوندی متصل هستند. بافت پیوندی متراکم باعث استحکام دریچه‌های قلبی می‌شود.



شکل ۵ـ ساختار بافتی قلب

بیرونی‌ترین لایهٔ دیوارهٔ قلب **برون شامه** است. این لایه روی خود برمی‌گردد و **پیراشامه** را به‌وجود می‌آورد. 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.

درسنامه نموداری ۹

ساختار قلب

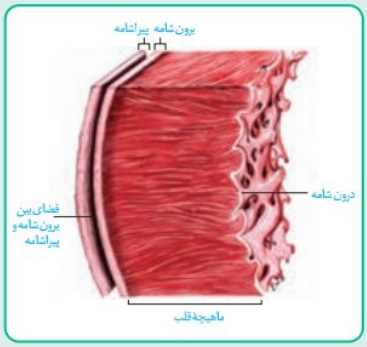
- **لایه درونی**
  - معروف به درون شامه
  - پوشاننده سطح داخلی حفرات قلبی
  - دارای لایه‌ای نازک از بافت پوششی سنگفرشی ساده
  - شرکت در تشکیل دریچه‌های قلبی
  - وجود بافت پیوندی زیر درونشامه که درون‌شامه را به لایه ماهیچه‌ای یا میانی قلب می‌چسباند.
- **لایه میانی (ماهیچه‌ای + پیوندی)**
  - ضخیم‌ترین لایه قلب و معروف به میوکارد
  - دارای یاخته‌های ماهیچه‌ای قلبی بیشتر
    - ویژگی‌های ماهیچه قلبی
      - یاخته‌های ماهیچه‌ای قلب همانند ماهیچه‌های اسکلتی، قرمزرنگ بوده و ظاهر مخطط دارند ولی همانند ماهیچه‌های صاف به صورت غیرارادی منقبض می‌شوند. (۲ ۱۰)
      - بیشتر این یاخته‌ها تک هسته‌ای و برخی دو هسته‌ای‌اند (ماهیچه‌های صاف تک هسته‌ای و ماهیچه‌های اسکلتی چندهسته‌ای‌اند.)
      - سلول‌های ماهیچه قلبی دارای انشعاب‌اند برخلاف صاف و اسکلتی
  - بافت پیوندی متراکم
    - وجود بافت پیوندی متراکم بین سلول‌های ماهیچه‌ای قلبی
    - دارای رشته‌های کلاژن که بسیاری از یاخته‌های ماهیچه‌ای به آن چسبیده‌اند
    - باعث استحکام دریچه‌های قلبی می‌شوند
  - الزاما در دیواره قلب هر لایه دارای بافت پیوندی متراکم در اطراف خود با مایعی در تماس نیست.

khanezist.com

ادامه نمودار

- لایه بیرونی
  - کیسه محافظت کننده قلب و حاوی اعصاب و عروق خونی
  - دارای دو لایه برون‌شامه (اپیکارد) و پیراشامه (پریکارد- حاصل برگشتن برون‌شامه بر روی خود)
  - دارای بافت پوششی سنگفرشی و بافت پیوندی متراکم و دارای بافت چربی جمع شده در آن
  - برون‌شامه به بافت ماهیچه‌ای قلب متصل است.
  - فضای بین برون‌شامه و پیراشامه: دارای مایع برای محافظت از قلب کمک به حرکت روان قلب : مایع توسط بافت پوششی آزاد می‌شود.
  - برون‌شامه به عنوان بیرونی‌ترین لایه قلب روی خود برمی‌گردد و پیراشامه را ایجاد می‌کند.
- در قلب هر لایه‌ای که در تماس با نوعی مایع است، الزاما از دو نوع بافت تشکیل نشده است. (درون‌شامه برخلاف برون‌شامه و پیراشامه تنها یک نوع بافت دارد.)

تصویرنامه ۵



۱ آندوکارد دورترین لایه از شش است.
۲ رگ‌های خون‌رسان قلب رگ‌های کرونری می‌باشند.
۳ در هر لایه برون‌شامه و پریکارد بافت چربی نیز می‌تواند جمع شود.
۴ اپیکارد (برون‌شامه) دقیقا به بافت ماهیچه‌ای قلب چسبیده است.
۵ در سطح داخلی آندوکارد، برآمدگی‌های ماهیچه‌ای مشاهده می‌شود.
۶ سلول‌های بخش خارجی برون‌شامه و بخش داخلی پریکارد با هم مرتبط‌اند.
۷ منظوراز بخش‌های چین خورده لایه درونی قلب همان دریچه‌های قلبی است
۸ پریکارد با پرده جنب شش‌ها تماس فیزیکی دارد و نزدیک‌ترین لایه به شش است.
۹ عروق و اعصابی که نقش عصب‌دهی و خون‌رسانی قلب را دارند، در لایه خارجی قرار دارند.
۱۰ در لایه میوکارد، اعصاب و رگ‌ها را داریم که در ادامه اعصاب و رگ‌های خونی لایه خارجی قلب‌اند.
۱۱ مایع فضای بین برون‌شامه و پیراشامه توسط خود سلول‌های پریکارد و اپیکارد ساخته می‌شود. این مایع فاقد یاخته زنده می‌باشد.
۱۲ یاخته‌های چربی فقط در لایه خارجی و کیسه‌های محافظت کننده یافت می‌شود و در بقیه لایه‌ها وجود ندارند.
۱۳ مایع بین برون‌شامه و پیراشامه مانند خون و مایع میان‌بافتی و مایع مغزی-نخاعی جزو محیط داخلی بدن است.
۱۴ در ساختار قلب هر چهار نوع بافت اصلی قابل مشاهده است.
۱۵ صفحات ماهیچه‌ای در تمام سلول‌های ماهیچه‌ای لایه میانی قلب وجود ندارند. (مثلا در ماهیچه دیواره رگ کرونری)
۱۶ لایه‌های دارای بافت عصبی شامل لایه میوکارد و لایه خارجی‌اند. در این لایه‌ها هم سلول عصبی و هم سلول غیرعصبی یافت می‌شود.
۱۷ یاخته‌های عصبی، عضلانی صاف و پیوندی و شبکه‌ی مویرگی در آندوکارد دیده نمی‌شوند؛ اما در لایه‌های دیگر قلب وجود دارند.
۱۸ سطح داخل حفرات ناصاف است که ماهیچه‌هایی‌اند که توسط بافت پوششی پوشانده شده‌اند.
۱۹ در برون‌شامه و پریکارد بافت پوششی نسبت به بافت پیوندی به فضای آبشامه‌ای نزدیک‌تر است.
۲۰ بافت پیوندی پریکارد (پیرا شامه) که از جنس بافت پیوندی رشته‌ای است، در تماس با جدار داخلی قفسه سینه قرار دارد ولی بافت پوششی پریکارد که از جنس بافت پوششی سنگفرشی است، در تماس با مایع آبشامه‌ای قرار دارد.
۲۱ ضخامت پریکارد (پیراشامه) نسبت به برون‌شامه بیشتر است.
۲۲ در دیواره دهلیز راست و دیواره بین بطن‌ها گره‌های سینوسی-دهلیزی و دهلیزی-بطنی وجود دارند که یاخته‌های ماهیچه‌ای کمترتمایزیافته‌اند (نسبت به ماهیچه‌های میوکارد)و قابلیت تولید ضربان بصورت طبیعی و بدون نیاز به تحریک عصبی را دارند.
۲۳ همه یاخته‌های موجود در دهلیزها، الزاما ماهیچه‌ای یا عصبی نیستند.

khanezist.com

جدول مقایسه‌ای ۴

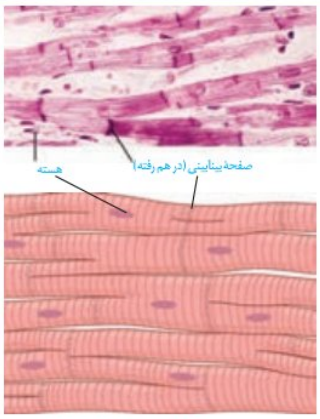
لایه	پریکارد	اپیکارد	میوکارد	آندوکارد
موقعیت	خارجی‌ترین لایه قلب	خارجی‌ترین لایه چسبیده به دیواره قلب	لایه میانی قلب	لایه درونی قلب
جنس	بافت پیوندی رشته‌ای+ بافت پوششی سنگفرشی	بافت پیوندی رشته‌ای+ بافت پوششی سنگفرشی	بافت ماهیچه‌ای قلبی +بافت پیوندی رشته‌ای	بافت پوششی سنگفرشی
ضخامت	نازک‌تر از میوکارد و ضخیم‌تر از اپیکارد	ضخیم‌تر از آندوکارد و نازک‌تر از پریکارد	ضخیم‌ترین	نازک‌ترین
صفحات بینابینی	ندارد	ندارد	بین سلول‌های ماهیچه قلبی وجود دارد نه همه یاخته‌های لایه میانی	ندارد
ارتباط مستقیم با خون	ندارد	ندارد	ندارد	دارد
شبکه مویرگی در آن	دارد	دارد	دارد	ندارد
سلول عضلانی صاف	دارد	دارد	دارد	ندارد
سلول پوششی	دارد	دارد	دارد	دارد
سلول پیوندی	دارد	دارد	دارد	ندارد
سلول عصبی	دارد	دارد	دارد	ندارد
سلول چربی	ممکن است	ممکن است	ندارد	ندارد

khanezist.com

متن کتاب درسی ۹

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 یک هسته‌ای و بعضی دو هسته‌ای‌اند. 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 و قلب در انقباض و استراحت مانند یک تودهٔ یاخته‌ای واحد عمل کند (شکل ۶). البته در محل ارتباط ماهیچهٔ دهلیزها به ماهیچهٔ بطن‌ها، بافت پیوندی عایقی وجود دارد که مانع از انقباض هم‌زمان دهلیزها و بطن‌ها می‌شود.



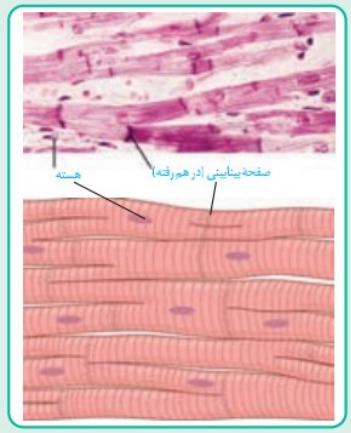
شکل ۶ ـ ساختار ماهیچهٔ قلب و ارتباط‌های یاخته‌ای آن

درسنامه نموداری ۱۰

ماهیچه قلب

- در قلب ماهیچه قلبی وجود دارد که سلول‌های آن همانند ماهیچه مخطط دارای رنگ قرمز و ظاهری مخطط‌اند.
- از طرف دیگر همانند سلول ماهیچه صاف به صورت غیرارادی منقبض می‌شوند. (۱ | ۱۰)
- سلول‌های ماهیچه قلبی از طریق صفحات بینابینی با هم در ارتباط‌اند.
- نوع ارتباط سلولی در این صفحات باعث می‌شود پیام انقباض و استراحت در سراسر بطن یا دهلیز به صورت همزمان و سریع منتشر شود و همه سلول‌های ماهیچه‌ای بطن یا دهلیز، در انقباض و استراحت مثل یک توده سلولی واحد عمل کند.
- ارتباط با صفحات بینابینی در تمام سلول‌های لایه میانی قلب نیست، بلکه در سلول‌های ماهیچه قلبی است.
- بین دهلیزها و بطن‌ها و در محل ارتباط ماهیچه دهلیز با ماهیچه بطن‌ها بافت پیوندی عایقی وجود دارد که مانع انقباض همزمان دهلیزها و بطن‌ها می‌شود. در این محل‌ها فقط بافت ماهیچه‌ای هادی، پیام را منتقل می‌کند.
- عامل اولیه پیام انقباض در قلب شبکه هادی و عامل نهایی صفحات بینابینی است. (اشاره به حالت خودکار قلب)

تصویرنامه ۶



۱ یاخته‌های ماهیچه‌ای قلبی مانند یاخته‌های ماهیچه‌ای اسکلتی، ظاهری مخطط همراه با واحدهای انقباض منظم مرتبط به هم دارند و انقباض مجموع واحدهای انقباضی باعث انقباض ماهیچه قلبی می‌شود.

۲ یاخته‌های ماهیچه‌ای اسکلتی چندهسته‌ای و استوانه‌ای، یاخته‌های ماهیچه‌ای صاف تک هسته‌ای و دوکی و یاخته‌های ماهیچه‌ی قلبی یک یا دو هسته‌ای و استوانه‌ای منشعب می‌باشند. (۱ | ۱۰)

۳ یک یاخته ماهیچه‌ای قلبی می‌تواند بصورت همزمان با یک یا چند یاخته ارتباط عرضی برقرار کند.

۴ یاخته‌های بافت ماهیچه‌ای قلبی ترکیبی از ویژگی‌های هر دو نوع ماهیچه‌ی صاف و اسکلتی را دارد.

۵ تمام یاخته‌های ماهیچه‌ای قلبی صفحات بین یاخته‌ای دارند.

khanezist.com

۶ انتقال پیام انقباض از دهلیز به بطن فقط به وسیله بافت‌هادی انجام می‌شود، نه به وسیله صفحات بینابینی سلول‌های ماهیچه‌ای قلب.

۷ هر سلول ماهیچه موجود در قلب، شبکه سارکومری ندارد (ماهیچه‌های صاف دیواره رگ‌ها) ولی سلول‌های ماهیچه قلبی همگی دارای سارکومرند. ۱ ۱۰

۸ ظاهر مخطط ماهیچه‌های قلبی و اسکلتی به دلیل توالی‌های سارکومرها می‌باشد. سارکومر واحد انقباضی عضلات است.

۹ درون یاخته‌های ماهیچه‌ای پروتئین‌هایی با خاصیت انقباضی وجود دارند که عامل انقباض این یاخته‌ها، این پروتئین‌ها می‌باشند. اکتین و میوزین از این نوع‌اند. ۱ ۱۰

۱۰ یاخته‌های عادی میوکارد دهلیز و بطن فاقد قدرت انقباض ذاتی‌اند بلکه تحت کنترل بافت گرهی تحریک می‌شوند.

۱۱ برای انقباض یاخته‌های ماهیچه‌ای به یون کلسیم و ATP نیاز است. ۳ ۱۱

۱۲ هر سلولی که فعالیت ATP سازی اش بیشتر باشد، علاوه بر تعداد میتوکندری بالا، میتوکندری‌های بزرگ‌تری خواهد داشت. مصرف انرژی و در نتیجه آن مصرف اکسیژن توسط این سلول‌ها بالاست، چون فرآیند تنفس یاخته‌ای هوازی در این سلول‌ها به شدت بالاست. ۵ ۱۲

۱۳ این سلول‌ها همانند ماهیچه صاف شبکه آندوپلاسمی گسترده ندارند و برای انقباض نیازمند کلسیم خارج سلولی است.

۱۴ هسته سلول‌های ماهیچه قلبی کشیده‌اند و برخلاف ماهیچه اسکلتی و همانند ماهیچه صاف در مرکزند.

جدول مقایسه‌ای ۵

نوع عضله	ماهیچه اسکلتی	ماهیچه صاف	ماهیچه قلبی
شکل ظاهری سلول‌ها	مخطط- دراز و نازک و استوانه‌ای	دوکی شکل	مخطط - منشعب و استوانه‌ای با صفحات ارتباطی
عمل	معمولا ارادی گاها غیرارادی تحت کنترل اعصاب پیکری	غیر ارادی تحت کنترل اعصاب خودمختار	غیر ارادی انقباض ذاتی، اما تحریک با اعصاب خود مختار
نوع انقباض	تند و کوتاه	کند و طولانی	تند و کوتاه
محل	عضلات متصل به اسکلت بدن، دیافراگم، ابتدای مری، اسفنکتر خارجی مخرج و ...	عضلات احشای داخلی (دستگاه گوارش، تنفس و ...)، عنبیه و ...	بطن‌ها و دهلیزها (لایه میوکارد قلب)
واحدهای انقباضی	واحدهای انقباضی منظم دارد	-	واحدهای انقباضی منظم دارد
رنگ	قرمز	سفید صورتی	قرمز
تعداد هسته	چند هسته ای	تک هسته ای	یک یا دو هسته ای
محل قرارگیری هسته	حاشیه سلول	مرکز سلول	مرکز سلول

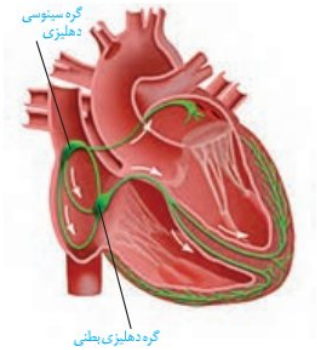
khanezist.com

متن کتاب درسی ۱۰

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. گره 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. گره 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 ۷ ـ شبکه‌هادی قلب؛ شبکه هادی به رنگ سبز نمایش داده شده است.

درسنامه نموداری ۱۱

یاخته‌های ماهیچه‌ای در قلب

- **یاخته‌های انقباضی**
  - شامل اکثر یاخته‌های ماهیچه‌ای قلبی
  - قدرت شروع انقباض ذاتی ندارند.
  - در اثر بافت گرهی قلب منقبض می‌شوند.
  - شدت فعالیتشان در اثر تحریکات سمپاتیک افزایش می‌یابد و البته توسط برخی ترشحات شیمیایی مثل هورمون اپی نفرین فوق کلیه مرکزی ۴ ۱۱
- **شبکه هادی قلب**
  - شامل برخی یاخته‌های ماهیچه‌ای قلبی (سلول عصبی نیستند)
  - بصورت خود به خود و بدون نیاز به عصب به انقباض در می‌آیند (ایجاد انقباض توسط گره پیشاهنگ)
  - شروع کننده فعالیت‌های قلب هستند. (آغاز خودبخودی توسط شبکه هادی قلب است و افزایش یا کاهش فعالیت‌های قلب توسط اعصاب انجام می‌شود.)
  - باعث می‌شوند یاخته‌های ماهیچه‌ای قلب نیز به انقباض درآیند.
  - این یاخته‌ها بصورت شبکه‌ای از رشته‌ها و گره‌ها در لایه میوکارد در بین یاخته‌های ماهیچه‌ای گسترده شده‌اند و به مجموعه‌ی آن‌ها «شبکه هادی» می‌گویند.
  - **اجزا**
    - **گره‌ها**
      - گره سینوسی - دهلیزی
        - گره سینوسی-دهلیزی (پیشاهنگ یا ضربان‌ساز) در دیواره پشتی دهلیز راست و زیر منفذ بزرگ سیاهرگ زبرین قرار دارد.
        - این گره از گره دهلیزی-بطنی بزرگ‌تر است و شروع کننده تکانه‌های قلبی (ضربان قلب) و پیام الکتریکی در قلب است (تولید موج P)

khanezist.com

ادامه نمودار

- گره دهلیزی - بطنی
  - گره دهلیزی-بطنی گره کوچک‌تری است که در دیواره پشتی دهلیز راست و بلافاصله پشت دریچه سه‌لختی واقع شده‌است.
  - این گره با گره پیشاهنگ از طریق مسیرهای بین‌گرهی با هم مرتبط‌اند.
  - در انقباض دهلیزها نقش ندارد.
  - بعد از خروج پیام از این گره بطن‌ها منقبض می‌شوند. (وظیفه تولید موج QRS)
- رشته‌ها
  - مسیرهای بین گرهی
    - می‌توانند جریان الکتریکی ایجاد شده در گره پیشاهنگ را به گره دوم منتقل کنند. (موج P)
  - دسته تارهای دهلیزی
    - این دسته از تارهای ماهیچه‌ای شبکه هادی پیام الکتریکی را از گره پیشاهنگ در دهلیز راست به دهلیز چپ منتقل می‌کنند و باعث انقباضش می‌شوند (انتقال موج p)
  - دسته تارهای بطنی
    - بعد از گره دهلیزی-بطنی دسته تارها از بافت عایق عبور می‌کنند و وارد دیواره بین دو بطن می‌شوند (عامل انتقال موج QRS)
    - این دسته تارها در ابتدای دیواره بین دو بطن به دوشاخه راست و چپ تقسیم می‌شوند
    - به سمت پایین می‌روند و پس از رسیدن به نوک قلب به سمت دیواره خارجی قلب می‌روند (رفته رفته قطورتر می‌شوند)
    - از آنجا به سمت بالا برمی‌گردند تا به بافت عایق بین دهلیز و بطن می‌رسند.
    - در طی مسیر به درون دیواره بطن‌ها نیز گسترش پیدا می‌کنند.
    - باعث می‌شوند که بطن‌ها همزمان منقبض شوند.
- فرستادن پیام از گره دهلیزی بطنی به دیواره بطن‌ها با تاخیر انجام می‌شود.
- انتقال پیام انقباض از دهلیز چپ به بطن چپ ممکن نیست بدلیل وجود بافت پیوندی عایق

khanezist.com

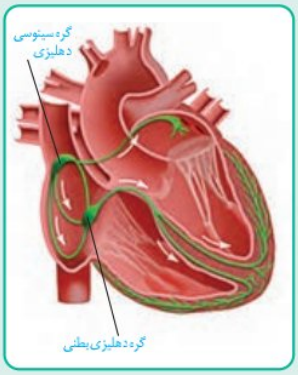
درسنامه نموداری ۱۲

تولید و انتقال پیام انقباض قلب

- گره سینوسی-دهلیزی (پیشاهنگ یا ضربان‌ساز) شروع کننده تکانه‌های قلبی (ضربان قلب) و پیام الکتریکی در قلب است. (آغاز موج P در نوار قلب تا QRS)
- دسته تارهای دهلیزی پیام الکتریکی را از گره پیشاهنگ در دهلیز راست به دهلیز چپ منتقل می‌کنند.
- مسیرهای بین گرهی می‌توانند جریان الکتریکی ایجاد شده در گره پیشاهنگ را به گره دوم منتقل کنند.
- بین دهلیز و بطن بافت پیوندی عایقی وجود دارد که جلوی حرکت پیام الکتریکی را از سلول‌های ماهیچه‌ای دهلیز به سلول‌های ماهیچه‌ای بطن می‌گیرد. فایده این بافت عایق این است که پیام انقباض دهلیزها با تاخیر به بطن‌ها می‌رسد.
- پس دهلیزها و بطن‌ها همزمان با هم منقبض نمی‌شوند و دهلیزها زودتر و مستقل از بطن‌ها منقبض می‌شوند.
- تنها راه برای انتقال با تاخیر پیام الکتریکی انقباض از دهلیز به بطن و گذر از بافت عایق، تارهای ماهیچه‌ای خاص شبکه هادی‌اند که از گره دهلیزی-بطنی به سمت بطن‌ها می‌روند.
- پیام انقباض ابتدا به نوک بطن رسیده و بطن‌ها از پایین شروع به انقباض می‌کنند، با این کار فرصت کافی برای انقباض بطن قبل از باز شدن دریچه‌های سینی وجود دارد. چون دریچه‌های سینی در سمت بالا دورتر از نوک قرار دارند و پیام انقباض دیرتر از سایر قسمت‌های بدن به ماهیچه‌های اطراف آن‌ها می‌رسد.
- پس از اینکه تحریک ایجاد شده توسط گره دهلیزی-بطنی به یاخته‌ی ماهیچه‌ای قلبی رسید، این یاخته از طریق انشعاب‌ها و ساختارهای صفحات بینابینی در سراسر قلب و از سلول به سلول منتقل می‌شود.
- پس می‌توان گفت پیام الکتریکی در قلب بین دو یاخته از طریق انشعاب‌ها و ساختارهای صفحات بینابینی یاخته‌ها منتقل می‌شود ولی بین دهلیزها و بطن‌ها از طریق شبکه هادی است.
- انقباضات گره‌های دیواره پشتی قبل از شکل‌گیری کامل قلب انجام می‌شود در انتهای ماه اول - دوم ۷ ۱۱+

khanezist.com

تصویرنامه ۷



۱ یک بافت پیوندی عایق بین دهلیزها و بطن‌ها قرار دارد بطوریکه پیام الکتریکی فقط از طریق بافت گرهی می‌تواند از دهلیز به بطن منتقل شود. دسته تارهای بین بطنی این تحریکات را از دهلیزها به بطن‌ها منتقل می‌کنند.

۲ شبکه هادی بطن‌ها و شبکه هادی دهلیزها مستقل از هم عمل می‌کنند.

۳ جهت انتقال پیام در دهلیزها از بالا به پایین و در بطن‌ها از پایین و نوک بطن به سمت بالا است.

۴ قطر دسته تارهای بین بطنی بیشتر از دسته تارهای بطنی است.

۵ هر گره شبکه هادی سبب انجام انقباض ماهیچه‌های گروهی از حفرات قلب می‌شوند.

۶ از گره دهلیزی- بطنی یک دسته تار خارج می‌شود ولی از گره سینوسی - دهلیزی چهار دسته!!

۷ در ابتدا پیام انقباض به ماهیچه‌ها می‌رسد و بعد از آن ماهیچه‌ها منقبض می‌شوند.

۸ پیام انقباض و استراحت به سرعت بین سلول‌های ماهیچه‌ای قلب (به دلیل وجود صفحات بینابینی) منتشر می‌شود.

۹ از گره پیشاهنگ ۴ دسته تار خارج می‌شود، ۳ دسته تار دو گره را ارتباط می‌دهند و ۱ دسته به دهلیز چپ می‌رود.

۱۰ انشعابات دسته‌های بطنی در دیواره‌ی خارجی بطن‌ها بیشتر است.

۱۱ در بخش‌هایی از میوکارد قلب، شبکه‌ی هادی وجود ندارد.

۱۲ در بطن‌ها اولین بخش دریافت کننده پیام الکتریکی، ابتدا دیوار مشترک بین بطنی می‌باشد و آخرین بخش دریافت کننده پیام الکتریکی دیواره بطن‌ها در مجاورت عایق پیوندی و دهلیزها می‌باشد.

۱۳ دسته تارهای متصل به گره دهلیزی-بطنی ابتدا یک شاخه در بین دو بطن پایین آمده، سپس به دو شاخه تبدیل می‌شوند.

۱۴ انتهای دسته تارهای دهلیزی قطورتر از ابتدای آن است و در انتهای خود چندین انشعاب دارد.

۱۵ هرچه طول تار قطورتر باشد سرعت ارسال پیام افزایش می‌یابد

۱۶ انتهای طول تاری که از سمت دهلیز راست به دهلیز چپ می‌رود قطور تر است.

۱۷ پیام انقباض به دهلیز راست بطور مستقیم و از طریق گره سینوسی دهلیزی ارسال می‌شود اما به دهلیز چپ و بطن‌ها بصورت غیر مستقیم (به ترتیب توسط دسته‌های دهلیزی و گره دهلیزی-بطنی)

۱۸ در گره دهلیزی-بطنی پیام انقباض با اندکی تاخیر وارد بطن می‌شود تا دهلیزها زودتر از بطن‌ها منقبض شوند و دهلیز و بطن همزمان منقبض نشوند؛ پس بطور کلی می‌توان گفت دو عامل باعث می‌شود که دهلیزها زودتر از بطن‌ها منقبض شوند:
۱-بافت عایق بین دهلیز و بطن که جلوی انتقال پیام الکتریکی را از سلول‌های ماهیچه‌ای دهلیز به بطن را می‌گیرد.
۲-ارسال پیام الکتریکی از گره دوم (نه جفت گره ها) به بطن‌ها با تاخیر انجام می‌شود. (معطل کردن پیام)

۱۹ یاخته‌های شبکه هادی با یاخته‌های ماهیچه‌ای قلبی ارتباط دارند.

۲۰ خاصیت خود تحریکی در یاخته‌های شبکه هادی از دوران جنینی است.

۲۱ صوت‌نگاری یا سونوگرافی نوعی روش تشخیصی است که به وسیله آن می‌توان عملکرد برخی اندام‌ها مثل قلب جنین را مشخص کرد. ۷ ۱۱

۲۲ سرعت هدایت جریان الکتریکی در یاخته‌های شبکه هادی زیاد است اما در یاخته‌های ماهیچه قلبی کم است، در واقع یاخته‌های شبکه هادی برای انتقال جریان الکتریکی تخصص یافته‌اند؛ به همین دلیل به آن‌ها «یاخته‌های ماهیچه‌ای خاص» هم می‌گویند.

۲۳ سلول‌های شبکه هادی ماهیچه‌ای‌اند، نه عصبی.

۲۴ ارسال پیام از دهلیز راست به چپ است، نه برعکس.

۲۵ هر دو گره شبکه هادی در دهلیز راست قرار دارند و دهلیز چپ فاقد گره است.

۲۶ طول تارهای بین گرهی با هم برابر نیست؛ بطوریکه دسته تارهای بین گرهی راست از همه طویل‌تر است.

۲۷ می‌توان گفت رشته‌هایی از شبکه هادی که نوک قلب قرار دارند می‌توانند بطور همزمان باعث انقباض هر دو بطن شوند.

۲۸ دسته تارهای بین بطنی در دیواره خارجی بطن چپ بیشتر از بطن راست است؛ چون ضخامت دیواره بطن چپ بیشتر است.

۲۹ دهلیزها با هم و بطن‌ها با هم منقبض می‌شوند.

۳۰ دسته تارهایی که پیام را از گره دوم منتقل می‌کنند، ضخیم‌ترند و سرعت هدایت بالاتری دارند.

khanezist.com

متن کتاب درسی ۱۱

چرخهٔ ضربان قلب

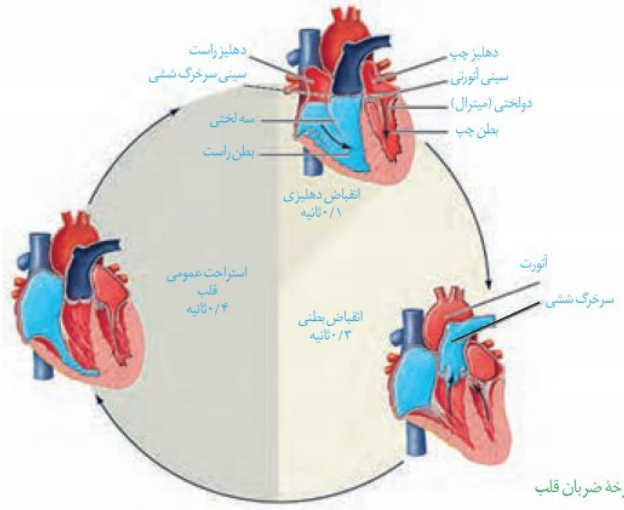
قلب تقریباً در هر ثانیه، یک ضربان دارد و ممکن است در یک فرد با عمر متوسط در طول عمر، نزدیک به سه میلیارد بار منقبض شود، بدون اینکه مانند ماهیچه‌های اسکلتی بتواند استراحتی پیوسته داشته باشد.

استراحت (**دیاستول**) و انقباض (**سیستول**) قلب را، که به طورمتناوب 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 وارد دهلیز راست و خون سیاهرگ‌های ششی به دهلیز چپ وارد می‌شود. زمان: حدود ۰/۴ ثانیه

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

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



شکل ۸ ـ مراحل چرخهٔ ضربان قلب

درسنامه نموداری ۱۳

چرخه قلبی

- هر سیکل قلبی ۰/۸ ثانیه طول می‌کشد ← در هر دقیقه ۷۵ ضربان قلب
- استراحت (دیاستول) و انقباض (سیستول) قلب است که به صورت متناوب انجام می‌شود
- در هر چرخه قلب با خون سیاهرگ‌ها پر می‌شود و سپس منقبض شده و خون را به سراسر بدن می‌فرستد.
- ماهیچه قلبی برخلاف ماهیچه اسکلتی استراحتی پیوسته ندارد.

استراحت عمومی

- تمام قلب در حال استراحت است و انقباضی در آن مشاهده نمی‌شود.
- ورود خون به حفرات قلب غیرفعال است یعنی در حال پر شدن از خون هستند و هیچگونه تلاشی برای بیرون راندن خون از قلب نمی‌کنند.
- در قلب انرژی مصرف نمی‌شود و صرفاً فشار خون موجود در رگ‌ها خون را وارد قلب می‌کنند.
- حدود ۰/۴ ثانیه طول می‌کشد، یعنی نصف یک دوره قلبی.

khanezist.com

ادامه نمودار

- دهلیزها در حال خونگیری‌اند و سیاهرگ‌ها خون را وارد دهلیز می‌کنند
- در ابتدای این مرحله دریچه‌های دهلیزی-بطنی باز می‌شوند و خون وارد شده به دهلیزها در اثر وزن خون به بطن‌ها نیز می‌ریزد.
- از طرفی دریچه‌های سینی بسته می‌شوند و هیچ خونی از بطن‌ها خارج نمی‌شود. (ابتدا بسته شدن سینی سپس بازشدن دهلیزی بطنی)
- در مرحله‌ی استراحت عمومی هم دهلیزها و هم بطن‌ها در حال خونگیری هستند و هیچگونه انقباضی در عضلات دیواره‌ی آن‌ها وجود ندارد.
- در واقع هدف از این مرحله پرشدن دهلیزها و بطن‌هاست. ولی خونی وارد سرخرگ‌ها نمی‌شود (بدلیل فشارخون زیاد آن‌ها)

انقباض دهلیزها

- ۰/۱ ثانیه طول می‌کشد.
- دهلیزها منقبض می‌شوند تا اندکی خون که در پایان دیاستول در دهلیزها جمع شده است، به بطن‌ها وارد شود.
- در این مرحله دهلیز در حالت سیستول قرار داشته و ATP مصرف می‌کند.
- مثل دیاستول قلبی، بطن‌ها هنوز در استراحت هستند، و در عبور از مرحله‌ی دیاستول قلبی به مرحله‌ی سیستول دهلیزها، بطن‌ها در استراحت می‌مانند.
- دریچه‌های دهلیزی - بطنی باز و دریچه‌های سینی بسته هستند. پس در عبور از مرحله‌ی دیاستول قلبی به مرحله‌ی سیستول دهلیزها، تغییری در وضعیت دریچه‌های قلبی دیده نمی‌شود.
- خونگیری دهلیزهادر طی چرخه انجام نمی‌شود ولی پرخون شدن یعنی جمع شدن در مرحله انقباض بطن است.

انقباض بطن‌ها

- حدود ۰/۳ ثانیه طول می‌کشد.
- با انقباض عضله‌های دیواره‌ی بطن فشار به تدریج در بطن افزایش می‌یابد؛ دریچه‌های دهلیزی بطنی بسته شده و در نتیجه دریچه‌های سینی باز می‌شوند.
- خون با فشار از درون بطن‌ها وارد سرخرگ‌های ششی و آئورت می‌شود.
- در این مرحله پس از تحریک یاخته‌های ماهیچه قلبی توسط یاخته‌های بافت‌هادی، هر دو بطن همزمان منقبض می‌شوند.
- در ابتدای انقباض بطن‌ها دریچه‌های دهلیزی-بطنی بسته می‌شوند؛ پس صدای اول قلب را می‌شنویم.
- فاصله بین صدای اول و دوم قلب ۰/۳ ثانیه است.
- از دهلیزها خروج خون مشاهده نمی‌شود و در حال پرخون شدن هستند.
- شروع افزایش فشار بطن قبل از انقباض آن‌ها است، نه بعد از انقباض.
- بعد از انقباض بطن‌ها در مرحله استراحت عمومی صدای دوم شنیده می‌شود (بسته شدن دریچه سینی)

khanezist.com

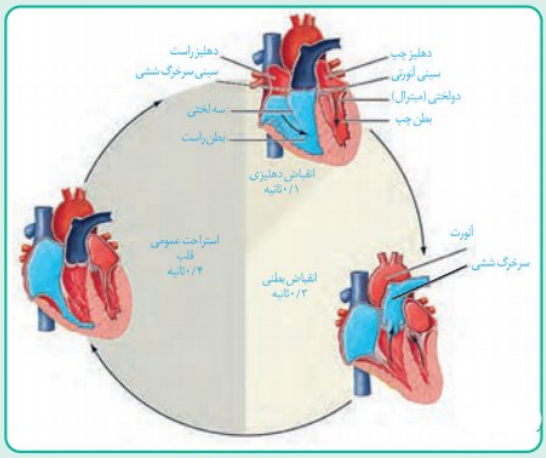
درسنامه نموداری ۱۴

فشار خون در قلب

- وقتی بطن‌ها شروع به منقبض شدن می‌کنند، فشار درون آن‌ها کمتر از فشار آئورت و سرخرگ‌های ششی است؛ در نتیجه دریچه‌های سینی نمی‌توانند باز شوند
- ولی با افزایش فشار درون بطن‌ها فشار آن‌ها بیشتر از فشار دهلیزها می‌شود؛ در نتیجه دریچه‌های دهلیزی-بطنی بسته می‌شوند. پس از زمانی که دریچه‌های دهلیزی- بطنی بسته می‌شوند، دریچه‌های سینی باز می‌شوند
- پس بطن‌ها مدت کمی بدون اینکه خونی از خود خارج کنند، منقبض می‌شوند تا فشار درون خود را بالا ببرند.
- اگر فشار بطن از فشار آئورت بیشتر شود، خون از دریچه‌های سینی خارج می‌شود.
- پس از پایان انقباض بطن‌ها دریچه‌های سینی شروع به بسته شدن می‌کنند و در پایان بسته شدن آن‌ها دریچه‌های دهلیزی-بطنی شروع به باز شدن کرده و ورود خون به بطن آغاز می‌شود.
- بعد از پایان انقباض بطن‌ها، لحظه‌ای وجود دارد که دریچه‌های سینی و دهلیزی بطنی دوباره همزمان بسته هستند.

khanezist.com

تصویرنامه ۹



۱ در ابتدای مرحله‌ی استراحت عمومی دریچه‌های دهلیزی-بطنی بسته‌اند و باز می‌شوند ولی دریچه‌های سینی بسته می‌شوند و در طول کل این مرحله نیز (۰/۴ ثانیه) دریچه‌های دهلیزی-بطنی باز می‌مانند ولی دریچه‌های سینی بسته!

۲ در مرحله استراحت عمومی خون بصورت غیرفعال و بدون نیاز به انقباض دهلیزها وارد بطن‌ها می‌شود.

۳ در مرحله انقباض بطن‌ها، بیشترین فشار به دریچه‌ی دولختی (میترال) وارد می‌شود، چون بطن چپ دیواره‌ی قطورتری دارد و طی این ۰/۳ ثانیه بسته بودن، دریچه فشار بیشتری را متحمل می‌شود.

۴ بیشترین مصرف انرژی ماهیچه قلبی در سیستول بطنی است.

۵ در طی انقباض بطن‌ها، دهلیزها در حالت دیاستول قرار دارند و خون وارد آن‌ها می‌شود، اما برخلاف مرحله دیاستول قلبی، خون وارد شده به دهلیزها به دلیل بسته بودن دریچه‌های دهلیزی-بطنی در دهلیزها جمع شده و به بطن‌ها نمی‌ریزد؛ در نتیجه فشار خون دهلیزها اندکی افزایش می‌یابد.

۶ در حدود چند صدم ثانیه در ابتدای شروع انقباض بطن‌ها و بعد پایان انقباض بطن‌ها، (در ابتدای استراحت عمومی) هر چهار دریچه قلبی بسته هستند.

۷ در طی انقباض بطن‌ها، دهلیزها در حالت دیاستول قرار دارند و خون وارد آن‌ها می‌شود

۸ طی انقباض بطن‌ها با تجمع خون در دهلیزها و بزرگ شدن و کشیده شدن دیواره، تارهای دیواره دهلیزها طویل‌تر می‌شود.

۹ علت انتشار همزمان پیام الکتریکی در بطن‌ها: ۱- سرعت پایین هدایت پیام در یاخته‌های ماهیچه‌ای دیواره بین‌بطنی ۲- سرعت زیاد هدایت پیام در شبکه هادی دیواره خارجی بطن‌ها

۱۰ قبل از مرحله استراحت عمومی، انقباض بطن‌ها را داریم. پس در ابتدای مرحله دیاستول قلبی، ماهیچه‌های بطنی به حالت استراحت در می‌آیند؛ ولی ماهیچه‌های دهلیزی در حالت استراحت باقی می‌مانند. (چون قبلاً در حال استراحت بوده‌اند).

۱۱ کمترین فشار خون دهلیزها همزمان با شروع انقباض بطن‌ها است.

۱۲ دریچه‌های دهلیزی-بطنی فقط در مرحله‌ی انقباض بطن‌ها بسته هستند و در بقیه مراحل بازند. در یک سیکل قلبی حدود ۰/۳ ثانیه بسته و ۰/۵ ثانیه باز هستند.

۱۳ در پایان مرحله سیستول بطن‌ها، هنوز هم مقداری خون در بطن‌ها وجود دارد.

۱۴ با کاهش حجم خون دهلیزها (بعد از انقباض بطن و طی استراحت قلب)، فشار سرخرگی کاهش دارد.

۱۵ به طور کلی محل قرارگیری هر حفره قلبی خلاف جهت حرکت خون درون آن‌ها است. (دهلیز در بالا، حرکت خون رو به پایین)

۱۶ در مرحله استراحت عمومی خون فقط در بطن‌ها و دهلیزها ذخیره می‌شود (خروج خون از قلب نداریم)

۱۷ طی دیاستول قلب فشارخون در سرخرگ‌ها، دهلیزها و بطن‌ها کاهش می‌یابد. چون در این مرحله، خونی وارد سرخرگ نمی‌شود و خاصیت ارتجاعی دیواره آن‌ها فشار ذخیره شده در سیستول قلبی را مصرف می‌کند، پس فشار درون سرخرگ‌ها (آئورت) کاهش می‌یابد. دهلیزها و بطن‌ها نیز فقط بطور غیرفعال از خون پر می‌شوند.

۱۸ در انتهای مرحله استراحت عمومی انقباض سلول‌های ماهیچه‌ای شبکه هادی شروع می‌شود؛ اما منظور از استراحت و انقباض در چرخه ضربان قلب، فعالیت سلول‌های ماهیچه‌ای مسئول انقباض دهلیزها و بطن‌ها است.

۱۹ در مرحله دیاستول قلبی فشار درون بطن کمتر از فشار درون دهلیزها می‌شود علت باز بودن دریچه‌های دهلیزی-بطنی نیز همین است.

۲۰ مرحله سیستول بطنی با شروع دیاستول دهلیزی همزمان است.

۲۱ هر چند خون دهلیز به بطن می‌ریزد ولی خون ورودی به دهلیز بیشتر از خون خروجی از آن است؛ در نتیجه در پایان دیاستول قلبی مقداری خون درون دهلیز وجود دارد.

۲۲ در مرحله‌ی سیستول دهلیزها فشار دهلیزها و بطن‌ها بیشتر می‌شود ولی فشار آئورت ثابت می‌ماند؛ چون هیچ خونی وارد آئورت نمی‌شود. از طرفی با انقباض ماهیچه‌های دهلیزی و افزایش خون در بطن‌ها با فشار، فشار قلب زیاد می‌شود.

khanezist.com

۲۳ پس از پایان مرحله‌ی دیاستول قلبی، فشار دهلیزها بیشتر از بطن‌ها می‌شود. پس در مرحله‌ی سیستول دهلیزها نیز فشار دهلیزها بیشتر از بطن‌هاست و به همین دلیل دریچه‌های دهلیزی-بطنی باز هستند، اما کماکان فشار بطن‌ها کمتر از سرخرگ‌های ششی و آئورت است؛ در نتیجه دریچه‌های سینی بسته‌اند.

۲۴ در مرحله سیستول بطنی خون روشن موجود در بطن چپ وارد گردش خون عمومی و خون تیره‌ی موجود در بطن راست وارد گردش خون ششی می‌شود.

۲۵ در مرحله‌ی سیستول دهلیزها پیام انقباضی از طریق گره دهلیزی-بطنی وارد بطن‌ها شده و توسط دسته تارهای بطنی در تمام بطن منتشر می‌شود. (موج QRS)

۲۶ مرحله استراحت عمومی و انقباض دهلیزی معادل با دیاستول بطنی است.

۲۷ در پایان مرحله انقباض بطن‌ها، دهلیزها بیشترین خون و بطن‌ها کمترین خون را دارند.

۲۸ خون دهلیزها به دلیل بسته بودن دریچه‌های دهلیزی-بطنی در دهلیزها جمع شده و به بطن‌ها نمی‌ریزد؛ در نتیجه فشار خون دهلیزها اندکی افزایش می‌یابد.

۲۹ دیاستول بطنی برابر است با سیستول دهلیزی و استراحت عمومی.

۳۰ در مرحله دیاستول قلبی فشار درون بطن کمتر از فشار درون آئورت می‌شود علت بسته بودن دریچه‌های سینی نیز همین است.

۳۱ در مرحله دیاستول قلبی جهت جریان خون از سیاهرگ‌ها به دهلیزها و از دهلیزها به بطن‌هاست.

۳۲ حداکثر حجم خون بطن پایان انقباض دهلیز و حداکثر حجم خون دهلیز قبل از باز شدن دریچه‌های دهلیزی بطنی همزمان با صدای دوم قلب و حداقل خون بطن است.

۳۳ در یک دوره قلبی مدت زمان ممانعت از خروج خون از دهلیزها از مدت زمان ممانعت از خروج خون از بطن‌ها کمتر است.

۳۴ در یک دوره مدت زمان بسته بودن دریچه‌های سینی بیشتر از مدت زمان باز بودن آن‌ها است و در یک دوره قلبی مدت زمان باز بودن دریچه‌های دهلیزی بطنی بیشتر از بسته بودن آن‌ها است.

۳۵ فاصله صدای دوم قلب در یک چرخه تا صدای اول چرخه جدید حدود ۰/۵ ثانیه است.

۳۶ حین انقباض بطن‌ها، فشار خون درون بطن‌ها هم از فشار خون دهلیزها و هم از فشارخون سرخرگ بیشتر می‌شود.

۳۷ فاصله صدای اول قلب در یک چرخه تا صدای دوم چرخه جدید حدود ۱/۱ ثانیه است.

۳۸ شرط بسته بودن همزمان دریچه‌های سینی و دهلیزی بطنی:فشار سرخرگ > فشار بطن > فشار دهلیز

۳۹ در یک دوره چرخه قلبی، بطن‌ها ۰/۳ ثانیه منقبض می‌شوند و ۰/۵ ثانیه استراحت می‌کنند.

۴۰ چون در یک دوره چرخه قلبی، بطن‌ها بیشتر از دهلیزها منقبض می‌شوند، پس هم ماهیچه‌های قوی‌تری دارند و هم مصرف اکسیژن و انرژی و دفع کربن‌دی‌اکسید و مواد زائد آن‌ها زیاد است؛ در نتیجه به خون‌رسانی بیشتری نیاز دارند.

۴۱ خون در دهلیزها از بالا به پایین جریان دارد ولی در بطن‌ها خون از پایین به بالا، پس انقباض در دهلیزها از بالا به سمت پایین و در بطن‌ها برعکس است!

۴۲ فشار خون سرخرگ آئورتی بیشتر از سرخرگ ششی است؛ چون بطن چپ خون را با فشار بیشتری نسبت به بطن راست به داخل سرخرگ هدایت می‌کند.

۴۳ سیستول بطن‌ها باعث بسته شدن دریچه‌های سطح پشتی می‌شود، نه برعکس.

۴۴ فاصله‌ی صدای اول قلب در یک چرخه قلبی تا صدای اول در چرخه قلبی جدید، حدود ۰/۸ ثانیه است.

۴۵ فاصله‌ی صدای دوم قلب در یک چرخه قلبی تا صدای دوم در چرخه قلبی جدید، حدود ۰/۸ ثانیه است.

۴۶ دریچه‌های سینی زمانی باز می‌شوند که فشار بطن‌ها از سرخرگ‌ها بیشتر باشد (انقباض بطن‌ها)

۴۷ دریچه‌های دهلیزی - بطنی زمانی باز می‌شوند که فشار دهلیزها بیشتر از بطن‌ها باشد (حین استراحت بطن).

۴۸ دقیقا قبل از آغاز انقباض بطن فشار خون آئورت حداقل است؛ چراکه از دوره قبلی پس از پایان انقباض بطن خونی وارد آن نشده است.

۴۹ در یک دوره چرخه قلبی، دهلیزها ۰/۱ ثانیه منقبض می‌شوند و ۰/۷ ثانیه استراحت می‌کنند.

۵۰ تخلیه خون از بطن‌ها کمتر از ۰/۳ ثانیه است؛ چراکه در ابتدا و انتهای این بازه ۴ دریچه بسته‌اند و تخلیه انجام نمی‌شود.

۵۱ زمانیکه استراحت دهلیزها و بطن‌ها همزمان شود، به آن مرحله که حدود ۰/۴ ثانیه است؛ «استراحت عمومی» می‌گویند.

khanezist.com

جدول مقایسه‌ای ۶

مرحله	استراحت عمومی	انقباض دهلیزها	انقباض بطن‌ها
مدت زمان	۰/۴ ثانیه	۰/۱ ثانیه	۰/۳ ثانیه
وضعیت دهلیزها	دیاستول	سیستول	دیاستول
حجم خون دهلیزها	در حال خونگیری و انتقال به بطن	بدون ورود خون	افزایش
فشار خون دهلیزها	کاهش	افزایش	افزایش (بعلت خون‌گیری)
وضعیت بطن‌ها	دیاستول	دیاستول	سیستول
حجم خون بطن‌ها	افزایش	افزایش	کاهش
فشار خون بطن‌ها	کاهش	افزایش (بعلت خونگیری)	افزایش
هدف	پرشدن بطن‌ها	راندن خون باقیمانده به بطن	خروج خون از بطن
فشار خون آئورت	کاهش	ثابت	افزایش
وضعیت سینی‌ها	بسته	بسته	باز
وضعیت دهلیزی-بطنی‌ها	باز	باز	بسته می‌شود
موج تشکیل شده	نصف موج P	نصف موج P، کل Q و نصف R	حدفاصل R,S
صداهای قلبی	صدای دوم قلب، شروع استراحت عمومی	-	صدای اول شروع انقباض

جدول مقایسه‌ای ۷

مراحل	مدت زمان	دریچه‌های سینی	دریچه‌های دهلیزی-بطنی
مرحله سیستول (انقباض) دهلیزها	۰/۱	بسته	باز
مرحله سیستول (انقباض) بطن‌ها	۰/۳	باز	بسته
مرحله استراحت (دیاستول) عمومی	۰/۴	بسته	باز

متن کتاب درسی ۱۲

برون‌ده قلبی

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.

khanezist.com

درسنامه نموداری ۱۵

پارامترهای قلب

- ضربان قلب در دقیقه
  - هر چه چرخه‌ی قلبی کوتاه‌تر باشد، تعداد ضربان قلب در یک دقیقه بیشتر است.
  - حدود ۷۵ ضربان در دقیقه است.
  - هر چرخه قلبی تقریباً حدود ۰/۸ ثانیه طول می‌کشد ولی این عدد بسته به سن و شرایط فرد و جنس و ... متفاوت است
  - برای پیدا کردن تعداد ضربان قلب در یک دقیقه باید ۶۰ ثانیه را به مدت زمان یک چرخه قلبی تقسیم نمود:
  - تعداد ضربان قلب در یک دقیقه = $\frac{۶۰}{\text{مدت زمان یک چرخه}}$
- حجم ضربه‌ای
  - مقدار خونی است که در هر انقباض بطنی از یک بطن (نه از قلب) خارج و وارد سرخرگ می‌شود.
  - حدود ۷۰ سی‌سی (۶۶cc) است.
  - هر چه قدرت انقباض بطن بیشتر باشد، مقدار بیشتری خون از قلب خارج شده و حجم ضربه‌ای نیز افزایش می‌یابد.
- برون‌ده قلبی
  - برابر حاصل ضرب حجم ضربه‌ای در تعداد انقباض‌های قلب در دقیقه است.
  - در واقع برون‌ده قلبی مقدار خونی است که یک بطن طی یک دقیقه پمپ می‌کند. یعنی مقدار خروجی یک بطن در دقیقه.
  - برون‌ده قلبی عددی ثابت نیست و متناسب با سطح فعالیت بدن تغییر می‌کند و مقدار آن متاثر از عواملی مانند سوخت و ساز پایه بدن، مقدار فعالیت بدنی، سن و اندازه بدن و جنس و ... است.
  - میانگین در بزرگسالان در حالت استراحت برابر ۵ لیتر در دقیقه است (کل خون خارج شده از قلب در یک دقیقه ۱۰ لیتر است مقادیر بالا برای یک بطن بود.)
  - سیر تغییرات برون ده با افزایش سن از کودکی، افزایش و سپس کاهش می‌یابد.
  - افزایش هورمون‌های تیروئیدی افزاینده برون ده قلب است. ۴ ۱۱
  - برون ده قلب با مدت زمان چرخه قلبی رابطه عکس دارد.

khanezist.com

متن کتاب درسی ۱۳

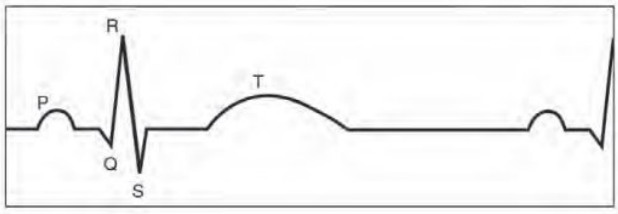
نوار قلب چه می‌گوید؟

شاید تا به حال نوار قلب کسی را دیده باشید. منحنی رسم شده، نشانگر چیست؟

یاخته‌های ماهیچهٔ قلبی در هنگام چرخهٔ ضربان قلب، فعالیت الکتریکی را نشان می‌دهند. جریان الکتریکی حاصل از فعالیت قلب را می‌توان در سطح پوست دریافت و به‌صورت نوار قلب ثبت کرد.

نوار قلب شامل سه موج P، QRS و T است (شکل ۹). فعالیت الکتریکی دهلیزها به شکل موج P و فعالیت الکتریکی بطن‌ها به شکل موج QRS ثبت می‌شود. انقباض هریک از این بخش‌ها، اندکی پس از شروع فعالیت الکتریکی آن بخش است. موج T اندکی پیش از پایان انقباض بطن‌ها و بازگشت آن‌ها به حالت استراحت ثبت می‌شود.

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



شکل ۹ـ نوار قلب

درسنامه نموداری ۱۶

نوار قلب

- یاخته‌های قلبی فعالیت الکتریکی دارند و به دلیل تعداد زیادشان این فعالیت الکتریکی از سطح پوست قابل دریافت است.
- فعالیت الکتریکی قلب به صورت منحنی‌ای به نام نوار قلب (ECG) ثبت می‌شود.
- بررسی تغییراتی که در نوار قلب رخ می‌دهد، می‌تواند به متخصصان درتشخیص بیماری‌های قلبی کمک کند

امواج نوار قلب

- موج P
  - این موج مربوط به فعالیت الکتریکی انقباض دهلیزهاست.
  - توسط گره پیشاهنگ کمی قبل از شروع انقباض دهلیزها، یعنی در مراحل پایانی استراحت عمومی شروع به ثبت شدن می‌کند. (در طول زمان ثبت موج P شاهد ۲ مرحله از چرخه قلبی هستیم)
  - در قله‌ی این منحنی پیام این انقباض به کل یاخته‌های دهلیزی رسیده و دهلیز شروع به منقبض شدن می‌کند و اینجاست که مرحله‌ی استراحت عمومی تمام شده و مرحله‌ی انقباض دهلیزها شروع می‌شود.
  - در تمام طول موج p دریچه‌های دهلیزی بطنی باز و دریچه‌های سینی بسته‌اند.
  - بعد از ثبت موج p و در اواسط مرحله انقباض دهلیزی، تحریک به گره دهلیزی - بطنی می‌رسد ولی این گره اندکی پیام را معطل می‌کند که این معطل شدن، بصورت یک خط راست و در حد فاصل موج p تا Q بروز پیدا می‌کند.
- موج QRS
  - در انتهای انقباض دهلیزها، موجی به نام موج QRS شروع به ثبت شدن می‌کند (پس از رسیدن پیام‌ها از گره اول به گره دوم اواخر انقباض دهلیز)
  - بعد از ثبت آن‌ها ماهیچه‌های هر دو بطن همزمان با تعدادی از یاخته‌های دیواره بطن‌ها منقبض می‌شوند.

khanezist.com

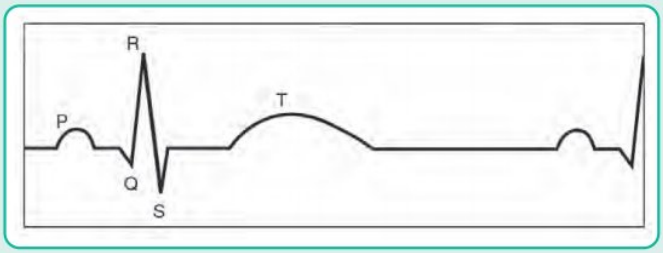
ادامه نمودار

- در واقع موج QRS نیز از دو قسمت تشکیل شده است که قسمت QR (یعنی از موج Q تا نصف موج R یا تا قله‌ی R) در آخر انقباض دهلیزها ثبت می‌شود. (در طول ثبت موج QRS شاهد دو مرحله از چرخه قلبی هستیم.)
- در ابتدای زمان ثبت موج QRS دریچه‌های دهلیزی-بطنی باز هستند.
- قسمت RS آن در ابتدای انقباض بطن‌ها ثبت می‌شود که همزمان با صدای اول قلب است. (بسته شدن دریچه‌های دهلیزی بطنی)
- با ثبت موج QRSبرای لحظه‌ای هر چهار دریچه‌ی قلبی بسته هستند و اندکی پس از آن دریچه‌ی سینی باز شده و خون از بطن‌ها خارج می‌شود.
- در فاصله موج Q تا موج R فشار داخل بطن‌ها و دهلیزها افزایش می‌یابد اما فشار خون سرخرگ‌ها در این مدت ثابت است.

موج T

- این موج مربوط به مرحله به استراحت در آمدن بطن‌هاست که از اواسط مرحله‌ی انقباض بطن‌ها شروع به ثبت شدن می‌کند (در طول موج T شاهد دو مرحله از چرخه قلبی هستیم)
- ولی همه آن در این مرحله ثبت نمی‌شود، بلکه ثبت بخشی از آن در مرحله شروع استراحت عمومی است.
- در واقع بخش اعظم موج T در مرحله‌ی انقباض بطنی ثبت می‌شود و قسمت کوچک باقیمانده‌ی آن در مرحله‌ی استراحت عمومی است.
- در شروع استراحت عمومی دریچه‌های سینی بسته می‌شوند و صدای دوم قلب شنیده می‌شود.

تصویرنامه ۱۰



۱ ثبت موج T از انتهای انقباض بطن‌ها آغاز می‌شود، نه از ابتدای استراحت عمومی.
۲ همزمان با رسیدن آئورت به حداکثر فشار خون، پیام از دهلیزها خارج نمی‌شود؛ بلکه از بطن‌ها خارج می‌شود.
۳ در تمام طول موج p، دریچه‌های دهلیزی بطنی باز و دریچه‌های سینی بسته‌اند.
۴ پیام انقباض دهلیزها بطور مستقیم از گره سینوسی-دهلیزی صادر می‌شود. پس منشا موج P گره سینوسی-دهلیزی است.
۵ نیمه اول موج p در مرحله‌ی استراحت عمومی و نیمه دوم آن در مرحله انقباض دهلیزها ثبت می‌شود.
۶ بیشترین فعالیت مکانیکی قلب از R تا T است که طی آن انقباض بطن‌ها رخ می‌دهد.
۷ اندکی پس از ثبت موج R فشار خون سرخرگ‌ها به دلیل افزایش حجم خون درون آن‌ها افزایش می‌یابد. همچنین حجم خون درون بطن‌ها کاهش می‌یابد؛ اما فشار درون بطن‌ها افزایش می‌یابد تا به حداکثر مقدار خود برسد.
۸ بیشترین مقدار خون درون دهلیزها در آخر انقباض بطن‌ها و همزمان با ثبت موج T می‌باشد.
۹ موج R و Q در هنگام انقباض دهلیزها و موج S در هنگام انقباض بطن‌ها تشکیل می‌شود.
۱۰ موج Q در اواسط انقباض دهلیزی و نشان دهنده رسیدن پیام انقباض به دیواره بین دو بطن است.
۱۱ نمی‌توان گفت در ابتدای تشکیل موج p ورود خون از سیاهرگ به دهلیزها شروع می‌شود؛ چون این کار ادامه دارد.
۱۲ نمی‌توان گفت همزمان با تشکیل موج Q دهلیزها منقبض می‌شوند؛ بلکه باید گفت با تشکیل موج Q انقباض دهلیزها ادامه می‌یابد. با نزدیک شدن به پایان انقباض بطن‌ها، بطن برای استراحت آماده می‌شود و در نتیجه موج T برای استراحت بطن‌ها ثبت می‌شود.

khanezist.com

۱۳ ارتفاع موج R از موج P بسیار بیشتر است، چون دیواره بطن‌ها از دیواره دهلیزها بسیار قطورتر است.
۱۴ همزمان با قله موج R درون بطن‌ها بیشترین حجم خون را داریم. (آغاز انقباض بطن‌ها)
۱۵ در زمان ثبت موج QRS موج استراحت دهلیزها نیز وجود دارد، اما در اثر شدت کم این موج و همزمانی آن با موج QRS مشاهده نمی‌شود.
۱۶ هر اتفاقی که در مرحله‌ی استراحت رخ می‌دهد، مدت زمان بخش ابتدایی تشکیل موج p نیز اتفاق می‌افتد، چون این موج در مرحله‌ی استراحت عمومی ثبت می‌شود.
۱۷ همزمان با قله موج R کمترین حجم خون دهلیزها را داریم.
۱۸ همزمان با موج Q دهلیزها منقبض هستند نه اینکه منقبض می‌شوند.
۱۹ ادامه موج p در اوایل مرحله انقباض دهلیزی ساخته می‌شود. بعد از ثبت موج p و در اواسط مرحله انقباض دهلیزی، تحریک به گره دهلیزی - بطنی می‌رسد ولی این گره اندکی پیام را معطل می‌کند که این معطل شدن، بصورت یک خط راست و در حد فاصل موج p تا Q بروز پیدا می‌کند. در اواخر مرحله‌ی انقباض دهلیزها نیز پیام الکتریکی از گره دوم عبور کرده و به دسته تارهای بین بطنی می‌رسد. پس پیام توسط این دسته تارها منتشر شده و باعث ثبت موج دیگر به نام «موج انقباض بطن‌ها» می‌شود.
۲۰ با انتشار پیام بین سلول‌های قلبی ممکن است تغییر حجم خون مشاهده نشود (اول انقباض بطن)
۲۱ در فاصله موج Q تا موج R فشار داخل بطن‌ها و دهلیزها افزایش می‌یابد اما فشار خون سرخرگ‌ها در این مدت ثابت است. (دهلیز بعلت انقباض، بطن به علت پرخون شدن)
۲۲ زمانیکه پیام الکتریکی به تعداد زیادی از سلول‌های دهلیزی منتقل می‌شود. طولانی‌ترین مرحله دوره قلبی (پایان استراحت عمومی) پایان یافته است.
۲۳ در قله موج R فشار خون دهلیزی و سرخرگی در کمترین اندازه آن است. اما فشار خون بطنی در حال افزایش است.
۲۴ در ابتدای موج T، خون در دهلیزها جمع می‌شود.
۲۵ انتشار تحریک و در نتیجه انقباض بطن‌ها از پایین به بالا است.
۲۶ در فرد سالم حد فاصل صدای دوم تا اول بعدی موج P و QR ترسیم می‌شود.
۲۷ در موقع ثبت موج S که همزمان با انقباض بطن‌ها است، دریچه‌های سینی بازند و دریچه‌های دهلیزی-بطنی بسته‌اند.
۲۸ موجR و S ادامه انتشار پیام در کل بطن‌ها است.
۲۹ در مرحله انقباض بطنی، نصف دیگر موج R به همراه کل موج S و بخش اعظم موج T تشکیل می‌شود.
۳۰ در مرحله انقباض دهلیزی، نصف دیگر موج P به همراه کل موج Q و نصف موج R تشکیل می‌شود.
۳۱ در مرحله‌ی استراحت عمومی، بخش کوچکی از موج T به همراه نصف موج P تشکیل می‌شود.
۳۲ ابتدای موج P در مرحله‌ای است که هر ۴ حفره در استراحت‌اند پس در هنگام استراحت هر ۴ حفره انتشار پیام بین سلول‌ها مشاهده می‌شود.
۳۳ ابتدا صدای اول را می‌شنویم، سپس خون وارد سرخرگ‌ها می‌شود و ابتدا صدای دوم را می‌شنویم و سپس ورود خون به بطن از دهلیز انجام می‌شود.
۳۴ زمانیکه موج به تارهای بطنی می‌رسد، انقباض دهلیزها هنوز پایان نیافته است. (Q-R)
۳۵ بیشترین فشار بطن و آئورت در مرحله میانی سیستول بطنی است، یعنی درست قبل از شروع موج T ولی بیشترین فشار دهلیز چپ در اواخر انقباض دهلیزهاست.
۳۶ موج T هر چند موج مربوط به استراحت بطن‌هاست ولی بعد از موج T، کل قلب استراحت دارد. لفظ آغاز استراحت غلط است، چون استراحت قبل‌تر آغاز شده است.
۳۷ پیام انقباض خودبخودی در گره دوم تولید نمی‌شود، بلکه در گره اول تولید می‌شود.
۳۸ در فاصله موج S تا اواخر موج T (انتهای انقباض بطن‌ها) حجم خون داخل بطن‌ها در حال کاهش و به دلیل انقباض و جمع شدن بطن‌ها فشار خون بطن به حداکثر مقدارش می‌رسد و سپس کاهش می‌یابد. (به دلیل ورود خون به سرخرگ‌ها فشار آن‌ها نیز این روند را طی می‌کند.)
۳۹ مقایسه موج‌های نوار قلب از لحاظ مدت زمان تشکیل: T > P > R > S > Q
۴۰ مقایسه موج‌های نوار قلب از لحاظ اختلاف پتانسیل تولید شده: R > S > T > P > Q
۴۱ در انتهای موج T دریچه‌های دهلیزی-بطنی بازند و دریچه‌های سینی بسته می‌باشند.

khanezist.com

۴۲ هر موج قلبی بعلت انتشار تحریک نیست، موج T خروج پیام تحریک است.
۴۳ کمترین فشار بطن چپ در مرحله‌ی استراحت عمومی و بعد از موج T و کمترین فشار دهلیز چپ، دراوایل مرحله انقباض بطن‌هاست، یعنی همزمان با موج RS.
۴۴ درست در میانه سیستول بطنی، یعنی درست قبل از شروع موج T، فشار آئورت و فشار بطن حداکثر می‌شود.
۴۵ تقریبا قبل از قله موج T بطن‌ها بیشترین و قوی‌ترین قدرت انقباضی رو دارند. به همین دلیل بیشترین فشار داخل بطن‌ها در این نقطه اتفاق می‌افتد.
۴۶ صدای دوم قلب، یعنی بسته شدن دریچه‌های سینی قبل از قله موج T اتفاق می‌افتد. در این حالت هر چهار دریچه بسته‌اند و فشار خون دهلیزی افزایش می‌یابد و فشار خون بطن‌ها و سرخرگی کاهش می‌یابند.
۴۷ کمترین و بیشترین فشارها به صورت زیر اند:
بیشترین فشار بطن چپ: در مرحله میانی سیستول بطنی
کمترین فشار بطن چپ: در ابتدای دیاستول کامل قلب
بیشترین فشار آئورت: در مرحله میانی سیستول بطنی
کمترین فشار دهلیز چپ: در ابتدای سیستول بطنی
بیشترین فشار دهلیز چپ: در مرحله سیستول دهلیزی
بیشترین فشار وارد بر دریچه‌های دهلیزی-بطنی قبل از قله موج T (بیشترین فشار درون بطن‌ها) و بیشترین فشار وارد بر دریچه‌های سینی در زمان صدای دوم قلب یعنی قبل از قله موج T اتفاق می‌افتد.
۴۸ کمترین قدرت انقباض بطن‌ها مربوط به ابتدا و انتهای مرحله انقباض بطن یعنی با قله‌ی موج R و اواخر موج T همزمان است.
۴۹ موج‌های P و R و T دارای پتانسیل مثبت و موج‌های Q و S دارای پتانسیل منفی‌اند. بیشترین پتانسیل مثبت مربوط به موج R و سپس موج T و پس از آن موج P است.
۵۰ موج Q نشان دهنده رسیدن پیام انقباض به دیواره بین دو بطن است. موج‌های R و S ادامه انتشار پیام در کل بطن‌هاست.
۵۱ در زمان انقباض دهلیزها خون از سیاهرگ‌ها وارد آن‌ها نمی‌شود.
۵۲ در زمان انقباض بطن بیشترین مقدار خون در دهلیزها دیده می‌شود.
۵۳ در زمان استراحت عمومی چند cc خون وارد بطن می‌شود.
۵۴ مقدار خونی که در سیستول دهلیزی وارد بطن می‌شود کمتر از حجم ضربه‌ای است؛ (زیرا در استراحت عمومی نیز مقداری خون وارد بطن می‌شود.)
۵۵ یاخته‌های ماهیچه قلبی تنها برای انقباض ATP مصرف نمی‌کنند بلکه برای سایر فعالیت‌های حیاتی خود نیز انرژی مصرف می‌کنند.
۵۶ بعد از ثبت موج T دریچه‌های دهلیزی بطنی باز می‌شوند اما در هنگام انقباض دهلیزها دریچه‌های دهلیزی بطنی باز می‌مانند (بنابراین استفاده از لفظ باز می‌شود غلط است)
۵۷ در هرزمانیکه دریچه‌های دهلیزی بطنی باز هستند، نمی‌توان گفت طناب‌های ارتجاعی کمترین کشیدگی را دارد.
۵۸ هر چهار دریچه از قلب در دو لحظه همزمان بسته هستند: R تا S / حینِ ثبت موج T
۵۹ دریچه‌های سینی در زمان انقباض دهلیز بسته می‌ماند و در زمان ثبت موج T بسته می‌شوند.
۶۰ قبل از ثبت موج P گره ضربان ساز شروع به فعالیت می‌کند.
۶۱ در زمان ثبت موج Q هنوز دهلیزها در حال انقباض هستند.
۶۲ دریچه‌هایی که با تجمع مایع بر سطح بالایی خود باز می‌شوند: دهلیزی بطنی
۶۳ دریچه‌های دهلیزی بطنی به سمت پایین باز و به سمت بالا بسته می‌شوند.
۶۴ هم دریچه سینی و هم دریچه دهلیزی بطنی در ابتدای سیستول بطنی بسته‌اند.
۶۵ انقباض بطن‌ها از سمت پایین به بالاست و انقباض دهلیزها از سمت بالا به پایین است.
۶۶ طول ماهیچه‌های بطن در مرحله انقباض دهلیز بیشتر از مرحله استراحت عمومی است. (بدلیل حجم زیاد خون در مرحله انقباض دهلیز)

khanezist.com

جدول مقایسه‌ای ۸

مسیر پیام الکتریکی	زمان در چرخه ضربان قلب	موقعیت در نوار قلب	هدف
شروع تکانه قلبی در گره سینوسی-دهلیزی	کمی قبل از انتهای استراحت عمومی	ابتدای موج P	انقباض دهلیزها
انتشار پیام در میوکارد دهلیز	انتهای استراحت عمومی	از ابتدای موج P تا قله موج P	
رسیدن پیام الکتریکی به همه بخش‌های میوکارد دهلیزی	ابتدای سیستول دهلیز	از قله موج P تا پایان موج P	
انتقال پیام از گره دهلیزی-بطنی به میوکارد بین دو بطن	سیستول دهلیز	پایان موج P تا موج Q	انقباض بطن‌ها
انتشار پیام در دیواره بین دو بطن تا نوک قلب	سیستول دهلیز	شروع موج QR	
انتشار پیام از نوک قلب تا بالاترین قسمت میوکارد بطن‌ها	انتهای سیستول دهلیز و ابتدای سیستول بطن	ادامه موج QRS	
شروع انتشار پیام استراحت بطن	انتهای سیستول بطن	ابتدای موج T تا کمی پس از قله موج T	استراحت بطن‌ها
پایان انتشار پیام استراحت بطن	ابتدای استراحت عمومی	کمی پس از قله موج T تا پایان آن	

khanezist.com