

## نقش پمپی قلب

### فیزیولوژی قلب:

قلب شامل یک بافت عضلانی مخطط، یک بافت هدایت کننده جریان الکتریکی و قسمتهای دیگری است که مجموعاً سبب عملکرد خودکار آن در پمپاژ خون به بافتهای بدن می شود. قلب از دو دهلیز و دو بطن تشکیل شده است. ضربان قلب از یک سیستم هدایت الکتریکی ویژه منشأ می گیرد و در عضله منتشر می شود. مسیر هدایتی شامل گره سینوسی - دهلیز، مسیر بین گرهی، گره دهلیزی - بطنی، دسته هیس و انشعاباتش و سیستم پورکنز می باشد. در حالت طبیعی پتانسیل عمل در گره سینوسی دهلیزی (SA) واقع در بالای ورید اجوف فوقانی دهلیز راست شروع می شود. سپس به بقیه اجزاء انتقال می یابد قلب از سه لایه تشکیل شده است:

۱- لایه خارجی یا پریکاردیوم

۲- لایه میانی یا میوکارد

۳- لایه داخلی یا آندوکارد

بین میوکارد دهلیزها و بطنها یک بافت پیوندی عایق وجود دارد به نام صفحات بینایی، که با عضله اسکلتی فرق دارد و مقاومت الکتریکی این صفحات کم است ( $\frac{1}{400}$  مقاومت بقیه نواحی غشا). هم عضله قلبی و هم عضله اسکلتی مخطط هستند. اکتین و میوزین طی انقباض در هم می لغزند به طوری کلی قلب از سه نوع عضله تشکیل شده است. عضله دهلیزی، عضله بطنی، فیبرهای عضلانی تخصص یافته هدایتی.

عضلات دهلیزی و بطنی تنها در مدت زمان انقباض متفاوت می باشند. اما فیبرهای عضلانی تحریکی هدایتی، دارای ساختاری کاملاً متفاوت هستند و به علت محتوی پایین فیبرهای انقباضی، انقباضات محسوسی ندارند.

مناطق تیره رنگ عرضی در فیبرهای عضله قلب وجود دارد که صفحات بینایی نامیده می شود. این غشاهای سلولی هستند که سلولهای عضلانی قلب را از هم جدا می کنند. و سلول عضله قلبی را به صورت سری و موازی به هم متصل می کنند در هر صفحه بینایی غشاهای سلولی طوری به هم متصل اند که پیوستگانههای ارتباطی قابل نفوذی به نام پیوستگانههای شکافی (Gap junction) را به وجود می آورند. این اتصالات به یونها اجازه می دهند که به صورت آزاد منتشر شوند.

عضله قلب از دو سن سیسیوم تشکیل شده است و در هر سن سیسیوم پتانسیل عمل به سرعت از سلولی به سلول دیگر منتشر می شوند.

۱- سن سیسیوم بطنی (که جدار دو بطن را می سازد)

۲- سن سیسیوم دهلیزی (جدار دو دهلیز را می سازد)

پتانسیل عمل در عضله قلب

باندل (دسته) دهلیزی - بطنی (A - V) ایپالسها را از دهلیز به بطن هدایت می کند. غشای دهلیزها به مدت ۰/۲ ثانیه و بطنها به مدت ۰/۳ ثانیه دپلاریزه می ماند. این حالت بصورت یک کفه در نمودار پتانسیل عمل شخص می شود. وجود کفه مدت زمان پتانسیل عمل در عضله قلبی را ۱۵ برابر عضلات اسکلتی افزایش می دهد.

علل ایجاد کفه یا فاز *Platue* (پتانسیل عمل طولانی)

۱ - عملکرد توام کانالهای سریع سدیمی و کند کلسیمی: در عضله مخطط باز شدن کانالهای سریع سدیمی سبب پتانسیل عملی کوتاه می‌شود و در عضله قلب علاوه بر باز شدن کانالهای سریع سدیمی، کانالهای کند کلسیمی یا کانالهای سدیمی - کلسیمی نیز در ایجاد پتانسیل عمل دخیل می‌باشند. در عضله قلب برای چند دهم ثانیه این دو کانال با هم باز می‌شوند و غشای سلول برای مدتی دپلاریزه می‌ماند. (ایجاد کفه)

۲ - کاهش نفوذ پذیری غشا به یون پتاسیم: دومین تفاوت عملکردی عمده که بین عضله قلبی و اسکلتی در پتانسیل عمل طولانه و کفه کمک کننده است این است که بلافاصله بعد از شروع پتانسیل عمل نفوذپذیری غشای عضله قلبی برای یونهای پتاسیم ۵ بار کاهش می‌یابد که این حالت در عضله اسکلتی ایجاد نمی‌شود. این نفوذپذیری کاهش یافته پتاسیم احتمالاً به علت ورود مقادیر زیاد کلسیم از طریق کانالهای کلسیمی است. همچنین کاهش نفوذپذیری به پتاسیم سبب کاهش خروج یونهای پتاسیم در طول پتانسیل عمل شده و از بازگشت زودهنگام ولتاژ پتانسیل عمل به حالت استراحت جلوگیری می‌کند. وقتی کانالهای آهسته سدیمی - کلسیمی بعد از ۲ تا ۳ ثانیه بسته می‌شود، ورود یونهای کلسیم و سدیم متوقف شده و نفوذپذیری غشا به یون پتاسیم سرعت افزایش می‌یابد. این خروج سریع پتاسیم سرعت، پتانسیل غشا با به حالت استراحت برگردانده و پتانسیل عمل خاتمه می‌یابد.

✓ سرعت هدایت سیگنال پتانسیل عمل تحریکی در فیبر عضلانی دهلیز و بطن حدود ۳ تا ۵ متر در ثانیه است، یا حدود

$$\frac{1}{250} \text{ سرعت در فیبرهای عصبی خیلی بزرگ و } \frac{1}{10} \text{ سرعت در فیبرهای عضله اسکلتی.}$$

- دوره تحریک‌ناپذیری طبیعی بطن ۲۵ تا ۳۰ ثانیه است که به اندازه طول دوره کفه پتانسیل عمل است. دوره تحریک‌ناپذیری عضله دهلیزی کوتاه‌تر از بطن است.

### عملکرد یونهای کلسیم و توبول‌های عرضی در انقباض قلبی:

همانند عضله اسکلتی، وقتی که پتانسیل عمل از غشای عضله قلب می‌گذرد، پتانسیل عمل درون فیبر عضله قلبی در طول غشای توبولهای عرضی (*Transver tubules*) منتشر می‌شود. از طرفی پتانسیل عمل توبول عرضی روی غشای توبول شبکه آندوپلاسمی عمل کرده سبب آزاد شدن  $Ca$  به درون سارکوپلاسمی شده و سبب انقباض عضله می‌شوند.

مکانسیم ذکر شده در مورد انتشار کلسیم کاملاً شبیه عضله اسکلتی است اما مکانسیم دیگری وجود دارد که در آن علاوه بر یونهای کلسیم که از مخازن شبکه سارکوپلاسمیک به درون سارکوپلاسم آزاد می‌شوند. مقداری یون کلسیم از توبولهای  $T$  از طریق کانال کلسیم وابسته به ولتاژ به درون سارکوپلاسم منتشر می‌شود. این ورود کلسیم سبب آزادی کانالهای دیگری در سطح شبکه سارکوپلاسمی می‌شود که گیرنده رایانودینی نام دارند. این کانالها سبب آزاد شدن یون کلسیم می‌شوند یونهای کلسیم با تروپونین وارد واکنش شده و پدیده انقباض ادامه می‌یابد.

اگر این کلسیم اضافه نباشد قدرت انقباض عضله قلب تا حد زیادی کاهش می‌یابد. زیرا شبکه آندوپلاسمی عضله قلبی خیلی کمتر از اسکلتی تمایز یافته است و کلسیم کافی برای انقباض ندارد. در حالی که توبولهای عرضی عضله قلبی قطری معادل ۵ برابر توبول اسکلتی و حجمی با ۲۵ برابر دارند. و همپولی ساکارید منفی درون توبول عرضی ذخایر کافی کلسیم را فراهم می‌کند.

چرا قدرت انقباضی عضله قلبی تا حد زیادی به غلظت یون کلسیم مایع خارج سلولی وابسته است؟

زیرا انتهای توبولهای  $T$  مستقیماً به بیرون فیبر عضلانی قلب باز شده و به مایع خارج سلولی اجازه نفوذ به توبول  $T$  را می‌دهد. در نتیجه مقدار یون کلسیم در توبول  $T$  و مقدار یون در دسترس که سبب انقباض عضله قلب می‌شود تا حد زیادی به کلسیم خارج سلولی وابسته است.

اما به علت کافی بودن کلسیم شبکه آندوپلاسمی در عضله اسکلتی، این عضلات به یون کلسیم خارج سلولی نیازی ندارند.

➤ **نکته:** بعد از اتمام پتانسیل عمل یون‌های کلسیمی با مصرف انرژی  $ATP$  به داخل شبکه آندوپلاسمی برگردانده می‌شود.

➤ **نکته:** در مرحله کفه بیشترین نفوذپذیری سلول‌ها مربوط به یون کلسیم می‌باشد. و قدرت انقباض عضله قلبی به میزان زیادی به غلظت کلسیم خارج سلولی وابسته است.

**سوال:** در فاز کفه پتانسیل عمل سلول‌های میوکارد قلبی، کدامیک از موارد زیر مسئول می‌باشد؟ (سال ۸۲)

- الف) سدیم، کلسیم و کلر  
ب) پتاسیم، سدیم و کلسیم  
ج) کلسیم، پتاسیم و کلر  
د) سدیم، پتاسیم و کلر
- پاسخ گزینه ب /

**سوال:** کدامیک مستقیماً در فاز پلاتو پتانسیل عمل قلب دخالت دارد؟ (سال ۸۴)

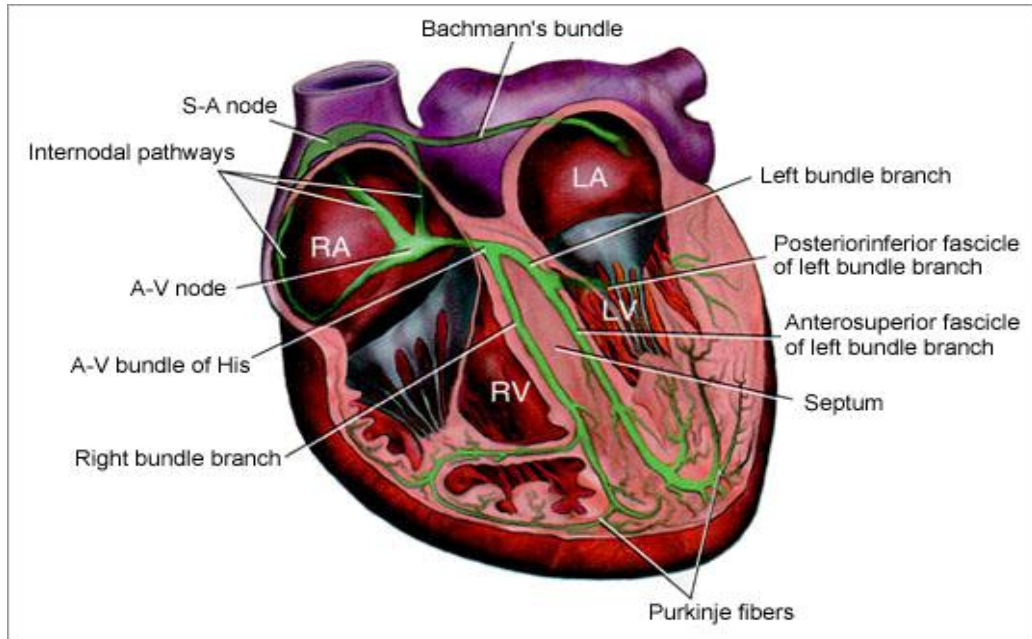
- الف) کاهش نفوذپذیری به کلسیم  
ب) کاهش نفوذپذیری به پتاسیم  
ج) افزایش نفوذپذیری به سدیم  
د) افزایش نفوذپذیری به کلر
- پاسخ گزینه ب /

**چرخه قلبی :**

به وقایعی که در آغاز هر ضربان اتفاق می‌افتد و تا شروع ضربان بعدی طول می‌کشد، چرخه قلبی گویند. هر ضربان قلب با یک پتانسیل عمل خود بخودی آغاز می‌شود که شروع آن از گره و دسته  $A - V$  ایجاد می‌شود که امکان انقباض دهی‌ها را پیش از بطن‌ها فراهم می‌سازد. سرعت هدایت پتانسیل عمل در عضله قلبی بیشتر از عضلات اسکلتی و آن هم بیشتر از فیبر عصبی است. بطن‌ها طی دیاستول پر از خون شده و طی سیستول منقبض می‌گردند. گسترش پتانسیل عمل قلب توسط الکتروکاردیوگرام ثبت می‌شود. هر قسمت از امواج الکتروکاردیوگرام نشان دهنده یک عمل قلب می‌باشد.

کل دروه زمانی چرخه قلبی که شامل سیستول و دیاستول است با تعداد ضربان قلب رابطه معکوس دارد. یعنی اگر تعداد ضربان قلب ۷۲ بار در دقیقه باشد طول دوره هر چرخه قلبی  $\frac{1}{72}$  خواهد بود.

هنگامی که ضربان قلب افزایش می‌یابد، طول هر چرخه قلبی کاهش می‌یابد. که کاهش در دوره استراحت (دیاستول) قلب بیشتر از سیستول است.



شکل ۴- شمایی از مسیر انتقال ایملپالس در عضله قلبی

### امواج الکتروکاردیوگرام

- ۱- موج  $P$  ناشی از دپلاریزاسیون دهلیزهاست، که سبب انقباض دهلیزها می شود. فشار دهلیزها درست پس از موج  $P$  بالا می رود.
- ۲- امواج  $QRS$  حاصل دپلاریزاسیون بطن هاست که حدود  $0/6$  ثانیه پس از شروع موج  $P$  است و انقباض بطن را آغاز می کند. سپس فشار بطن شروع به افزایش می کند.  $QRS$  اندکی قبل از شروع سیستول بطن آغاز می شود.
- ۳- موج بطنی  $T$  ناشی از رپلاریزاسیون بطن هاست. موج  $T$  پیش از خاتمه انقباض بطن ایجاد می شود. فعالیت دهلیزها به عنوان پمپ اولیه: حدوداً  $80/$  خون دهلیزها پیش از انقباض مستقیماً وارد بطنها می شود. سپس انقباض دهلیزها  $20/$  باقیمانده خون را به بطنها می فرستد. یعنی دهلیزها به عنوان پمپ اولیه، کارآیی پمپی بطنها را به میزان  $20/$  افزایش می دهند. قلب می تواند  $300$  تا  $400/$  بیشتر از مقدار مورد نیاز خون پمپ کند.

**سوال: کدامیک در زمان دپلاریزاسیون گره  $A-V$  رخ می دهد؟ (سال ۸۳)**

- الف) موج  $P$  (ب) موج  $QRS$  (ج) فاصله  $PR$  (د) فاصله  $QT$
- پاسخ گزینه ج /

**سوال: در یک منحنی الکتروکاردیوگرام طبیعی دپلاریزاسیون دهلیزها در کدام بخش منحنی واقع می شود؟**

**(سال ۸۰)**

- الف) در فاصله  $QRS-T$  (ب)  $QRS$  (ج)  $P$  (د)  $T$
- پاسخ گزینه ب /

سوال: انقباض کامل بطن‌ها با کدامیک از زمان‌های زیر در ECG همزمان است؟ (سال ۸۴)

الف) فاصله P-R (ب) زمان QRS (ج) فاصله Q-T (د) فاصله T-P

پاسخ گزینه ج /

سوال: مرحله خروج سریع خون در انقباض بطن منطبق با کدامیک از موارد زیر الکتروکاردیوگرام است؟

الف) موج QRS (ب) قطعه ST (ج) فاصله OT (د) قطعه RR

پاسخ گزینه ب /

### عملکرد تلمبه ای بطن

پر شدن بطن‌ها طی دیاستول در سه مرحله انجام می‌گیرد.

۱ - **پر شدن سریع:** در این مرحله خون جمع شده در مرحله دیاستول به سرعت وارد بطن‌ها می‌شود. پر شدن سریع حدوداً  $\frac{1}{3}$  اول دیاستول را شامل می‌شود.

۲ - **دیاستاز:** خون ورودی به آرامی وارد بطن‌ها می‌شود.

۳ - **سیستول دهلیزی:** با انقباض دهلیزها، باقیمانده خون وارد بطن می‌شود (که حدود ۲۵ درصد است). بنابراین اگر دهلیزها از عملکرد صحیح باز بمانند شخص دچار مشکل چندانی نمی‌شود. مگر در حال فعالیت که تنگی نفس وسایر علائم نارسایی قلبی ایجاد می‌شود.

➤ **نکته:** مرحله تحریک ناپذیری طبیعی بطن‌ها بیش از دهلیزهاست، لذا سرعت انقباض ریتمیک دهلیزها سریعتر از بطن‌هاست.

**کسر تخلیه:** به درصدی از حجم پایان دیاستولی که تخلیه می‌شود کسر تخلیه می‌گویند. کسر تخلیه تقریباً ثابت است، اگر حجم پایان دیاستولی افزایش یابد حجم ضربه ای نیز افزایش می‌یابد و در نتیجه کسر تخلیه ثابت است.

$$\text{کسر تخلیه} = \frac{\text{حجم ضربه ای}}{\text{حجم پایان دیاستولی}}$$

در منحنی فشار دهلیزی سه موج مجزا دیده می‌شود:

۱ - **موج a:** ناشی از انقباض دهلیزهاست.

۲ - **موج C:** طی انقباض بطن‌ها به وجود آمده و علت آن برگشت مختصر خون و برجسته شدن دریچه‌های A-V به سمت دهلیزها می‌باشد.

۳ - **موج V:** که حاصل انباشتگی دهلیزها از بازگشت ورودی است.

دوره تحریک ناپذیری قلبی

**تحریک ناپذیری مطلق:** در آن هیچ محرکی نمی‌تواند عضله قلب را تحریک کنند. این دوره برای عضلات بطنی ۰/۲۵ تا ۰/۳ ثانیه و عضلات دهلیزی ۰/۱۵ ثانیه است.

**تحریک ناپذیری نسبی:** در این دوره تنها محرکهای قوی می توانند عضله را تحریک کنند که  $0/05$  ثانیه پس از دور اول طول می کشد.

➤ **نکته:** عضله قلب برای انقباض به یون کلسیم خارج سلولی نیاز دارد. برای این منظور توپولهای  $T$  در عضله قلبی متکامل شده اند و قطری حدود ۵ برابر و حجم ۲۵ برابر دارند.

تخلیه بطن ها:

تخلیه بطن ها در طول سیستول بطنی انجام می شود. و به سه مرحله قابل تقسیم است:

**الف: انقباض ایزوولمیک یا ایزومتریک:** در ابتدای انقباض بطنی فشار بطن به طور ناگهانی بالا رفته و سبب بسته شدن دریچه های دهلیزی بطنی می شود. پس از بسته شدن دریچه های  $A-V$  در فاصله زمانی  $0/02$  تا  $0/03$  ثانیه، فشار داخل بطنی بالا می رود تا به اندازه ای برسد که در انتهای انقباض دریچه های هلالی باز شده و بطن بتواند خون خود را به آئورت پمپ کند. در مرحله انقباض ایزوولمیک، طول عضله قلبی تغییر نمی کند و خونی نیز از بطنها خارج نمی شود. کشش در عضلات قلبی ایجاد می شود اما طول آن کوتاه نمی شود یا خیلی کم کوتاه می شود.

✓ **نمودار وضعیت دریچه ها در طی دوره قلبی:**

دریچه / دوره قلبی	انقباض ایزوولمیک	تخلیه	انبساط ایزوولمیک	دیاستول
میترال و سه لختی	بسته	بسته	بسته	باز
آئورت وریدی	بسته	باز	بسته	بسته

✓ انقباض ایزوولمیک بطن راست بعد از بطن چپ شروع شده و زودتر از آن تمام می شود.

**سوال: دریچه های سینی آئورتی در چه زمانی باز می شوند؟ (سال ۸۵)**

الف) در شروع انقباض ایزومتریک (ب) در انتهای انقباض ایزوولمیک

ج) در ابتدای دیاستول بطنی (د) در شروع سیستول بطنی

پاسخ گزینه ب /

**ب: خروج خون از بطن:** هنگامی که فشار بطن چپ به  $80$  میلی متر جیوه و فشار بطن راست به  $8$  میلی متر جیوه برسد،

دریچه های هلالی باز شده و خون وارد شریان ها می شود. حدود  $70$  درصد خون در  $\frac{1}{3}$  اولیه این مرحله و  $30$  درصد باقیمانده در

$\frac{2}{3}$  بعدی این مرحله وارد شریانها می شود.

**ج: انبساط ایزوولمیک یا ایزومتریک:** پس از تخلیه سریع و تخلیه کند، آخرین دوره سیستولی دوره انقباض ایزوولمیک

است که ناشی از شل شدن بطن ها است. با وجود انقباض بطنی دریچه های  $A-V$  و هلالی بسته باقی می ماند.

➤ **نکته:** در پایان تخلیه که دریچه آئورتی بسته می شود، مختصری خون به عقب بر می گردد و بدین ترتیب یک دندان در

منحنی فشار آئورت پدید می آید.

**حجم پایان دیاستولی:** در طول دیاستول، بطن‌ها به طور طبیعی پر می‌شوند و حجم بطن به حدود ۱۱۰ تا ۱۲۰ میلی‌لیتر می‌رسد، این مقدار حجم پایان دیاستولی نام دارد.

**حجم ضربه‌ای:** به خارج شدن خون از بطن در طی سیستول حجم ضربه‌ای گویند.

**حجم پایان سیستولی:** به حجم باقیمانده در هر بطن در پایان سیستول است.

**کسر تخلیه:** نسبتی از حجم پایان دیاستولی که تخلیه می‌شود و معمولاً حدود ۶۰٪ است.

➤ **نکته:** حجم بطن در انتهای سیستول و ابتدای دیاستول به حداقل ممکن می‌رسد.

دریچه‌های قلبی

قلب دارای دریچه‌های دهلیزی-بطنی و دریچه‌های هلالی است. بطن چپ دارای دریچهٔ دولختی یا میتراال بوده و بطن راست دارای دریچهٔ سه لختی است. دریچه‌های هلالی (آئورتی و ریوی) در حد فاصل بین شریان‌های بزرگ و بطن‌ها وجود دارند و سه لختی می‌باشد. عضلات پایپلار به وسیلهٔ طنابهای وتری به دریچه‌های  $A-V$  متصلند، عضلات پایپلاری که به وسیله طناب‌های وتری به دریچه  $A-V$  متصلند بر خلاف انتظار به بسته شدن دریچه‌ها کمک نمی‌کنند. این عضلات در طی سیستول منقبض می‌شوند تا مانع از برجسته شدن زیاد دریچه‌ها به طرف دهلیزها شوند. دریچه‌های هلالی ضعیفتر از دریچه‌های  $A-V$  هستند و هیچ عضله پایپلاری به آنها متصل نیستند، بنابراین بسته شدن دریچه‌های ظریف و نازک  $A-V$  تنها با ایجاد گرادیان فشاری بین دو سمت دریچه صورت می‌گیرد اما بسته شدن دریچه‌های هلالی عموماً پس از برگشت مقداری خون صورت می‌پذیرد. لبه‌های دریچه‌های هلالی به علت اینکه عبور خون از این دریچه‌ها سریعتر است، قطورتر می‌باشد و مستعد صدمات فیزیکی بیشتری نیز هستند. این دریچه‌ها به صورت غیرفعال یا *Passive* بسته می‌شوند.

**تفاوت دریچه‌های آئورتی و پولمونر با دریچه دهلیزی-بطنی:**

- ۱- عملکرد دریچه‌های آئورتی و پولمونر
  - ۲- فشار زیاد شریان در پایان سیستول سبب بسته شدن سریع و محکم دریچه‌های نیمه هلالی می‌شود در حالی که دریچه‌های آئورت و پولمونر در مقایسه با  $A-V$  تنگتر بوده و سرعت عبور خون در آن بیشتر است. سرعت تخلیه و سرعت بسته شدن در دریچه هلالی بیشتر است.
  - ۳- دریچه‌های  $A-V$  توسط عضلات پایداری حمایت می‌شوند اما آئورت پولمونر خیر.
  - دریچه‌های نیمه هلالی بافت فیبروزی قوی دارند.
- **نکته:** هنگامی که دریچه آئورت بسته می‌شود، به اصطلاح یک دندان در منحنی فشار آئورت به وجود می‌آید که علت ایجاد آن اینست که خون بلافاصله بیش از بسته شدن دریچه برای مدت کوتاهی به سمت عقب برمی‌گردد و سپس جریان رو به عقب آن به طور ناگهانی متوقف می‌شود.
- سیستول دهلیز راست قبل از چپ انجام می‌شود.
  - ✓ حجم ضربه‌ای در هر دو بطن یکسان است.
  - ✓ دریچه سه لختی بعد از دریچه دو لختی میتراال بسته و قبل از آن باز می‌شود.

- ✓ آئورت زودتر از پولمونر بسته و بعد از آن باز می شود.
- ✓ سیستول دهلیز راست قبل از دهلیز چپ انجام می شود.
- ✓ طی بازدم دریچه های آئورت و ریوی همزمان بسته اما در دم آئورت مختصری قبل از ریوی بسته می شود.
- انقباض بطن راست بعد از چپ شروع شده اما چون فشار شریان ریوی کمتر از آئورت است تخلیه بطن راست قبل از چپ شروع می شود.

**سوال: نقش عضلات پاپیلار در ارتباط با دریچه های دهلیزی-بطنی چیست؟ (سال ۸۷)**

- الف) کمک به باز شدن دریچه های در شروع استراحت بطن ها
  - ب) کمک به بسته شدن دریچه ها در زمان انقباض
  - ج) حفظ شکل فیزیکی دریچه ها در زمان استراحت
  - د) کمک به دریچه ها در تحمل فشار بالای بطن ها در زمان انقباض بطنی
- پاسخ گزینه د /

فازهای مختلف چرخه قطبی

فاز ۱: دوره پر شدن فاز ۲: دوره انقباض ایزولمیک

فاز ۳: دوره تخلیه فاز ۴: دوره انساط ایزولمیک

**نکته:** در فاز I دریچه های دهلیزی بطنی باز هستند و در فاز III دریچه های نیمه هلالی (سینی) آئورتی و ریوی باز می باشند. در فاز II و IV تمام دریچه های قلب بسته هستند.

**نکته:** قلب تا نیمی از فاز III قابل تحریک مجدد نیست، به این دوره، تحریک ناپذیری مطلق قلب گویند.  $\frac{1}{3}$  اول فاز III (تخلیه) را مرحله تخلیه شدن و  $\frac{2}{3}$  آخر را مرحله تخلیه آهسته گویند.

**پیش بار:** برای هر عضله، معادل میزان کشش یا تانسین عضله، قبل از انقباض است. برای عضله قلبی برابر با فشار داخل بطنی در طی مرحله I است. از طرف دیگر پیش بار را حجم پایان دیاستولی نیز می نامند. پیش بار ← فشار داخل بطنی در مرحله I است.

**پس بار:** معادل میزان نیرویی است که یک عضله باید بر آن غلبه کند. که برای عضله قلبی معادل فشار درون شریان خروجی بطنی (آئورت یا شریان ریوی) است.

پس بار ← فشار معادل فشار شریانی است.

**با افزایش فشار سرخرگی، برون ده قلب تا مدتی ثابت می ماند. علت آن به کدام گزینه مربوط می شود؟**

الف) اثر اعصاب سمپاتیک قلب ب) ارتباط برون ده و تعداد ضربان قلب

ج) مکانیسم معکوس بین پیش بار و پس بار قلب د) مکانیسم فرانک-استارلینگ

جواب: گزینه ج /



## تنظیم ذاتی قلب

تنظیم ذاتی توان پمپی قلب با مکانیسم فرانک استارلینگ است. بر طبق این مکانیسم هر چه عضله قلب در طول دوره پر شدن بیشتر کشیده شود. در زمان انقباض نیروی بیشتری برای پمپ خون به داخل شریانها به کار خواهد برد.

➤ **نکته:** افزایش خون ورودی به دهلیز راست سبب افزایش تعداد ضربان قلب به میزان ۱۰ تا ۲۰ درصد می شود.

تنظیم درونی پمپ قلب با مکانیسم فرانک استارلینگ.

- میزان پمپاژ خون توسط قلب به مقدار خون بازگشتی از عروق به قلب بستگی دارد. این قابلیت ذاتی قلب برای سازگار شدن با تغییرات حجم خون وارده مکانیسم فرانک - استارلینگ نام دارد.

- یعنی هر چه کشیدگی عضله بطن در طول پر شدن بیشتر باشد، مقدار خونی که به آئورت پمپ می شود، بیشتر خواهد بود.

تنظیم عملکرد قلب به وسیله اعصاب سمپاتیک و پاراسمپاتیک

قلب در زمان استراحت دارای تونوس سمپاتیک است. تحریکات سمپاتیک می تواند برون ده قلب را تا ۱۰۰ درصد افزایش دهد. مهار عمل سمپاتیک سبب کاهش ضربان قلب و کاهش نیروی انقباض قلب و در نتیجه افت برون ده قلب می شود. تحریک سمپاتیک علاوه بر افزودن بر قدرت انقباض قلب، ضربان طبیعی آن را از ۷۰ ضربه تا ۲۰۰ ضربه و گاهی حتی بالاتر می رساند. تحریک پاراسمپاتیک عمدتاً بر دهلیزها اثر گذاشته و می تواند ضربان قلب را به طرز چشمگیری و نیروی انقباض بطن ها را اندکی کاهش دهد. تحریکات پاراسمپاتیک می تواند در شرایطی ضربان قلب را به نزدیکی صفر نیز برساند. تأثیرات پاراسمپاتیک بر خلاف سمپاتیک بیشتر از طریق تأثیر بر تعداد ضربان قلب عمل می کنند، تا قدرت انقباض قلب.

**نکته:** در حالت استراحت برداشت اثر سمپاتیک از روی قلب سبب کاهش عملکرد تلمبه ای قلب به میزان ۳۰ درصد می شود.

## تأثیرات عوامل خارجی بر ضربان قلب

۱ - **تأثیر دما:** افزایش دما با افزایش نفوذپذیری غشای سلولهای قلبی، سبب افزایش ضربان قلب می شود. باید به این نکته توجه کرد که افزایش دما در طی یک دوره زمانی محدود سبب افزایش ضربان قلب می شود و پس از مدتی با افزایش خستگی قلب این اثر از بین می رود.

۲ - **تأثیر یون پتاسیم:** افزایش یون پتاسیم خارج سلولی سبب شلی قلب و کاهش ضربان قلب می شود که حاصل آن کاهش زیاد قابلیت انقباض قلب است. افزایش پتاسیم انتشار ایمپالس را از دهلیزها به بطنها مسدود می کند.

۳ - **تأثیر یون کلسیم:** تأثیرات یون کلسیم عکس پتاسیم است. کلسیم اضافی در مایع خارج سلولی سبب می شود که قلب به سوی انقباض اسپاسمی پیش برود.

۴ - **هورمون تیروئیدی:** قدرت انقباض میوکارڈ و تعداد ضربان آن را افزایش می دهند.

سوال: کدام عامل، کار قلب را افزایش می دهد؟

الف) کاهش دما (ب) هیپرکالمی (ج) هیپوتیروئیدی (د) هیپرکلیسمی

جواب گزینه د /

سوال: کدامیک از عوامل زیر نیروی انقباض قلب را افزایش می دهد؟ (سال ۸۳)

الف) مهار سمپاتیک (ب) تحریک پاراسمپاتیک

ج) افزایش پتاسیم خارج سلولی (د) افزایش کلسیم خارج سلولی

پاسخ گزینه د /

سوال: افزایش بیش از مقدار طبیعی کدامیک از یونهای زیر قلب را در مرحله دیاستول متوقف می کند؟ (سال ۷۷)

الف) سدیم (ب) کلسیم (ج) پتاسیم (د) هیدروژن

پاسخ گزینه ج /

سوال: کدامیک در رابطه با تحریک و انقباض در سلول عضله قلبی است؟ (سال ۸۸)

الف) یون پتاسیم (ب) یون کلسیم (ج) آدنوزین (د) آدرنالین

پاسخ گزینه ب /

عوامل افزایش دهنده ضربان قلب:

- کاهش فعالیت بارورسپتورها در شریانها، بطن چپ و گردش خون ریوی

- افزایش فعالیت گیرندههای کششی دهلیز

- عمل دم، هیجان، خشم

- محرکهای دردناک

- هیپوکسی، ورزش، اپی نفرین، هورمون تیروئیدی، تب، رفلکس بین بریج

عوامل کاهش دهنده ضربان قلب:

- نوراپی نفرین، افزایش فعالیت بارورسپتور در شریانها، بطن چپ، گردش خون ریوی

- بازدم، ترس، ناراحتی

- تحریک فیبرهای درد در عصب سه قلو

- افزایش فشار داخل جمجمه ای

- شریانچهها با دارا بودن بیشترین نسبت ضخامت دیواره به قطر دهانه رگ و عصب گیری غنی سمپاتیکی مانند سوپاپ

اطمینان عمل کرده و سبب می شود که بیشترین افت در فشار خون ایجاد شود، تا عمل تبادل بتواند به راحتی در مویرگها

انجام شود.

### منابع انرژی قلب

قلب انرژی لازم برای عملکرد خود را به طور عمده از اکسیداسیون اسیدهای چرب (۷۰-۹۰) و در مراحل بعدی از لاکتات و گلوکز (۱۰-۳۰) کسب می‌کند. راندمان قلب برای مصرف انرژی به بیش از ۲۰ تا ۲۵ درصد بالغ نمی‌شود. این راندمان در موارد نارسایی قلب به ۵ تا ۱۰ درصد کاهش می‌یابد.

**انرژی جنبشی قلب:** انرژی لازم برای شتاب بخشیدن به جریان خون شریانی است. این قسمت از کار قلبی تنها یک صدم از انرژی لازم برای ضربان قلب را مصرف می‌نماید. در شرایط مشکلات قلبی مانند تنگی دریچه میترال، این میزان تا ۵۰ درصد افزایش می‌یابد.

**سوال: کدامیک در حالت استراحت بیشترین منبع تامین انرژی برای انقباض قلب است؟ (سال ۸۸)**

- (الف) گلوکز (ب) اسیدهای چرب (ج) لاکتات (د) گلوکز و لاکتات
- پاسخ گزینه ب /  
صداهای قلبی

۱ - **صدای اول:** همزمان با بسته شدن دریچه های  $A-V$  و انقباض ایزولومیک است. این صدا فرکانس پایین (بم) و نسبتاً طولانی دارد.

۲ - **صدای دوم:** همزمان با بسته شدن دریچه های هلالی و انقباض ایزولومیک است. و فرکانس بالا و طول دوره کوتاهی دارد. صدای دوم قلب همزمان با قطعه  $TP$  در الکتروکاردیوگرام می‌باشد.

۳ - **صدای سوم:** همزمان با  $\frac{1}{3}$  اول دیاستول و پر شدن سریع بطن است.

۴ - **صدای چهارم:** (صدای دهلیزی) ناشی از انقباض دهلیزها و جریان یافتن خون به بطن هاست.

➤ **نکته:** از سرعت تغییر فشار بطن یا  $\frac{dp}{dt}$  به عنوان شاخصی از قابلیت انقباض استفاده می‌کنند، شاخص معتبرتر  $\frac{dp/dt}{p}$  است.

➤ **نکته:** در مرحله انقباض ایزولومیک دریچه دو لختی و سینی هر دو بسته‌اند.

**سوال: صدای دوم قلب مربوط است به: (سال ۸۰)**

- (الف) باز شدن دریچه دهلیزی-بطنی (ب) بسته شدن دریچه‌های شریانی  
(ج) بسته شدن دریچه‌های دهلیزی-بطنی (د) باز شدن دریچه‌های آئورتی
- پاسخ گزینه ب /

**سوال: صدای اول قلب با کدامیک از مراحل زیر در یک چرخه قلبی مطابقت می‌کند؟ (سال ۸۴)**

- (الف) انقباض با حجم ثابت (ب) شل شدن با حجم ثابت  
(ج) خروج آهسته (د) دیاستاز بطنی
- پاسخ گزینه الف /

**نکته مهم:** داوطلبین محترم توجه فرمایید که با تهیه این جزوات دیگر نیاز به خرید هیچ گونه کتاب مرجع دیگری نخواهید داشت. برای اطلاع از نحوه دریافت جزوات کامل با شماره های زیر تماس حاصل فرمایید.

۰۲۱ - ۶۶۹۰۲۰۶۱

۰۱۳۱ - ۳۲۳ ۸۰۰۲

۰۱۴۱ - ۳۲۳ ۲۵۴۳