فهرست

دهم: فصل	تست‌ها	پاسخ‌نامهٔ تشریحی
زیست‌شناسی، دیروز، امروز و فردا	۷	۱۵
گوارش و جذب مواد	۳۳	۵۰
تبادلات گازی	۹۶	۱۰۸
گردش مواد در بدن	۱۳۴	۱۵۰
تنظیم اسمزی و دفع مواد زائد	۱۸۳	۱۹۴
از یاخته تا گیاه	۲۱۷	۲۳۲
جذب و انتقال مواد در گیاهان	۲۵۸	۲۷۱

یازدهم: فصل	تست‌ها	پاسخ‌نامهٔ تشریحی
تنظیم عصبی	۲۹۱	۳۰۹
حواس	۳۴۵	۳۵۹
دستگاه حرکتی	۳۸۵	۳۹۵
تنظیم شیمیایی	۴۱۵	۴۲۶
ایمنی	۴۴۹	۴۶۳
تقسیم یاخته	۴۸۹	۵۰۵
تولیدمثل	۵۳۸	۵۵۴
تولیدمثل نهان‌دانگان	۵۸۵	۵۹۸
پاسخ گیاهان به محرک‌ها	۶۱۹	۶۲۹

نکته نکات حاشیه یادآوری ترکیب پاورقی مفهوم جمع‌بندی

قلب

۱- چند مورد، دربارهٔ عروق تغذیه‌کنندهٔ قلب انسان، درست است؟

الف ـ دو سرخرگ اکلیلی از سرخرگ آئورت منشعب می‌شوند.
ب ـ در حد فاصل بین دهلیزها و بطن‌ها قابل مشاهده هستند.
ج ـ در مجاورت بافت چربی در برون‌شامه دیده می‌شوند.
د ـ دو سیاهرگ اکلیلی به دهلیز راست وارد می‌شوند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲- در یک فرد هر .....، قطعاً می‌تواند ..... .

۱) گونه انسداد در عروق تغذیه‌کنندهٔ قلب ـ سبب کاهش ارتفاع موج QRS در نوار قلب شود
۲) نوع دیابت ـ با افزایش تنگی عروق، احتمال سکتهٔ قلبی و مغزی را افزایش دهد
۳) سرخرگ اکلیلی جداشده از آئورت ـ انشعاباتی در جلوی قلب ایجاد نماید
۴) لختهٔ خونی در رگ‌های اکلیلی ـ منجر به تصلب شرایین قلب شود

۳- کدام مورد، در هر نوع سکتهٔ قلبی قطعاً رخ می‌دهد؟

۱) کاهش خون‌رسانی به یاخته‌های قلبی به علت تصلب شرایین
۲) تغییر ارتفاع موج QRS در الکتروقلب‌نگارهٔ ثبت‌شده پس از وقوع سکته
۳) توقف فعالیت پروتئین انتقال‌دهندهٔ سدیم ـ پتاسیم در یاخته‌های عضلانی
۴) عدم تغییر در تعداد موج‌های ثبت‌شده در یک دورهٔ کاری قلب در الکتروکاردیوگرام

۴- درون قلب یک فرد سالم، دریچهٔ موجود در سمت چپ قلب ..... دریچهٔ موجود در سمت راست قلب، ..... .

۱) همانند ـ توسط طناب‌های ارتجاعی به برآمدگی‌های ماهیچه‌ای متصل است
۲) برخلاف ـ حاوی عضلات قلبی ضخیمی در ساختار خود می‌باشد
۳) همانند ـ در پی انقباض نیمی از حفرات قلب، باز می‌شود
۴) برخلاف ـ در مجاورت گره دهلیزی بطنی قرار گرفته است

۵- در دستگاه گردش خون انسان، هر دریچهٔ موجود در ..... .

۱) قلب، در تنظیم موضعی جریان خون نقش دارد
۲) سیاهرگ‌ها، توسط جریان خون، باز و بسته می‌شود
۳) ابتدای مویرگ‌ها، فقط از بافت پوششی تشکیل شده است
۴) قلب، به ماهیچهٔ دهلیزها آویخته شده است

۶- چند مورد، عبارت مقابل را در مورد دستگاه گردش مواد انسان، به طور نامناسب تکمیل می‌کند؟ «هر رگی که دارای دریچه‌های یک‌طرفه در طول خود می‌باشد، قطعاً ..... .»

الف ـ مایعات درون خود را مستقیماً به دهلیز راست تخلیه می‌کند
ب ـ حاوی انواعی از یاخته‌های خونی بدون هسته می‌باشد
ج ـ فاقد رشته‌های الاستیک در جدار خود می‌باشد
د ـ در سطحی پایین‌تر از قلب قرار گرفته است

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۷- در یک دورهٔ کار طبیعی قلب انسان، بلافاصله ..... از شنیدن صدایی ..... .

۱) بعد ـ قوی و گنگ، فشار درون دهلیزها افزایش می‌یابد
۲) قبل ـ قوی و گنگ، انتشار موج تحریک در بطن‌ها پایان می‌یابد
۳) قبل ـ کوتاه و واضح، فعالیت گره ضربان‌ساز موج T را ایجاد می‌کند
۴) بعد ـ کوتاه و واضح، ورود خون روشن به بطن چپ با مانع مواجه می‌شود

۸- کدام مورد در پی افزایش اندازهٔ قلب در انسان دیده نمی‌شود؟

۱) افزایش قدرت پیام‌های الکتریکی تولیدشده در قلب
۲) ایجاد صداهای غیرطبیعی در چرخهٔ کار قلب
۳) افزایش مصرف اکسیژن در ماهیچهٔ قلبی
۴) تنگی دریچهٔ سینی در ابتدای آئورت

۹- کدام عبارت در مورد ساختار بافتی دیوارهٔ قلب، درست است؟

۱) اپی‌کارد همانند استخوانگان فیبری، حاوی بافت پوششی است.
۲) در سطح داخلی برون‌شامه برخلاف درون‌شامه، مایع آبشامه‌ای قرار دارد.
۳) آندوکارد برخلاف اپی‌کارد، فقط از بافت سنگفرشی ساده تشکیل شده است.
۴) پیراشامه همانند میوکارد، حاوی بافت پیوندی رشته‌ای در سطح داخلی خود است.

۱۰- کدام عبارت، در مورد تشریح قلب گوسفند، نادرست است؟

۱) سرخرگ‌ها همانند سیاهرگ‌ها در بالای قلب حضور دارند.
۲) بیشتر رگ‌های واردشده به قلب، به نیمهٔ چپ متصل هستند.
۳) مدخل سرخرگ‌های اکلیلی در مجاورت دریچهٔ سینی قرار دارد.
۴) سیاهرگ‌های اکلیلی در سطح پشتی قلب به دهلیز راست وارد می‌شوند.

۱۱- کدام گزینه، عبارت مقابل را در مورد لایه‌های اصلی تشکیل‌دهندهٔ قلب انسان، به درستی تکمیل می‌کند؟ «هر لایه‌ای که ..... قطعاً ..... .»

۱) مایع آبشامه‌ای را تولید می‌کند ـ حاوی یاخته‌های سنگفرشی ساده می‌باشد

۲) حاوی بافت پیوندی رشته‌ای می‌باشد ـ ضخیم‌ترین لایهٔ قلب را تشکیل می‌دهد

۳) حاوی رشته‌های عصبی می‌باشد ـ فاقد یاخته‌های پوششی سنگفرشی ساده می‌باشد

۴) در تشکیل دریچه‌های قلبی شرکت می‌کند ـ حاوی رشته‌های کلاژن در بافت خود می‌باشد

۱۲- به طور معمول یاخته‌های ماهیچهٔ قلبی ..... ماهیچهٔ .....، در شرایطی می‌توانند ..... .

۱) برخلاف ـ اسکلتی ـ به بافت استخوانی متصل نباشند

۲) همانند ـ صاف ـ بدون تحریک عصبی نیز، منقبض شوند

۳) همانند ـ اسکلتی ـ از طریق صفحات بینابینی به هم مرتبط شوند

۴) برخلاف ـ صاف ـ دارای هسته‌های متعدد در مجاورت غشای یاخته‌ای باشند

۱۳- چند مورد، برای تکمیل عبارت مقابل مناسب است؟ «در انسان، بخشی از شبکهٔ هادی قلب ..... .»

الف ـ موجب شروع انقباض بطن‌ها از نواحی بالاتر می‌شود

ب ـ از دهلیز چپ به بطن چپ وارد می‌شود

ج ـ مسیرهای بین گرهی را ایجاد می‌کند

د ـ از دیوارهٔ بین دهلیزها عبور می‌کند

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۴- کدام گزینه، عبارت مقابل را به طور نامناسب تکمیل می‌کند؟ «در شبکهٔ هادی قلب انسان، ..... همانند ..... .»

۱) گره پیشاهنگ ـ گره دهلیزی بطنی، در دیوارهٔ پشتی دهلیز راست قرار دارد

۲) مسیرهای بین گرهی ـ تارهای بطنی، در دو حفرهٔ قلبی دیده می‌شوند

۳) دسته‌تارهای دهلیزی ـ گره ضربان‌ساز، توسط رگ‌های اکلیلی تغذیه می‌شوند

۴) گره ضربان‌ساز ـ دسته‌تارهای دهلیزی، در ایجاد موج P در الکتروکاردیوگرام نقش دارد

۱۵- در بخشی از یک دورهٔ قلبی که قلب با خون سیاهرگ‌ها به طور غیرفعال پر می‌شود، کدام اتفاق روی نمی‌دهد؟

۱) آغاز فعالیت گره سینوس دهلیزی

۲) کاهش فشار خون در سرخرگ آئورت

۳) شنیده‌شدن صدایی قوی و گنگ

۴) ورود خون از دهلیزها به بطن‌ها

۱۶- به طور معمول در یک چرخهٔ قلبی، ..... بلافاصله قبل از بازشدن دریچه‌های سینی و ..... بلافاصله بعد از رسیدن موج تحریک به نوک قلب روی می‌دهد.

۱) بسته‌شدن دریچهٔ میترال ـ تشکیل موج R در نوار قلب

۲) آغاز ورود خون به بطن‌ها ـ انتشار پیام تحریک در دیوارهٔ بطن‌ها

۳) ایجاد حداقل فشار خون در سرخرگ آئورت ـ شنیده‌شدن صدای دوم قلب

۴) افزایش فشار در حفرهٔ بطن‌ها ـ افزایش فشار سرخرگی و افزایش حجم بطن‌ها

۱۷- در یک چرخهٔ قلبی یک فرد سالم، همزمان با ..... امکان ..... وجود ندارد.

۱) ورود خون از دهلیزها به بطن‌ها ـ عدم فعالیت شبکهٔ هادی

۲) افزایش فشار درون دهلیزها ـ استراحت میوکارد دهلیزها

۳) تشکیل موج T در نوار قلب ـ فعالیت گره ضربان‌ساز

۴) کاهش حجم حفرات بطنی ـ انتشار موج استراحت

۱۸- کدام عبارت درست است؟

۱) حجم خون خارج‌شده از قلب در هر انقباض برابر با حجم ضربه‌ای است.

۲) حجم ضربه‌ای در افراد بالغ در حال فعالیت، قطعاً کم‌تر از ۷۰ mL است.

۳) به دنبال فعالیت اعصاب هم‌حس، فعالیت گره دهلیزی بطنی افزایش می‌یابد.

۴) در یک دورهٔ قلبی، امکان بسته‌بودن هم‌زمان دریچه‌های سینی و میترال وجود ندارد.

۱۹- در یک چرخهٔ قلبی، در حدود ..... ثانیه، قبل از شنیده‌شدن صدای ..... .

۱) ۰/۱ ـ پووم، موج P در الکتروکاردیوگرام به حداکثر ارتفاع خود می‌رسد

۲) ۰/۱ ـ تاک، فشار سرخرگی به حداقل میزان خود می‌رسد

۳) ۰/۳ ـ پووم، مرحلهٔ استراحت عمومی قلب آغاز می‌شود

۴) ۰/۳ ـ تاک، ورود خون به درون بطن‌ها آغاز می‌شود

۲۰- در هنگام بررسی الکتروقلب‌نگاره، ..... نمی‌تواند نشان‌دهندهٔ ..... باشد.

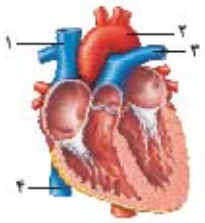
۱) افزایش ارتفاع موج QRS ـ تنگی دریچه‌های سینی

۲) کاهش ارتفاع موج QRS ـ تصلب شرایین

۳) افزایش فاصلهٔ امواج ـ اشکال در خون‌رسانی قلب

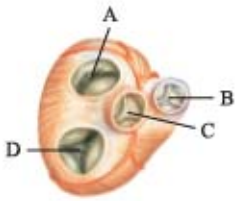
۴) عدم تشکیل موج P ـ بزرگ‌شدن حجم قلب

۲۱- با توجه به شکل مقابل که مربوط به قلب یک فرد سالم است، کدام گزینه برای کامل‌کردن عبارت مقابل مناسب است؟ «رگی که با شمارهٔ ..... مشخص شده است، .....»



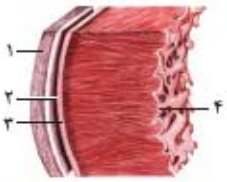
۱) ۱ ـ محلی است که لنف مستقیماً به آن می‌ریزد
۲) ۲ ـ تنها محل حضور گیرنده‌های فشاری در بدن است
۳) ۳ ـ خون کم‌اکسیژن را به مویرگ‌های منفذدار می‌فرستد
۴) ۴ ـ خون بازگشتی از لولهٔ گوارش را از سیاهرگ کبد دریافت می‌کند

۲۲- با توجه به شکل مقابل، کدام گزینه، عبارت مقابل را به درستی تکمیل می‌کند؟ «در یک دورهٔ کاری قلب، ..... شدن دریچهٔ .....»



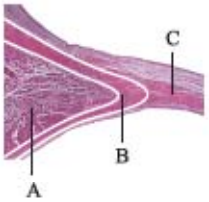
۱) باز ـ A، بلافاصله در پی انقباض دهلیزها صورت می‌گیرد
۲) بسته ـ B، مانع از بازگشت خون گردش عمومی به قلب می‌شود
۳) باز ـ C، قبل از شنیدن صدایی گنگ و قوی از قلب صورت می‌گیرد
۴) بسته ـ D، پس از آغاز انتشار موج QRS در میوکارد بطن‌ها صورت می‌گیرد

۲۳- با توجه به شکل مقابل که ساختار بافتی قلب انسان را نشان می‌دهد، کدام گزینه نادرست است؟



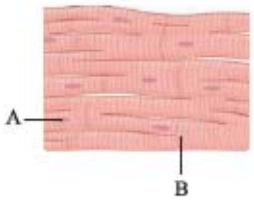
۱) بخش ۱ حاوی رشته‌های کلاژن فراوان می‌باشد.
۲) فضای ۲ توسط بافت سنگفرشی احاطه شده است.
۳) بخش ۳ حاوی رگ‌های تغذیه‌کنندهٔ میوکارد می‌باشد.
۴) بخش ۴ توسط لایه‌ای از بافت پیوندی پشتیبانی می‌شود.

۲۴- شکل مقابل ساختار بافتی دریچه‌های ..... را نشان می‌دهد و در بخش ..... .



۱) سینی ـ B، بافت پیوندی دارای مادهٔ زمینه‌ای فراوان می‌باشد
۲) دهلیزی ـ بطنی ـ A، رشته‌های نازک کلاژن در جهات مختلفی قرار گرفته‌اند
۳) سینی ـ C، در دو طرف شبکهٔ مویرگی، رگ‌های اکلیلی وجود دارد
۴) دهلیزی ـ بطنی ـ A، رشته‌های پروتئینی در بافت پیوندی مقاومت زیادی ایجاد می‌کنند

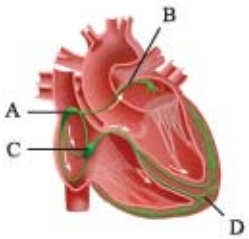
۲۵- با توجه به شکل مقابل، چند مورد نادرست است؟



الف ـ هر پیام منتشرشده در محل B، منجر به انقباض میوکارد می‌شود.
ب ـ بخش B می‌تواند در بین یاخته‌های دهلیز و بطن چپ دیده شود.
ج ـ بخش A در تماس با سطح داخلی غشای یاخته قرار می‌گیرد.
د ـ بخش A قطعاً محتوی همهٔ دنای موجود در یک یاخته است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۶- با توجه به شکل مقابل، کدام گزینه برای کامل‌کردن عبارت مقابل مناسب است؟ «به طور معمول در یک چرخهٔ قلبی، پس از رسیدن موج انقباض به بخش ..... .»

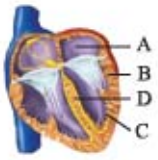


۱) C، برای مدت کوتاهی فعالیت الکتریکی قلب متوقف می‌شود
۲) D، انتشار تحریک در یاخته‌های ماهیچه‌ای به پایان می‌رسد
۳) A، تشکیل موج P در الکتروقلب‌نگاره به پایان می‌رسد
۴) B، همهٔ یاخته‌های میوکارد قلب منقبض می‌شوند

۲۷- در مرحله‌ای از چرخهٔ ضربان قلب که در شکل مقابل نشان داده شده است، کدام اتفاق روی نمی‌دهد؟

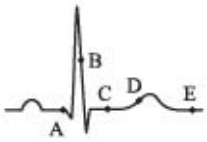
۱) آغاز انتشار موج استراحت در بطن‌ها
۲) آغاز تشکیل موج انقباض در دهلیز راست
۳) پرشدن غیرفعال بطن‌ها توسط خون سیاهرگی
۴) کاهش فشار خون در سرخرگ آئورت همانند سرخرگ ششی

۲۸- با توجه به شکل مقابل، کدام گزینه نادرست است؟



۱) هم‌زمان با انتشار سریع موج انقباض در بخش D، موج QRS در الکتروقلب‌نگاره به صورت کامل ثبت می‌شود.
۲) در عضلات بخش C، یاخته‌های داخلی زودتر از یاخته‌های خارجی، موج انقباض را دریافت می‌کنند.
۳) در بخش A، انتشار موج انقباض از طریق دو نوع یاختهٔ ماهیچهٔ قلبی صورت می‌گیرد.
۴) در انتهای موج QRS، موج انقباض به یاخته‌های بخش B می‌رسد.

۲۹- در منحنی مقابل، در نقطهٔ ..... نقطهٔ ..... .



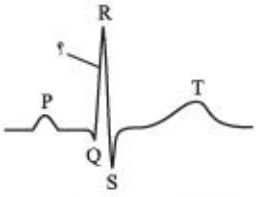
۱) A برخلاف ـ B، ورود خون به بطن‌ها با مانع مواجه است

۲) C همانند ـ D، خروج حجم ضربه‌ای از بطن‌ها، ادامه می‌یابد

۳) B همانند ـ E، بازشدن دریچه‌ها، صداهای قلبی را ایجاد می‌کند

۴) D برخلاف ـ A، حجم بطن‌ها برخلاف دهلیزها در حال افزایش است

۳۰- در نقطه‌ای از منحنی مقابل که با علامت سؤال مشخص گردیده، ..... .



۱) دهلیزها خود را برای انقباض آماده می‌کنند

۲) همهٔ حفرات قلب در حال استراحت می‌باشند

۳) مانعی برای خروج خون از دهلیز راست وجود دارد

۴) مانعی برای خروج خون از بطن چپ وجود دارد

۳۱- با توجه به شکل زیر، چند مورد عبارت مقابل را به نادرستی تکمیل می‌کند؟ «در نقطهٔ شمارهٔ ..... برخلاف نقطهٔ شمارهٔ ..... .»

الف ـ ۲ ـ ۱، موج انقباض بطن‌ها از شبکهٔ هادی بین دو بطن عبور می‌کند

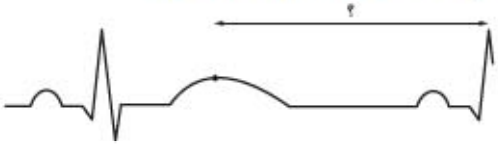
ب ـ ۴ ـ ۲، فشار خون سرخرگ آئورت به فشار بیشینه نزدیک است

ج ـ ۳ ـ ۴، خون بازگشتی از شش‌ها وارد بطن چپ می‌شود

د ـ ۱ ـ ۳، میوکارد دهلیز انقباض خود را آغاز می‌کند

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳۲- در بخشی از منحنی الکتروقلب‌نگارهٔ زیر که با علامت سؤال مشخص شده است، کدام اتفاق در چرخهٔ ضربان قلب روی می‌دهد؟



۱) ایجاد صدای گنگ و قوی در قلب

۲) پایان ورود خون به درون بطن‌ها

۳) انتقال موج انقباض به نوک بطن‌ها

۴) بازشدن دریچهٔ ابتدای سرخرگ شش

۳۳- با توجه به منحنی مقابل، در نقطهٔ A برخلاف ..... .

۱) C، صدایی طولانی‌تر و بم‌تر از صدای دوم قلب شنیده می‌شود

۲) D، سلول‌های مخطط و منشعب بطنی در حالت استراحت می‌باشند

۳) B، جریان الکتریکی به شبکهٔ گرهی دیوارهٔ میوکارد بطن‌ها منتشر می‌شود

۴) E، جریان الکتریکی از گره سینوس دهلیزی به تارهای ماهیچهٔ دهلیزی سرایت می‌کند

۳۴- با توجه به منحنی زیر، می‌توان بیان داشت که ..... در هنگام ثبت نقطهٔ C، کم‌تر از نقطهٔ ..... است. ***(سراسری ۹۶)***

۱) حجم خون بطن‌ها ـ D

۲) تعداد دریچه‌های باز قلب ـ D

۳) طول تارهای ماهیچه‌ای دهلیزها ـ B

۴) فشار خون در ابتدای سرخرگ آئورت ـ B

۳۵- با توجه به منحنی زیر، می‌توان بیان داشت که در زمان ثبت نقطهٔ D، ..... کم‌تر از نقطهٔ ..... است. ***(سراسری خارج از کشور ۹۶)***

۱) فشار خون در ابتدای سرخرگ آئورت ـ C

۲) تعداد حفرات قلبی در حال انبساط ـ B

۳) طول تارهای ماهیچه‌ای دهلیزها ـ B

۴) تعداد دریچه‌های باز قلب ـ C

پاسخ‌نامهٔ تشریحی

۱- گزینهٔ «۳» فقط مورد «د» نادرست است. عروق تغذیه‌کنندهٔ قلب همان عروق اکلیلی هستند.

(الف): همان‌طور که در شکل ۴ می‌بینید، دو سرخرگ اکلیلی از بخش ابتدایی سرخرگ آئورت منشعب می‌شوند./ (ب): همان‌طور که در شکل ۳ می‌بینید، عروق اکلیلی (سرخرگ و سیاهرگ اکلیلی) در حد فاصل بین دهلیزها و بطن‌ها قابل مشاهده هستند./ (ج): همان‌طور که در شکل ۳ می‌بینید، عروق اکلیلی در مجاورت بافت چربی در برون‌شامه دیده می‌شوند./ (د): سرخرگ‌های اکلیلی پس از رفع نیاز یاخته‌های قلبی، با هم **یکی** شده و به صورت یک سیاهرگ اکلیلی به دهلیز راست وارد می‌شوند.

۲- گزینهٔ «۳» همان‌طور که در شکل ۳ می‌بینید، هر یک از سرخرگ‌های اکلیلی که از سرخرگ آئورت جدا می‌شوند، در جلوی قلب انشعاباتی را ایجاد می‌کنند.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): سکتهٔ قلبی ممکن است در میوکارد دهلیزها رخ دهد که در این حالت ارتفاع موج **QRS** کاهش نمی‌یابد. در ضمن انسداد عروق کرونر ممکن است باعث سکته یا حملهٔ قلبی شود./ گزینهٔ (۲): دیابت نوع ۲ با افزایش تنگی عروق احتمال سکتهٔ قلبی و مغزی را افزایش می‌دهد، در حالی که دیابت بی‌مزه، این‌گونه نمی‌باشد *(زیست دهم ـ فصل ۲)*./ گزینهٔ (۴): تصلب شرایین یعنی سخت‌شدن دیوارهٔ عروق نه ایجاد لختهٔ خونی در عروق!

۳- گزینهٔ «۳» کاهش اکسیژن‌رسانی به یاخته‌های ماهیچهٔ قلبی باعث سکتهٔ قلبی می‌شود. به دنبال کاهش اکسیژن‌رسانی به یاخته‌های ماهیچهٔ قلبی تولید **ATP** در تنفس یاخته‌ای کاهش می‌یابد. پمپ سدیم ـ پتاسیم با **ATP** فعالیت می‌کند و با کاهش تولید **ATP** فعالیت آن کاهش می‌یابد *(زیست دهم ـ فصل ۲)*.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): کاهش خون‌رسانی به یاخته‌های قلبی می‌تواند در اثر لخته باشد./ گزینهٔ (۲): سکتهٔ قلبی ممکن است در میوکارد دهلیزها رخ دهد که در این حالت ارتفاع موج **QRS** کاهش نمی‌یابد./ گزینهٔ (۴): اگر یاخته‌های ماهیچه‌ای گره ضربان‌ساز در اثر سکتهٔ قلبی بمیرند، موج **P** تشکیل نمی‌شود و تعداد موج‌های ثبت‌شده در یک دورهٔ کاری قلب در الکتروکاردیوگرام کاهش می‌یابد.

۴- گزینهٔ «۱» همان‌طور که در شکل ۱ می‌بینید، دریچهٔ دولختی در سمت چپ قلب و دریچهٔ سه‌لختی در سمت راست قلب توسط طناب‌های ارتجاعی به برآمدگی‌های ماهیچه‌ای بطن‌ها متصل هستند.

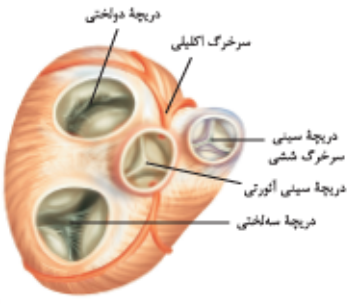
بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۲): دریچه‌های قلبی فاقد ماهیچه در ساختار خود هستند./ گزینهٔ (۳): دریچهٔ دولختی و سه‌لختی در شروع استراحت عمومی قلب باز می‌شوند./ گزینهٔ (۴): دریچهٔ سه‌لختی (در سمت راست قلب) در مجاورت گره دهلیزی بطنی قرار گرفته است.

دریچه‌های قلب	محل استقرار	ساختار بافتی	عملکرد	وضعیت در زمان: انقباض دهلیزی	وضعیت در زمان: انقباض بطنی	وضعیت در زمان: استراحت عمومی
دریچه‌های دهلیزی ـ بطنی	میترال (دولختی): بین بطن چپ و دهلیز چپ سه‌لختی: بین بطن راست و دهلیز راست	● حاصل چین‌خوردگی درون‌شامه ● از یک قسمت مرکزی از جنس بافت پیوندی متراکم تشکیل شده و در دو طرف با درون‌شامه پوشیده شده‌اند. ● دریچه‌ها در قاعده، به استخوانگان فیبری متصل شده‌اند که به استحکام آن‌ها کمک می‌کند.	● جلوگیری از بازگشت خون به دهلیزها هنگام انقباض بطن‌ها ● تولید صدای اول قلب در هنگام بسته‌شدن (یک‌طرفه کردن جهت حرکت خون)	باز	بسته	باز
دریچه‌های سینی‌شکل تشکیل شده از سه قطعهٔ آویخته	ابتدای سرخرگ‌های خروجی از بطن‌ها		● جلوگیری از بازگشت خون به بطن پس از انقباض بطن‌ها (یک‌طرفه کردن جهت جریان خون) ● تولید صدای دوم قلب در هنگام بسته‌شدن	بسته	باز	بسته

● وجود دریچه‌ها در هر بخشی از دستگاه گردش مواد باعث یک‌طرفه شدن جریان خون یا لنف در آن قسمت می‌شود.

● در ساختار دریچه‌های قلبی، **بافت ماهیچه‌ای به کار نرفته** (برخلاف دریچه‌های دستگاه گوارش) و حاصل **چین‌خوردگی بافت پوششی** هستند و وجود بافت پیوندی به **استحکام** آن‌ها کمک می‌کند.

● علت باز و بسته شدن دریچه‌ها، ساختار خاص آن‌ها و تفاوت فشار در دو طرف آن‌هاست.



۵- گزینهٔ «۲» دریچه‌های سیاهرگی فاقد ماهیچه هستند و به کمک جریان خون، باز و بسته می‌شوند.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): دریچه‌های قلبی مانع از حرکت بازگشتی خون شده و نقشی در تنظیم موضعی جریان خون ندارند./ گزینهٔ (۳): بندارهٔ مویرگی دارای یاخته‌های ماهیچه‌ای صاف است./ گزینهٔ (۴): همان‌طور که در شکل ۱ می‌بینید، دریچهٔ دولختی در سمت چپ قلب و دریچهٔ سه‌لختی در سمت راست قلب، توسط طناب‌های ارتجاعی به برآمدگی‌های ماهیچه‌ای **بطن‌ها** متصل هستند.

۶- گزینهٔ «۴» به شکل ۱۷ کتاب درسی توجه کنید. هر چهار مورد، عبارت داده شده را به نادرستی تکمیل می‌کنند. در سیاهرگ‌های دست و پا، دریچه‌های یک‌طرفه جریان خون را یک‌طرفه و به سمت بالا هدایت می‌کنند. در رگ‌های لنفی دریچه‌های یک‌طرفه وجود دارد.

(الف): مایعات رگ‌های لنفی به سیاهرگ زیرترقوه‌ای می‌ریزند./ (ب): رگ‌های لنفی فاقد خون هستند و در نتیجه گویچه‌های قرمز (یاخته‌های خونی بدون هسته) نیز ندارند./ (ج): سیاهرگ‌ها دارای مقادیر کمی رشته‌های الاستیک در دیوارهٔ خود هستند./ (د): رگ‌های لنفی که دارای دریچه‌هایی یک‌طرفه در طول خود می‌باشند، می‌توانند در سطحی بالاتر از قلب نیز حضور داشته باشند.

دریچه‌های رگ‌ها	محل استقرار	ساختار بافتی	عملکرد	باز یا بسته شدن
دریچهٔ لانه‌کبوتری	سیاهرگ‌های دست‌ها و پاها	● حاصل چین‌خوردگی بافت پوششی ● وجود بافت پیوندی به استحکام آن‌ها کمک می‌کند.	● کمک به جریان خون در سیاهرگ‌ها ● یک‌طرفه کردن جریان خون به سمت بالا	در زمان انقباض هر ماهیچه، در سیاهرگ مجاور آن، دریچه‌های بالایی باز و دریچه‌های پایینی بسته می‌شوند.
دریچهٔ رگ‌های لنفی	در طول رگ‌های لنفی		یک‌طرفه کردن جریان لنف در رگ‌های لنفی	—

بچه‌ها توجه داشته باشید که در دیوارهٔ مویرگ‌ها، لایهٔ ماهیچه‌ای وجود ندارد ولی در ابتدای بعضی از آن‌ها (از جمله مویرگ‌های روده)، حلقه‌ای ماهیچه‌ایی به نام بندارهٔ مویرگی وجود دارد. بندارهٔ مویرگی باعث کاهش یا افزایش جریان خون در بافت‌ها می‌شود. بندارهٔ مویرگی تحت تأثیر عوامل مؤثر بر تنظیم **موضعی** جریان خون در بافت‌ها (نه عصبی)، با توجه به شرایط، باز یا بسته می‌شود. *هواستون باشه که با دریچه‌های رگی اشتباهش نگیرید!*

۷- گزینهٔ «۱» صدای اول قلب، قوی و گنگ است و در پی بسته‌شدن دریچه‌های دهلیزی ـ بطنی ایجاد می‌گردد. بعد از بسته‌شدن این دریچه‌ها، ورود خون از دهلیزها به بطن‌ها متوقف و خون، درون دهلیزها جمع شده و فشار درون دهلیزها افزایش می‌یابد. صدای اول قلب در حدود موج R (بین R و S) و صدای دوم قلب در اواخر موج T الکتروقلب‌نگاره شنیده می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۲): انتشار موج تحریک در بطن‌ها، پس از ایجاد صدای اول قلب پایان می‌یابد.

صدای اول قلب بین موج S و R شنیده می‌شود، اما موج تحریک بطن‌ها در پایان موج S خاتمه می‌یابد.

گزینهٔ (۳): صدای دوم کوتاه و واضح است. موج T موج استراحت بطن‌ها می‌باشد و توسط گره ضربان‌ساز ایجاد نمی‌گردد، بلکه ناشی از تغییر وضعیت یاخته‌های ماهیچه‌ای بطن است. دقت کنید طبق متن کتاب درسی، منظور از تحریک دهلیزی و بطنی، به ترتیب انتشار پیام الکتریکی در دهلیزها و بطن‌هاست؛ نه لزومن انقباض آن‌ها! هم‌چنین منظور از استراحت بطنی، زمانیست که پیام الکتریکی منتشرشده در بطن‌ها از بین رفته؛ نه لزومن انبساط بطن‌ها!

در کتاب درسی استراحت قلب به معنای انبساط قلب به کار رفته است.

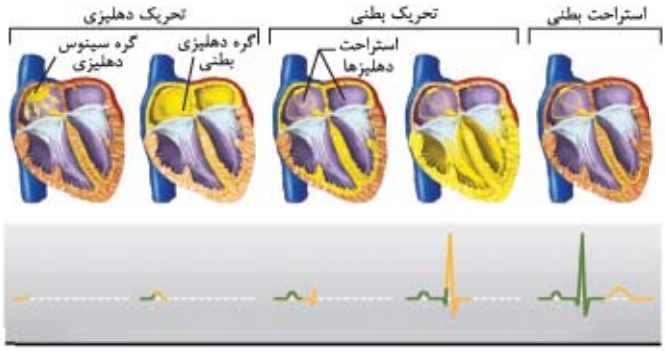
گزینهٔ (۴): بعد از شنیده‌شدن صدای دوم (کوتاه و واضح)، دریچه‌های دهلیزی ـ بطنی باز شده و ورود خون روشن به بطن چپ آغاز می‌شود.

صداهای قلب در حالت طبیعی (مربوط به بسته‌شدن دریچه‌ها)

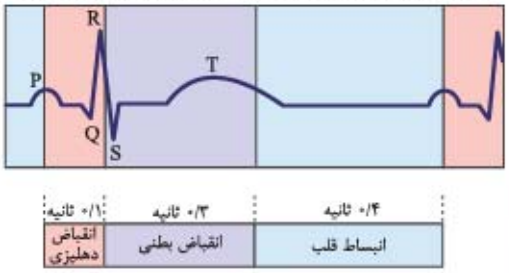
انواع	ویژگی‌ها	علت ایجاد	زمان ایجاد	نحوهٔ تشخیص	کاربرد در پزشکی
پووم	قوی گنگ طولانی‌تر	بسته‌شدن دریچه‌های دولختی و سه‌لختی	شروع انقباض بطن‌ها (بین موج R و S)	اگر گوش خود را به سمت چپ قفسهٔ سینهٔ کسی بچسبانید یا گوشی پزشکی را روی قفسهٔ سینه قرار دهید، صداهای قلب را می‌شنوید.	● از لحاظ پزشکی، نوع صدا و نظم آن‌ها، بسیار معنی‌دار است. ● متخصصان با گوش‌دادن دقیق به صداهای قلب، از سالم‌بودن آن آگاه می‌شوند. ● در برخی بیماری‌ها مثل اختلال در ساختار دریچه‌ها، بزرگ‌شدن قلب یا نقایص مادرزادی مثل کامل‌نشدن دیوارهٔ میانی حفره‌های قلب، ممکن است صداهای غیرعادی شنیده شود.
تاک	واضح کوتاه‌تر	بسته‌شدن دریچه‌های سینی	شروع استراحت بطن‌ها (قبل از اتمام موج T)		

در یک دورهٔ کاری قلبی، در شروع سیستول بطن‌ها، ابتدا دریچه‌های دهلیزی ـ بطنی بسته شده و سپس دریچه‌های سینی باز می‌شوند. در شروع استراحت عمومی قلب نیز، ابتدا دریچه‌های سینی بسته شده و سپس دریچه‌های دهلیزی ـ بطنی باز می‌شوند.

سؤال: چگونه متوجه شویم که اول دریچه‌های دهلیزی ـ بطنی، بسته و سپس دریچه‌های سینی‌شکل باز می‌شوند؟ چون باز و بسته شدن دریچه‌ها در پی تغییر فشار در دو طرف آن‌ها و جهت جریان خون صورت می‌گیرد؛ بنابراین ابتدا دریچهٔ ورودی بطن (دهلیزی ـ بطنی) بسته شده و سپس دریچهٔ خروجی آن (سینی) باز می‌شود.



تحریک‌های ایجادشده در هر قسمت قلب باعث بخشی از قلب‌نگاره می‌شود.



۸- گزینهٔ «۴» تنگی دریچهٔ سینی سبب بزرگ‌شدن اندازهٔ قلب می‌شود نه این‌که بزرگ‌شدن قلب سبب تنگی دریچهٔ سینی شود!

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): بزرگ‌شدن قلب سبب افزایش ارتفاع موج QRS می‌شود./ گزینهٔ (۲): بزرگ‌شدن قلب ممکن است سبب شنیده‌شدن صداهای غیرطبیعی در چرخهٔ کار قلب شود./ گزینهٔ (۳): بزرگ‌شدن حجم عضلهٔ قلبی سبب افزایش مصرف اکسیژن در یاخته‌های آن می‌شود.

۹- گزینهٔ «۳» آندوکارد فقط از بافت پوششی سنگفرشی ساده تشکیل شده است ولی اپی‌کارد علاوه بر بافت سنگفرشی ساده، بافت پیوندی رشته‌ای نیز دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): لایهٔ داخلی کیسهٔ محافظت‌کنندهٔ قلب، برون‌شامه یا اپی‌کارد نامیده می‌شود که حاوی بافت پوششی سنگفرشی ساده، لایهٔ پیوندی رشته‌ای در زیر بافت پوششی، رگ‌ها، اعصاب قلب و بافت چربی اطراف قلب می‌باشد؛ اما استخوانگان فیبری مقداری **بافت پیوندی متراکم** در میوکارد قلب است./ گزینهٔ (۲): در سطح خارجی برون‌شامه، مایع آبشامه‌ای وجود دارد. در سطح داخلی درون‌شامه، خون جریان دارد./ گزینهٔ (۴): همان‌طور که در شکل ۵ کتاب درسی می‌بینید، بافت پیوندی رشته‌ای در **سطح خارجی** پیراشامه وجود دارد. هم‌چنین **بین یاخته‌های میوکارد**، بافت پیوندی رشته‌ای (استخوانگان فیبری) وجود دارد.

ساختار بافتی قلب (قلب اندامی ماهیچه‌ای همراه با کیسه‌ای محافظت‌کننده است.)

کیسهٔ محافظت‌کننده (پیراشامه یا پریکارد)	لایهٔ خارجی پیراشامه	○ در محافظت از قلب نقش دارد. ○ تشکیل شده از بافت پوششی سنگفرشی و بافت پیوندی رشته‌ای ○ بافت پیوندی رشته‌ای این لایه ضخیم‌تر از بافت پوششی آن است. ○ بافت پیوندی رشته‌ای از جمله بافت‌های محافظت‌کننده است که در آن رشته‌های پروتئینی زیادی وجود دارد. ○ ضخیم‌تر از برون‌شامه
	فضای آبشامه‌ای	○ فضای بین پیراشامه و برون‌شامه ○ پر شده از مایع آبشامه‌ای (مایعی آبکی) ○ مایع آبشامه‌ای در محافظت از قلب نقش دارد و به حرکت روان قلب درون حفره کمک می‌کند. ○ بخشی از پیراشامه و برون‌شامه که در تماس با مایع آبشامه‌ای است، بافت پوششی سنگفرشی است.
	برون‌شامه (اپی‌کارد)	○ لایهٔ داخلی کیسهٔ محافظت‌کنندهٔ قلب است. ○ به بافت ماهیچه‌ای قلب چسبیده است. ○ **رگ‌ها و اعصاب قلب** در بافت پیوندی این لایه قرار دارند. ○ تشکیل شده از بافت پوششی سنگفرشی ساده که توسط لایه‌ای از بافت پیوندی رشته‌ای، پشتیبانی می‌شود. ○ بافت چربی که عمومن قلب را احاطه می‌کند در این لایه تجمع می‌یابد.

ادامهٔ جدول در صفحهٔ بعد ...

ساختار بافتی قلب (قلب اندامی ماهیچه‌ای همراه با کیسه‌ای محافظت‌کننده است.)

ماهیچهٔ قلب (میوکارد)

- ضخیم‌ترین لایهٔ دیوارهٔ قلب

بافت‌های تشکیل‌دهنده

بافت ماهیچه‌ای قلبی

- **بیشترین** تعداد یاخته‌های موجود در این لایه مربوط به این بافت هستند.
- ترکیبی از ویژگی‌های ماهیچهٔ اسکلتی و صاف دارد.
- همانند ماهیچهٔ اسکلتی ظاهری **مخطط** دارد، واحدهای انقباضی آن به طور منظم کنار هم قرار گرفته‌اند و به صورت غیرارادی منقبض می‌شوند.
- یاخته‌های منفرد آن کوچک‌اند و عمومن یک یا دو هسته دارند و از طریق **صفحات بینابینی** (درهم رفته) باهم ارتباط دارند که موجب می‌شود **پیام انقباض و استراحت** به سرعت بین یاخته‌های ماهیچهٔ قلب منتشر شود و قلب در انقباض و استراحت، **مانند یک تودهٔ یاخته‌ای** عمل کند.
- **تقریبن یک درصد** یاخته‌های ماهیچهٔ قلبی ویژگی‌هایی دارند که آن‌ها را برای **تحریک طبیعی قلب** اختصاصی کرده‌اند، این یاخته‌ها به صورت **شبکه‌ای از رشته‌ها و گره‌ها** در بین یاخته‌های ماهیچهٔ قلبی گسترده شده‌اند و مجموعهٔ آن‌ها، **شبکهٔ هادی قلب** نام دارد.

بافت پیوندی متراکم (اسکلت یا استخوانگان فیبری)

- باعث **استحکام** دریچه‌های قلبی می‌شود (دریچه‌ها در **قاعده** به استخوانگان فیبری قلب متصل شده‌اند).
- رشته‌های کلاژن ضخیمی دارد که در جهات مختلف قرار دارند و بسیاری از یاخته‌های ماهیچه‌ای به آن‌ها چسبیده‌اند.

بافت عصبی

- رشته‌های عصبی در بین یاخته‌های ماهیچهٔ قلبی پخش شده‌اند.

- یاخته‌های این لایه، **تحریک طبیعی قلب** و **انجام انقباضات** آن را بر عهده دارند.

درون‌شامه (آندوکارد)

- **درونی‌ترین** و **نازک‌ترین** لایهٔ قلب
- تشکیل شده از بافت پوششی **سنگفرشی ساده**
- درون‌شامه **سطح داخلی حفره‌های قلبی** را می‌پوشاند و در تشکیل **دریچه‌های قلب** نقش دارد (دریچه‌های قلبی از یک قسمت **مرکزی** از جنس بافت پیوندی رشته‌ای تشکیل شده که در **دو طرف** با درون‌شامه پوشیده شده‌اند).

۱۰- گزینهٔ «۴» در سطح پشتی قلب فقط **یک** سیاهرگ اکلیلی (نه سیاهرگ‌های اکلیلی) وجود دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): در قلب گوسفند همانند قلب انسان، رگ‌های ورودی به قلب (سیاهرگ‌ها) و رگ‌های خروجی از قلب (سرخرگ‌ها) در سطح بالایی قلب دیده می‌شوند./ گزینهٔ (۲): به نیمهٔ چپ قلب، ۴ سیاهرگ ششی و به نیمهٔ راست قلب، بزرگ‌سیاهرگ زیرین، زبرین و سیاهرگ اکلیلی (۳تا)، **وارد** می‌شود./ گزینهٔ (۳): همان‌طور که در شکل ۴ می‌بینید، مدخل سرخرگ‌های اکلیلی در مجاورت دریچهٔ سینی آئورتی قرار دارد.

سطح شکمی قلب

سطح پشتی قلب

۱۱- گزینهٔ «۱» آبشامه بین دو لایهٔ پیرامشامه و برون‌شامه قرار دارد و توسط این لایه‌ها ساخته می‌شود. پیرامشامه و برون‌شامه حاوی یاخته‌های سنگفرشی ساده هستند.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۲): بافت پیوندی رشته‌ای در میوکارد، پیرامشامه و برون‌شامه وجود دارد، اما میوکارد ضخیم‌ترین لایهٔ قلب را تشکیل می‌دهد./ گزینهٔ (۳): میوکارد و برون‌شامه رشته‌های عصبی دارند. برون‌شامه یاخته‌های پوششی سنگفرشی ساده نیز دارد./ گزینهٔ (۴): در تشکیل دریچه‌های قلبی، درون‌شامه، بافت پیوندی رشته‌ای و استخوانگان فیبری میوکارد شرکت دارند. درون‌شامه رشته‌های کلاژن ندارد.

۱۲- گزینهٔ «۲» ماهیچه‌های قلبی تحت تأثیر پیام‌های انقباضی شبکهٔ هادی و بدون وجود تحریک عصبی منقبض می‌شوند. بندارهٔ مویرگی نیز که از جنس عضلات صاف هستند بدون تحریک عصبی منقبض و منبسط می‌شوند. باز و بسته شدن بندارهٔ مویرگی تحت تأثیر غلظت مواد شیمیایی مانند کربن دی‌اکسید، کاهش اکسیژن، یون‌های هیدروژن، پتاسیم و کلسیم می‌باشد.

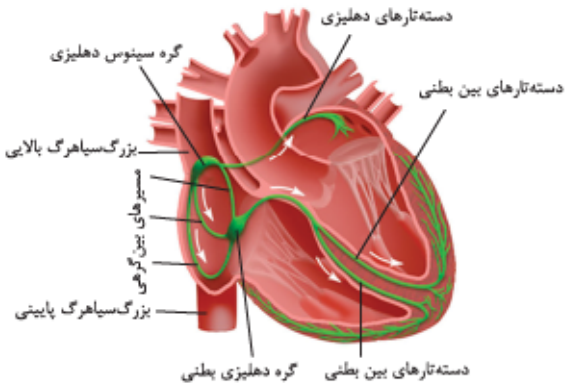
بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): یاخته‌های ماهیچهٔ قلبی به استخوان متصل نیستند. در برخی نقاط مثل بندارهٔ خارجی میزراه، عضلهٔ اسکلتی

به استخوان متصل نیست (*زیست دهم ـ فصل ۵*)./ گزینهٔ (۳): صفحات بینابینی فقط در ماهیچه‌های قلبی وجود داشته و در ماهیچه‌های اسکلتی دیده نمی‌شوند./ گزینهٔ (۴): همان‌طور که در شکل ۱۱ فصل ۲ می‌بینید، هستهٔ یاخته‌های ماهیچهٔ قلبی و صاف در **مرکز** یاخته قرار دارد. یاخته‌های ماهیچهٔ صاف، تک‌هسته‌ای اما یاخته‌های ماهیچهٔ قلبی، یک یا دو هسته‌ای هستند.

۱۳- گزینهٔ «۲» موارد «ج» و «د» درست هستند. به شکل ۸ کتاب درسی خوب توجه کنید.

(الف): با توجه به شکل، در انسان، شروع انقباض بطن‌ها از پایین بطن‌ها است؛ زیرا موج انقباضی ابتدا به نوک بطن‌ها (پایین) و سپس به قاعدهٔ بطن‌ها منتشر می‌شود./ (ب): شبکهٔ هادی از دهلیز چپ به بطن چپ وارد نمی‌شود./ (ج): بخشی از شبکهٔ هادی قلب مسیرهای بین گرهی را ایجاد می‌کند./ (د): بخشی از شبکهٔ هادی قلب از دیوارهٔ بین دهلیزها عبور می‌کند.

شبکهٔ هادی قلب		محل استقرار	ویژگی	عملکرد
گره‌ها	گره اول (گره سینوس دهلیزی یا پیشاهنگ یا ضربان‌ساز)	**دیوارهٔ پشتی دهلیز راست**، زیر منفذ بزرگ‌سیاهرگ بالایی	بزرگ‌تر از گره دوم	شروع‌کنندهٔ تکانه‌های قلبی
	گره دوم (گره دهلیزی بطنی)	**دیوارهٔ پشتی دهلیز راست**، بلافاصله در عقب دریچهٔ سه‌لختی	—	انتشار جریان الکتریکی ایجادشده در گره اول به دسته‌تارهای بطنی
دسته‌هایی از تارهای تخصص‌یافته	دسته‌تارهای بطنی	○ دیوارهٔ دو بطن ○ دور تا دور و بین بطن‌ها	○ از دیوارهٔ بین دو بطن عبور می‌کنند و با دوشاخه شدن، به سمت پایین و نوک قلب ادامه پیدا می‌کنند، سپس دور تا دور بطن‌ها، تا لایهٔ عایق بین بطن‌ها و دهلیزها را احاطه و در طی مسیر به درون دیوارهٔ بطن‌ها گسترش پیدا می‌کنند. ○ تشکیل شده از دسته‌های **قطورتری** نسبت به مسیرهای بین گرهی ○ دارای **سرعت هدایت بسیار بالا**	○ انتشار جریان الکتریکی به بطن‌ها ○ گسترش سریع جریان الکتریکی در بطن‌ها
	دسته‌تارهای دهلیزی	دیوارهٔ دهلیز چپ (از گره سینوس دهلیزی به دهلیز چپ)	—	گسترش سریع جریان الکتریکی در دهلیزها (از دهلیز راست به چپ)
	مسیرهای بین گرهی	بین دو گره در دیوارهٔ دهلیز راست	○ تشکیل شده از تارهای ماهیچه‌ای خاص که با هم ارتباطی تنگاتنگ دارند.	انتشار جریان الکتریکی ایجادشده در گره اول به گره دوم



○ منظور از شبکهٔ هادی قلب، تقریبن یک درصد یاخته‌های ماهیچهٔ قلب است که برای تحریک طبیعی قلب و هدایت سریع جریان الکتریکی اختصاصی شده و به صورت شبکه‌ای از رشته‌ها و گره‌ها در بین یاخته‌های ماهیچهٔ قلبی گسترده شده‌اند که به مجموعهٔ آن‌ها شبکهٔ هادی قلب گفته می‌شود.

○ یاخته‌های این شبکه با دیگر یاخته‌های ماهیچهٔ قلبی ارتباط دارند.

○ این شبکه **شروع‌کنندهٔ ضربان** است و جریان الکتریکی را در سراسر قلب به سرعت گسترش می‌دهد.

○ انقباض بطن‌ها از قسمت **پایین آن‌ها (نوک)** شروع می‌شود و به **سمت بالا (قاعده)** ادامه می‌یابد.

○ در محل ارتباط دهلیزها و بطن‌ها بافت عایقی وجود دارد؛ به طوری که انتشار پیام الکتریکی از دهلیزها به بطن‌ها **فقط** از طریق شبکهٔ هادی قلب انجام می‌شود.

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

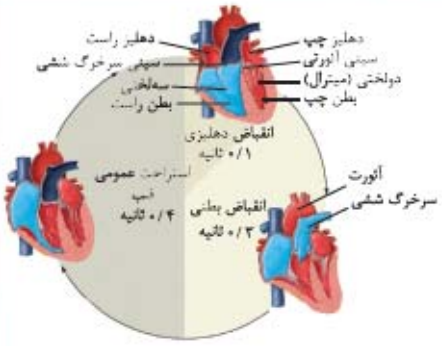
۱۴- گزینهٔ «۲» همان‌طور که در شکل ۸ مشاهده می‌کنید، مسیر بین گرهی فقط در دهلیز راست است و دسته‌تارهای بطنی نیز در دیوارهٔ بین دو بطن قرار دارند.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): همان‌طور که در شکل ۸ می‌بینید، هر دو گره شبکهٔ هادی در دیوارهٔ پشتی دهلیز راست قرار دارند./ گزینهٔ (۳): شبکهٔ هادی از یاخته‌های ماهیچه‌ای تشکیل شده و همانند ماهیچهٔ معمولی میوکارد، توسط رگ‌های اکلیلی تغذیه می‌شوند./ گزینهٔ (۴): در پی فعالیت گره ضربان‌ساز و انتشار موج انقباض توسط دسته‌تارهای دهلیزی در دهلیز، موج P در الکتروقلب‌نگاره شکل می‌گیرد.

۱۵- گزینهٔ «۳» در مرحلهٔ **استراحت عمومی**، قلب با خون سیاهرگ‌ها به طور غیرفعال پر می‌شود. در شروع انقباض بطن‌ها (نه استراحت عمومی)، بسته‌شدن دریچه‌های دهلیزی ـ بطنی، صدایی قوی و گنگ ایجاد می‌کند.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): همان‌طور که در شکل ۱۰ می‌بینید، با آغاز فعالیت گره سینوس دهلیزی در مرحلهٔ استراحت عمومی، موج P در الکتروقلب‌نگاره ثبت می‌شود./ گزینهٔ (۲): در مرحلهٔ استراحت عمومی، دریچه‌های سینی بسته می‌باشند و لذا خونی به درون سرخرگ‌ها وارد نمی‌شود؛ بنابراین فشار خون در سرخرگ آئورت و ششی کاهش می‌یابد./ گزینهٔ (۴): در مرحلهٔ استراحت عمومی دریچه‌های دهلیزی ـ بطنی باز بوده و خون واردشده به دهلیزها به درون بطن‌ها سرازیر می‌شود.

دورهٔ قلبی		وضعیت ماهیچهٔ دهلیزها	وضعیت ماهیچهٔ بطن‌ها	وضعیت دریچه‌های دهلیزی ـ بطنی	وضعیت دریچه‌های سینی	موج در حال ثبت در منحنی قلب‌نگاره	زمان
استراحت عمومی	خون بزرگ‌سیاهرگ‌ها وارد دهلیز راست و خون سیاهرگ‌های ششی به دهلیز چپ وارد می شود.	در حال استراحت	در حال استراحت	باز	بسته	بخش ابتدایی موج P بخش انتهایی موج T	۰/۴ ثانیه
انقباض دهلیزی	بطن‌ها به طور کامل با خون پر می‌شوند.	منقبض	در حال استراحت	باز	بسته	بخش انتهایی موج P بخشی از موج QRS (موج Q و وسط موج R تا S)	۰/۱ ثانیه
انقباض بطنی	خون از طریق سرخرگ‌ها به همهٔ قسمت‌های بدن ارسال می‌شود.	در حال استراحت	منقبض	بسته	باز	بخش انتهایی موج QRS (پس از بخش میانی موج R تا موج S) کمی قبل از انتهای موج T	۰/۳ ثانیه



- قلب در هر ثانیه، تقریبن 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 طور **متناوب** انجام می‌شود، **چرخه یا دورهٔ قلبی** می‌گویند.
- در طی هر چرخه، قلب با خون سیاهرگ‌ها به طور **غیرفعال** پر و سپس به طور **فعال** منقبض می‌شود و خون را به سراسر بدن می‌فرستد.
- حجم خونی که در هر انقباض بطنی از یک بطن خارج و وارد سرخرگ می‌شود، **حجم ضربه‌ای** نامیده می‌شود.

۱- اگر این مقدار را در تعداد ضربان قلب در دقیقه ضرب کنیم، برون‌ده قلبی به دست می‌آید. میانگین برون‌ده قلبی در بالغان در حالت استراحت حدود پنج لیتر در دقیقه است.

۲- برون‌ده قلبی متناسب با سطح فعالیت بدن تغییر می‌کند و عواملی مانند سوخت و ساز پایهٔ بدن، مقدار فعالیت بدنی، سن و اندازهٔ بدن در آن مؤثر است.

۱۶- گزینهٔ «۱» بسته‌شدن دریچه‌های دهلیزی ـ بطنی (میترال و سه‌لختی) قبل از بازشدن دریچه‌های سینی رخ می‌دهد. همان‌طور که در شکل ۱۰ می‌بینید، بعد از رسیدن پیام تحریک به نوک قلب، پیام تحریک به سمت بالا حرکت کرده و موج RS در نوار قلب تشکیل می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۲): ورود خون به بطن‌ها در ابتدای مرحلهٔ استراحت عمومی آغاز می‌شود (نه قبل از بازشدن دریچه‌های سینی در شروع انقباض بطن‌ها)./ گزینهٔ (۳): ایجاد حداقل فشار خون در آئورت، در ابتدای انقباض بطن‌ها (بلافاصله قبل از بازشدن دریچه‌های سینی) مشاهده می‌شود؛ در واقع پس از توقف ورود خون به آئورت در انتهای انقباض بطن‌ها، فشار درون آن به تدریج کاهش می‌یابد. صدای دوم قلب در اواخر موج T است؛ نه بلافاصله بعد از رسیدن موج تحریک به نوک قلب!/ گزینهٔ (۴): دریچه‌های دستگاه گردش خون در نتیجهٔ جهت حرکت خون و تغییر فشار در دو طرف آن‌ها باز می‌شوند. قبل از بازشدن دریچه‌های سینی، فشار خون درون بطن‌ها افزایش می‌یابد که ابتدا سبب بسته‌شدن دریچهٔ دهلیزی ـ بطنی و سپس سبب بازشدن دریچهٔ سینی می‌شود. پس از رسیدن موج انقباض به نوک بطن‌ها، انقباض بطنی آغاز شده و حجم بطن‌ها کاهش می‌یابد. با شروع انقباض بطن‌ها، فشار خون درون سرخرگ‌ها، به علت ورود خون به درون آن‌ها افزایش می‌یابد.

۱۷- گزینهٔ «۳» موج T در اواسط انقباض بطن‌ها تشکیل می‌شود، در حالی که گره ضربان‌ساز در طی استراحت عمومی حفرات بطن، فعالیت خود را آغاز می‌کند.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): در مرحلهٔ استراحت عمومی، ورود خون از دهلیزها به بطن‌ها صورت می‌گیرد و در بیشتر طول مرحلهٔ استراحت عمومی، شبکهٔ هادی فعالیتی ندارد./ گزینهٔ (۲): هنگامی که بطن منقبض می‌شود، دهلیزها در حال استراحت هستند ولی به علت بسته‌بودن دریچه‌های دهلیزی ـ بطنی و جمع‌شدن خون در دهلیزها، فشار خون درون دهلیز افزایش می‌یابد./ گزینهٔ (۴): هنگام انقباض بطن‌ها حجم آن‌ها کاهش می‌یابد. در مرحلهٔ انقباض بطن‌ها موج T (موج استراحت بطن‌ها) تشکیل می‌شود.

۱۸- گزینهٔ «۳» تحریک اعصاب هم‌حس که در بین یاخته‌های ماهیچه‌ای بطن‌ها پخش هستند، فعالیت قلب را افزایش می‌دهد؛ بنابراین فعالیت گره دهلیزی بطنی نیز افزایش می‌یابد.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): حجم خونی که در هر انقباض بطنی از **یک بطن** خارج و وارد سرخرگ می‌شود، حجم ضربه‌ای نامیده می‌شود./ گزینهٔ (۲): برون‌ده قلبی متناسب با سطح فعالیت بدن تغییر می‌کند و عواملی مانند سوخت و ساز پایهٔ بدن، مقدار فعالیت بدنی، سن و اندازهٔ بدن در آن مؤثر است. میانگین برون‌ده قلبی در بالغان در حالت **استراحت** حدود پنج لیتر در دقیقه است. به طور معمول، یک دورهٔ کار قلبی نیز ۰/۸ ثانیه طول می‌کشد؛ لذا ضربان قلب حدود ۷۵ عدد در دقیقه است. همان‌طور که می‌دانیم برون‌ده قلبی برابر است با حجم ضربه‌ای ضربدر تعداد ضربان قلب در دقیقه؛ بنابراین اگر برون‌ده قلبی (۵ لیتر) را تقسیم بر ضربان قلب (۷۵) کنیم، حجم ضربه‌ای به دست می‌آید که حدود ۷۰ میلی‌لیتر می‌باشد؛ این ۷۰ میلی‌لیتر، حجم ضربه‌ای فرد در حال استراحت است، اما در حال فعالیت، برون‌ده قلبی و حجم ضربه‌ای افزایش می‌یابد و بیشتر از ۷۰ میلی‌لیتر است.

در حال فعالیت، افزایش برون‌ده قلبی به دو علت رخ می‌دهد: ۱) کاهش استراحت قلب و افزایش تعداد ضربان قلب ۲) افزایش قدرت انقباض قلب و افزایش حجم ضربه‌ای.

گزینهٔ (۴): در یک دورهٔ قلبی، در **شروع انقباض بطن‌ها** و **شروع استراحت عمومی قلب**، امکان بسته‌بودن هم‌زمان دریچه‌های سینی و میترال وجود دارد.

۱۹- گزینهٔ «۱» قلب در حالت طبیعی دو نوع صدا دارد؛ صدای اول (پووم) قوی، گنگ و طولانی‌تر و صدای دوم (تاک) کوتاه‌تر و واضح است. همان‌طور که در شکل ۱۰ می‌بینید، حدود ۰/۱ ثانیه قبل از شنیدن صدای اول، شروع انقباض دهلیزها است که دقیقن معادل حداکثر ارتفاع موج P می‌باشد.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۲): فشار سرخرگی، کمی قبل از بازشدن دریچه‌های سینی (ورود خون به سرخرگ‌ها) به حداقل میزان خود می‌رسد.

سؤال: از کجا بفهمیم که فشار سرخرگی کی به حداقل می‌رسد؟ با ورود خون به درون سرخرگ‌ها، فشار درون آن‌ها افزایش یافته و به فشار بیشینه می‌رسد، اما با بسته‌شدن دریچه‌های سینی در شروع استراحت عمومی، ورود خون به درون آن‌ها متوقف شده و فشار درون آن‌ها به تدریج کاهش می‌یابد و درست یک لحظه قبل از بازشدن دریچهٔ سینی، به فشار کمینه می‌رسد./ گزینهٔ (۳): حدود ۰/۵ ثانیه قبل از شنیدن صدای پووم، مرحلهٔ استراحت عمومی قلب آغاز می‌شود (۰/۱ ثانیه انقباض دهلیزها و ۰/۴ ثانیه استراحت عمومی)./ گزینهٔ (۴): آغاز ورود خون به بطن‌ها در شروع استراحت عمومی است که حدود ۰/۸ ثانیه قبل از صدای تاک می‌باشد (۰/۳ ثانیه انقباض بطن‌ها، ۰/۱ ثانیه انقباض دهلیزها و ۰/۴ ثانیه استراحت عمومی).

۲۰- گزینهٔ «۴» عدم تشکیل موج P می‌تواند نشان‌دهندهٔ سکتهٔ قلبی باشد، به نحوی که یاخته‌های گره ضربان‌ساز، آسیب دیده باشند.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): افزایش ارتفاع QRS ممکن است نشانهٔ بزرگ‌شدن قلب در اثر فشار خون مزمن یا **تنگی دریچه‌ها** باشد./ گزینهٔ (۲): کاهش ارتفاع QRS ممکن است نشانهٔ سکتهٔ قلبی یا آنفارکتوس باشد. بسته‌شدن رگ‌های اکلیلی توسط لخته یا سخت‌شدن دیوارهٔ آن‌ها (تصلب شرایین)، ممکن است باعث سکته یا حملهٔ قلبی شود؛ چون در این حالت به بخشی از ماهیچهٔ قلب، اکسیژن نمی‌رسد و یاخته‌های آن می‌میرند./ گزینهٔ (۳): افزایش یا کاهش فاصلهٔ منحنی‌ها ممکن است نشانهٔ اشکال در بافت هادی قلب، **اشکال در خون‌رسانی رگ‌های اکلیلی** و یا آسیب به بافت قلب در اثر حملهٔ قلبی باشد.

۲۱- گزینهٔ «۴» بخش‌های ۱ تا ۴ به ترتیب بزرگ‌سیاهرگ زیرین، سرخرگ آئورت، سرخرگ ششی و بزرگ‌سیاهرگ زیرین هستند. خون بازگشتی از دستگاه گوارش از طریق سیاهرگ باب به کبد رفته و از طریق سیاهرگ کبدی به بزرگ‌سیاهرگ زیرین تخلیه می‌شود *(زیست دهم ـ فصل ۲)*.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): همان‌طور که در شکل ۱۷ می‌بینید، لنف ابتدا به سیاهرگ‌های زیرترقوه‌ای تخلیه می‌شود؛ نه به بزرگ‌سیاهرگ زیرین./ گزینهٔ (۲): گیرنده‌های فشاری علاوه بر سرخرگ آئورت، در سرخرگ‌های گردنی نیز حضور دارند./ گزینهٔ (۳): سرخرگ ششی، خون کم‌اکسیژن را به **مویرگ‌های پیوستهٔ** ششی می‌فرستد.

۲۲- گزینهٔ «۴» بخش‌های A تا D به ترتیب دریچهٔ میترال، دریچهٔ سینی سرخرگ ششی، دریچهٔ سینی‌شکل ابتدای سرخرگ آئورت و دریچهٔ سه‌لختی را نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل ۱۰ می‌بینید، بسته‌شدن دریچه‌های دهلیزی ـ بطنی در حدود موج R، یعنی پس از آغازشدن انتشار موج QRS در بطن‌ها صورت می‌گیرد.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): بازشدن دریچهٔ میترال بلافاصله پس از شروع استراحت عمومی است؛ یعنی هنگامی که دهلیزها منقبض می‌شوند این دریچه باز است، نه این‌که باز بشود!/ گزینهٔ (۲): بسته‌شدن دریچهٔ سینی سرخرگ ششی مانع از بازگشت خون گردش **ششی** به قلب می‌شود./ گزینهٔ (۳): ابتدا دریچه‌های دهلیزی ـ بطنی بسته شده و سپس دریچهٔ سینی باز می‌شود؛ بنابراین بازشدن دریچهٔ سینی‌شکل ابتدای سرخرگ آئورت بعد از شنیدن صدایی گنگ و قوی (صدای اول) از قلب صورت می‌گیرد، زیرا عامل بازشدن دریچه‌های سینی‌شکل، بیشتربودن فشار خون بطن‌ها نسبت به سرخرگ ششی و آئورت است.

۲۳- گزینهٔ «۴» بخش‌های ۱ تا ۴ به ترتیب بافت پیوندی رشته‌ای پیرامامه، فضای آبشامه‌ای، برون‌شامه و درون‌شامه را نشان می‌دهند. درون‌شامه از بافت سنگفرشی یک لایه تشکیل شده که فاقد بافت پیوندی پشتیبانی‌کننده است.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): بافت پیوندی رشته‌ای پیراشامه حاوی رشته‌های کلاژن است./ گزینهٔ (۲): برون‌شامه و پیراشامه بافت سنگفرشی دارند و دو طرف فضای آبشامه‌ای را احاطه می‌کنند./ گزینهٔ (۳): برون‌شامه حاوی عروق تغذیه‌کننده، اعصاب و عمومن چربی احاطه‌کنندهٔ قلب است.

۲۴- گزینهٔ «۴» شکل صورت سؤال، مربوط به بافت دریچهٔ **قلبی** است و بخش‌های A تا C به ترتیب استخوانگان فیبری، بافت پیوندی رشته‌ای و درون‌شامه را نشان می‌دهند. استخوانگان فیبری به علت داشتن رشته‌های کلاژن زیاد مقاومت بالایی دارد. رشته‌های پروتئینی زیاد (چون بافت پیوندی سست هم مقداری رشته دارد) در بافت پیوندی متراکم (رشته‌ای) سبب می‌شوند تا این بافت نسبت به بافت پیوندی سست، مقاومت بیشتری داشته باشد.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): بخش B بافت پیوندی رشته‌ای (متراکم) را نشان می‌دهد که مادهٔ زمینه‌ای کمی دارد *(زیست دهم ـ فصل ۲)*./ گزینهٔ (۲): استخوانگان فیبری دارای رشته‌های **ضخیم** کلاژن هستند./ گزینهٔ (۳): بخش C، درون‌شامه را نشان می‌دهد که از یک لایه بافت سنگفرشی ساده تشکیل شده است و فاقد مویرگ خونی است.

۲۵- گزینهٔ «۴» همهٔ موارد نادرست هستند. شکل نشان داده شده در صورت سؤال مربوط به ماهیچهٔ قلبی است، بخش A هسته و بخش B صفحات بینابینی را نشان می‌دهد.

(الف): پیام‌های **استراحت** و **انقباض** در محل صفحات بینابینی منتشر می‌شوند./ (ب): انتقال موج انقباض از دهلیزها به بطن‌ها، به علت حضور بافت پیوندی عایق بین آن‌ها، تنها از طریق شبکهٔ هادی ممکن است؛ اما بافت هادی از دهلیز چپ به بطن چپ نمی‌رود، بنابراین صفحات بینابینی بین دهلیز و بطن چپ دیده نمی‌شود./ (ج): هسته‌های یاخته‌های ماهیچه‌ای قلبی در مرکز یاخته قرار داشته و در تماس با غشا نیستند./ (د): یاخته‌های ماهیچه‌ای قلبی **ممکن است** یک یا دو هسته داشته باشند.

۲۶- گزینهٔ «۱» بخش A تا D به ترتیب گره سینوس دهلیزی، دسته‌تارهای دهلیزی، گره دهلیزی بطنی و نوک بطن‌ها را نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل ۱۰ می‌بینید، وقتی که موج تحریک به گره دهلیزی بطنی می‌رسد خط صافی در الکتروقلب‌نگاره ظاهر می‌شود (فاصلهٔ بین پایان P تا شروع QRS) که در این فاصله، قلب فاقد فعالیت الکتریکی است.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۲): انتشار تحریک در نوک قلب پایان نمی‌یابد، بلکه در قاعدهٔ قلب پایان می‌پذیرد./ گزینهٔ (۳): با آغاز تحریک گره سینوس دهلیزی تشکیل موج P در الکتروقلب‌نگاره **شروع** می‌شود./ گزینهٔ (۴): هیچ‌گاه همهٔ یاخته‌های میوکارد قلب با هم منقبض نمی‌شوند (یعنی دهلیزها جدا و بطن‌ها نیز جداگانه منقبض می‌شوند نه هم‌زمان) و با رسیدن موج انقباض به نقطهٔ B، میوکارد **دهلیزها** منقبض می‌شود.

۲۷- گزینهٔ «۱» شکل صورت سؤال، مربوط به استراحت عمومی قلب است (می‌بینید که دریچه‌های دهلیزی ـ بطنی، باز و سینی‌ها، بسته هستند، دهلیزها، فشرده، جمع و در حال انقباض نیستند)؛ در حالی که آغاز تشکیل موج استراحت بطن‌ها (موج T) در طی انقباض بطن‌ها می‌باشد.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۲): آغاز تشکیل موج P در مرحلهٔ استراحت عمومی رخ می‌دهد./ گزینهٔ (۳): خون سیاهرگی در مرحلهٔ استراحت عمومی به دهلیز وارد می‌شود و از دهلیز به بطن می‌ریزد./ گزینهٔ (۴): در مرحلهٔ استراحت عمومی، به علت بسته‌بودن دریچه‌های سینی، خون به سرخرگ آئورت و سرخرگ ششی وارد نمی‌شود؛ بنابراین فشار خون در آن‌ها کاهش می‌یابد.

۲۸- گزینهٔ «۱» بخش‌های A تا D به ترتیب دهلیز چپ، قاعدهٔ دیوارهٔ طرفی بطن چپ، دیوارهٔ داخلی بطن چپ و دیوارهٔ بین دو بطن را نشان می‌دهد. با انتشار تحریک در بخش D، ابتدای موج QRS یعنی بخش Q شکل می‌گیرد.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۲): همان‌طور که در شکل ۱۰ می‌بینید، یاخته‌های داخلی بطن‌ها زودتر از یاخته‌های خارجی میوکارد بطن‌ها، موج انقباض را دریافت می‌کنند./ گزینهٔ (۳): درون دهلیزها و بطن‌ها انتشار موج انقباض از طریق دو نوع یاختهٔ ماهیچه‌ای یعنی یاخته‌های ماهیچه‌ای عادی و یاخته‌های ماهیچه‌ای مربوط به شبکهٔ هادی صورت می‌گیرد./ گزینهٔ (۴): همان‌طور که در شکل ۱۰ می‌بینید، در انتهای موج QRS، موج انقباض به یاخته‌های بخش B می‌رسد.

۲۹- گزینهٔ «۲» در نقطهٔ C همانند نقطهٔ D، بطن‌ها در حال انقباض بوده و دریچه‌های سینی باز می‌باشند. در این حین خون درون بطن چپ به سرخرگ آئورت و خون درون بطن راست به سرخرگ ششی وارد می‌شود. به مقدار خونی که در طی هر انقباض بطنی از هر بطن، خارج و به درون سرخرگ وارد می‌شود، حجم ضربه‌ای می‌گویند.

تحریک‌های ایجادشده در هر قسمت قلب باعث بخشی از قلب‌نگاره می‌شود.

۰/۱ ثانیه	۰/۳ ثانیه	۰/۴ ثانیه
انقباض دهلیزی	انقباض بطنی	انبساط قلب

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): در نقطهٔ A، هنوز انقباض بطن‌ها آغاز نشده است، لذا دریچه‌های دهلیزی ـ بطنی (میترال و سه‌لختی) باز هستند و مانعی برای ورود خون به بطن‌ها وجود ندارد./ گزینهٔ (۳): در منحنی الکتروقلب‌نگاره، وسط موج R و S، صدای اول قلب و کمی قبل از پایان موج T، صدای دوم قلب شنیده می‌شود که به ترتیب به علت **بسته‌شدن** دریچه‌های دهلیزی ـ بطنی و سینی ایجاد می‌شوند (نه بازشدن آن‌ها)./ گزینهٔ (۴): در نقطهٔ D، بطن‌ها در حال انقباض و خون درون آن‌ها در حال تخلیه به درون سرخرگ‌ها می‌باشد؛ بنابراین حجم بطن‌ها در حال کاهش است. در نقطهٔ A نیز بطن‌ها در حال استراحت هستند و خون از دهلیز به درون آن‌ها رانده می‌شود؛ بنابراین حجم بطن‌ها در حال افزایش می‌باشد.

الکتروقلب‌نگاره (الکتروکاردیوگرام ECG)	نحوهٔ ایجاد	یاخته‌های ماهیچهٔ قلبی درهنگام چرخهٔ ضربان قلب، پیام‌های الکتریکی را بروز می‌دهند؛ به دلیل این‌که تعداد زیادی از یاخته‌ها در این فرایند شرکت می‌کنند، پیام‌های الکتریکی به اندازهٔ کافی قوی است و می‌توان آن‌ها را در سطح پوست نیز دریافت کرد (به صورت منحنی‌ای به نام الکتروقلب‌نگاره). دستگاه ثبت‌کنندهٔ این منحنی، الکتروقلب‌نگار (الکتروکاردیوگراف) نام دارد، که الکترودهای آن را در قسمت‌های مختلف بدن روی پوست قرار می‌دهند؛ **ECG** روی کاغذ یا صفحهٔ حساس نمایشگر نشان داده می‌شود.
	امواج — P	حاصل ارسال خودکار پیام الکتریکی توسط **گره پیشاهنگ** به یاخته‌های ماهیچه‌ای دهلیزهاست. هم‌زمان با ثبت این موج، تحریک الکتریکی، **کل دهلیزها** را فرامی‌گیرد و با رسیدن موج به **قله**، **انقباض دهلیزها** آغاز می‌شود (هم‌زمان با تحریک دهلیزی ثبت می‌شود). نیمهٔ اول موج در زمان انبساط قلب (استراحت عمومی) و نیمهٔ دوم آن در زمان انقباض دهلیزها ثبت می‌شود.
	امواج — QRS	پیام الکتریکی پس از رسیدن به گره دهلیزی بطنی به طور هم‌زمان به تعداد زیادی از یاخته‌های دیوارهٔ بطن می‌رسد؛ که دستگاه، آن را به صورت موج QRS ثبت می‌کند و این پیام، بطن‌ها را منقبض می‌کند (هم‌زمان با تحریک بطنی ثبت می‌شود). در تصویر منحنی الکتروقلب‌نگاره، Q و R قبل از شروع انقباض بطن‌ها و S پس از شروع انقباض بطن‌ها قرار دارد (انقباض بطن‌ها بین R و S شروع می‌شود). Q: هنگام ثبت بخش Q ، تحریک الکتریکی به بطن‌ها منتقل شده و به نوک بطن‌ها رسیده است، هم‌چنین در این هنگام دهلیزها منقبض‌اند (انقباض بطن‌ها بین R و S شروع می‌شود). R و S: هنگام ثبت این دو بخش، تحریک الکتریکی، کل بطن‌ها را فرا گرفته است.
	امواج — T	هنگام به استراحت‌رفتن بطن‌ها، **پیام الکتریکی از یاخته‌ها خارج می‌شود** که باعث **ثبت موج T** در دستگاه می‌شود (هم‌زمان با استراحت بطنی ثبت می‌شود). بخش بزرگی از آن در انقباض بطن‌ها ثبت می‌شود (قبل از انبساط بطن‌ها)، در حالی که بخشی از آن، در انبساط قلب ثبت می‌شود.

۳۰- گزینهٔ «۴» در نقطهٔ مشخص‌شده، دهلیزها در حال انقباض‌اند؛ بنابراین خون وارد بطن‌ها می‌شود و به دلیل بسته‌بودن دریچه‌های سینی، خون از بطن‌ها خارج نمی‌شود.

۳۱- گزینهٔ «۲» موارد «الف» و «د» جمله را به نادرستی تکمیل می‌کنند.

(الف): در نقطهٔ ۲، موج تحریک هنوز در گره دهلیزی بطنی است و به شبکهٔ هادی بین دو بطن نرسیده است./ (ب): در نقطهٔ ۴، بطن‌ها در حال انقباض بوده و با ورود خون به درون آئورت، فشار آن را به فشار بیشینه نزدیک می‌کند./ (ج): در نقطهٔ ۳، هنوز دریچه‌های دهلیزی ـ بطنی بسته نشده‌اند و خون سیاهرگی بازگشتی با عبور از دهلیز وارد بطن می‌شود./ (د): در نقطهٔ ۱، تحریکات گره سینوس دهلیزی آغاز می‌شود، اما شروع انقباض دهلیزها در قلهٔ موج P است.

۳۲- گزینهٔ «۳» محدودهٔ مشخص‌شده در سؤال، شامل نیمهٔ دوم موج T، فاصلهٔ بین موج T و موج P و تشکیل موج P و نیمهٔ اول موج QRS (Q و ابتدای R) می‌باشد. همان‌طور که در شکل ۱۰ مشاهده می‌کنید، در هنگام انتقال موج انقباض به نوک بطن‌ها، موج Q در الکتروقلب‌نگاره تشکیل می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینه‌های (۱) و (۲): ورود خون به بطن‌ها با بسته‌شدن دریچه‌های دهلیزی ـ بطنی و ایجاد صدای اول قلب پایان می‌یابد؛ صدای اول قلب، گنگ و قوی می‌باشد. صدای اول در شروع انقباض بطن‌ها و لذا هم‌زمان با ایجاد نیمهٔ دوم موج R در الکتروقلب‌نگاره شنیده می‌شود./ گزینهٔ (۴): بازشدن دریچهٔ ابتدای سرخرگ ششی در شروع انقباض بطن‌ها (هم‌زمان با ایجاد نیمهٔ دوم موج R در الکتروقلب‌نگاره) ایجاد می‌شود.

۳۳- گزینهٔ «۲» در نقطهٔ A، دهلیزها برخلاف بطن‌ها در حال انقباض هستند ولی در نقطهٔ D بطن‌ها برخلاف دهلیزها در حال انقباض‌اند.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): در هیچ‌کدام از دو نقطهٔ ذکرشده صدایی شنیده نمی‌شود./ گزینهٔ (۳): در نقطهٔ A جریان الکتریکی به گره دهلیزی بطنی رسیده و متوقف شده است./ گزینهٔ (۴): در نقطهٔ A، انتشار جریان الکتریکی از گره سینوس دهلیزی به میوکارد دهلیزها اتفاق نمی‌افتد زیرا در انتهای موج P به پایان رسیده است.

۳۴- گزینهٔ «۱» در نقطهٔ C (پایان انقباض بطن‌ها) تقریبن مقدار خون درون بطن‌ها به حداقل رسیده است ولی در نقطهٔ D خون سیاهرگی از ابتدای استراحت عمومی قلب، درون بطن‌ها تجمع یافته و بیشتر است.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۲): تعداد دریچه‌های باز قلب در هر دو نقطهٔ ذکر شده برابر ۲ است./ گزینهٔ (۳): در نقطهٔ C برخلاف B، دهلیزها در حال استراحت بوده و طول تارهای میوکارد آن‌ها بیشتر است./ گزینهٔ (۴): در نقطهٔ B، فشار خون درون سرخرگ آئورت کم‌تر از نقطهٔ C است.

۳۵- گزینهٔ «۱» نقطهٔ C ابتدای استراحت عمومی را نشان می‌دهد. در استراحت عمومی، فشار خون درون آئورت (سرخرگ‌ها) به تدریج کاهش می‌یابد؛ بنابراین فشار خون در ابتدای سرخرگ آئورت در نقطهٔ D کم‌تر از نقطهٔ C است.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۲): در نقطهٔ D همهٔ حفرات قلب در حال استراحت (انبساط) هستند ولی در در نقطهٔ B فقط بطن‌ها در حال استراحت هستند./ گزینهٔ (۳): در نقطهٔ D برخلاف B، دهلیزها در حال استراحت هستند، بنابراین طول تارهای میوکارد آن‌ها بیشتر از نقطهٔ B (در حال انقباض) است./ گزینهٔ (۴): تعداد دریچه‌های باز قلب در هر دو نقطه برابر ۲ است.

۱ بافت عصبی و پیام عصبی

۱- چند مورد، عبارت مقابل را به طور نامناسب کامل می‌کند؟ «هر یاختهٔ موجود در بافت مخچه می‌تواند ..... .»

الف ـ پیام عصبی را تولید کند
ب ـ دارای یک یا چند دندریت باشد
ج ـ با مصرف گلوکز، CO_2 تولید کند
د ـ پروتئین‌های غلاف میلین را تولید کند

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲- هر بخشی از یک یاختهٔ عصبی که در ..... نقش دارد، ..... .

۱) دریافت پیام عصبی ـ پیام عصبی را به جسم یاخته‌ای وارد می‌کند
۲) انتقال پیام عصبی ـ حداکثر توسط یک یاختهٔ پشتیبان، عایق می‌شود
۳) انجام سوخت و ساز یاخته ـ فاقد ارتباط با سایر یاخته‌هاست
۴) خروج پیام عصبی از جسم یاخته‌ای ـ فاقد میلین است

۳- ویژگی یاخته‌های اصلیِ تشکیل‌دهندهٔ بافت عصبی، کدام است؟

۱) قادر به انتقال پیام عصبی به یاخته‌های غیرعصبی نیستند.
۲) جهت هدایت پیام عصبی در رشته‌های آن‌ها یک‌طرفه است.
۳) فقط از طریق یک رشته می‌توانند پیام عصبی را دریافت کنند.
۴) نمی‌توانند به طور هم‌زمان پیام عصبی را به چند یاخته منتقل کنند.

۴- کدام گزینه، درمورد بیشتر یاخته‌های موجود در بافت عصبی مخ، درست است؟

۱) قادر به هدایت پیام عصبی نیستند.
۲) به ساخت غلاف میلین می‌پردازند.
۳) توسط مویرگ‌های خونیِ پیوسته تغذیه می‌شوند.
۴) دارای چند دارینه و یک آسه هستند.

۵- هر یاختهٔ پشتیبان در دستگاه عصبی می‌تواند ..... .

۱) داربستی برای استقرار یاخته‌های عصبی ایجاد کند
۲) به عایق‌بندیِ رشته‌های عصبی بپردازد
۳) در حفظ هم‌ایستاییِ بافت عصبی مؤثر باشد
۴) به دفاع از یاخته‌های عصبی در برابر میکروب‌ها بپردازد

۶- در بدن انسان، نورون‌ها ..... همهٔ یاخته‌های پشتیبان در بافت عصبی قادر به ..... .

۱) همانند ـ تبادل یون‌ها با مایع اطراف خود، هستند
۲) برخلاف ـ ساخت غلاف عایق برای رشته‌های عصبی، نیستند
۳) همانند ـ تولید رشته‌های عصبی با طول متفاوت، هستند
۴) برخلاف ـ تولید پروتئین گیرنده برای هورمون‌ها، نیستند

۷- کدام عبارت، در مورد یاخته‌های عصبی، به درستی بیان نشده است؟

۱) جریان الکتریکی تولیدشده در نورون‌های مغز، در نوار مغز ثبت می‌شود.
۲) پروانهٔ مونارک با استفاده از نورون‌ها، جهت مقصد خود را تشخیص می‌دهد.
۳) در لایهٔ ماهیچه‌ای لولهٔ گوارش برخلاف لایهٔ زیرمخاط آن، شبکهٔ نورونی یافت نمی‌شود.
۴) رشته‌های دریافت‌کنندهٔ پیام عصبی برخلاف رشته‌های ارسال‌کنندهٔ آن، در تمام طول خود قطر یکسانی دارند.

۸- کدام مورد، عبارت مقابل را به نادرستی کامل می‌کند؟ «در دستگاه عصبی انسان، غلاف میلین فقط ..... .»

۱) توسط یاخته‌های غیرعصبی ساخته می‌شود
۲) در اطراف رشته‌های عصبی دیده می‌شود
۳) در مجاور یاختهٔ عصبی ساخته می‌شود
۴) در مادهٔ سفید مغز یا نخاع مشاهده می‌شود

۹- ویژگی غلاف میلین، کدام است؟

۱) در عایق‌بندی برخی از یاخته‌های عصبی مؤثر است.
۲) مانع تماس رشتهٔ عصبی با مایع اطراف آن می‌شود.
۳) موجب هدایت نقطه به نقطهٔ پیام عصبی می‌شود.
۴) هر غلاف میلین حاوی دو لایهٔ فسفولیپیدی است.

۱۰- کدام مورد، در مراحل ساخت غلاف میلین، مشاهده نمی‌شود؟

۱) احاطه‌شدن یک آسه توسط چندین یاختهٔ پشتیبان
۲) قرارگیری هستهٔ یاختهٔ پشتیبان در عمق غلاف میلین
۳) عدم تشکیل غلاف میلین در ابتدا و انتهای هر رشتهٔ عصبی
۴) افزایش نسبت مساحت غشا به میزان درون یاخته در یاخته‌های سازندهٔ میلین

۱۱- کدام گزینه، نادرست است؟

۱) هر آکسون میلین‌دار در مادهٔ سفید نخاع، متعلق به نورون حرکتی است.
۲) رشته‌های عصبیِ تحریک‌کنندهٔ ماهیچه‌های اسکلتی، میلین‌دار هستند.
۳) بیماری MS منجر به اختلال در فعالیت یاخته‌های سازندهٔ میلین می‌شود.
۴) وجود میلین، تنها عامل افزایندهٔ سرعت هدایت پیام در یک رشتهٔ عصبی نیست.

۱۲- چند مورد، عبارت مقابل را به درستی کامل می‌کند؟ «تشکیل غلاف میلین در اطراف یک رشتهٔ عصبی، موجب افزایش ..... می‌شود.»

الف ـ سرعت انتقال پیام عصبی
ب ـ سرعت هدایت پیام عصبی
ج ـ تماس غشای نورون با مایع بین یاخته‌ای
د ـ تعداد کانال‌های یونی مؤثر در ایجاد پیام عصبی

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۳- در انسان، ....، ویژگی نوعی یاختهٔ عصبی را بیان می‌دارد که در ..... نقش دارد.

۱) دندریتِ بلندتر از آکسون ـ تحریک انقباضِ یاخته‌های ماهیچهٔ اسکلتی
۲) قرارگیری جسم یاخته‌ای در بین دو غلاف میلین ـ ارسال پیام‌های حسی به مغز
۳) وجود چندین رشتهٔ هدایت‌کنندهٔ پیام عصبی به جسم یاخته‌ای ـ دریافت پیام از اندام‌های حسی
۴) هدایت آهستهٔ پیام عصبی در انواع رشته‌های اطراف جسم یاخته‌ای ـ انتقال پیام عصبی به نورون حسی

۱۴- ویژگی هر نوع یاختهٔ عصبی در انسان که با یاخته‌های سازندهٔ میلین ارتباط نزدیک دارد، کدام است؟

۱) از طریق چند رشته، پیام عصبی را به جسم یاخته‌ای وارد می‌کند.
۲) از طریق یک رشتهٔ عصبی، پیام عصبی را از جسم یاخته‌ای دور می‌کند.
۳) جسم یاخته‌ای آن درون مادهٔ خاکستریِ دستگاه عصبی مرکزی قرار دارد.
۴) جسم یاخته‌ای آن قادر به دریافت پیام عصبی از آکسون سایر نورون‌ها می‌باشد.

۱۵- در هر نوع یاختهٔ عصبی که از طریق ..... قادر به ..... می‌باشد، ..... .

۱) دارینهٔ خود ـ انتقال پیام عصبی ـ سوخت و ساز در محلِ فاقد میلین انجام می‌شود
۲) غلاف میلین در دندریت خود ـ انتقال جهشی پیام عصبی ـ پایانهٔ آکسون و دندریت، منشعب هستند
۳) چند رشتهٔ فاقد میلین ـ دریافت پیام عصبی ـ فقط در بخش‌هایی از آکسون، پتانسیل عمل ایجاد می‌شود
۴) جسم یاخته‌ای خود ـ دریافت پیام عصبی از رشتهٔ میلین‌دار ـ سرعت هدایت پیام در طول دندریت، متفاوت است

۱۶- کدام عبارت، در مورد یاخته‌های عصبی رابط، درست است؟

۱) فقط در بخش‌هایی یافت می‌شوند که توسط پردهٔ مننژ محافظت می‌گردد.
۲) در واردکردن پیام عصبی به درون دستگاه عصبی مرکزی دخالت دارند.
۳) سرعت هدایت پیام عصبی در همهٔ قسمت‌های یاخته، یکسان است.
۴) در بیشتر طول دارینه برخلاف آسه، غلاف میلین حضور دارد.

۱۷- به طور معمول در بدن یک فرد، در نورون‌های رابط ..... نورون‌های ..... .

۱) همانند ـ حسی، دندریت و آکسون در دو سمتِ جسم یاخته‌ای به آن متصل می‌شوند
۲) برخلاف ـ حرکتی، دندریت و جسم یاخته‌ای، در بخش مرکزی دستگاه عصبی قرار دارند
۳) همانند ـ حرکتی، در غشای دندریت و جسم یاخته‌ای، گیرندهٔ ناقل‌های عصبی یافت می‌شود
۴) برخلاف ـ حسی، انتقال پیام عصبی در پایانهٔ منشعب آکسون می‌تواند در مادهٔ خاکستری صورت گیرد

۱۸- کدام عبارت، در مورد اختلاف پتانسیل دو سوی غشا در یاخته‌های عصبی، نادرست است؟

۱) تغییر اختلاف پتانسیل دو سوی غشا می‌تواند با عدم ایجاد پیام عصبی همراه باشد.
۲) احتمال یکسان‌شدن مقدار بارالکتریکی دو سوی یک نقطه از غشا، وجود دارد.
۳) اندازه‌گیری آن با قراردادن دو الکترود در دو سوی غشا امکان‌پذیر است.
۴) در حالت آرامش، مقدار این اختلاف ۷۰- ولت است.

۱۹- کدام گزینه، در مورد کانال‌های نشتی در غشای نورون‌ها، نادرست است؟

۱) به انتشار تسهیل‌شدهٔ یون‌ها می‌پردازند.
۲) در منفی‌بودن پتانسیل آرامش غشا، مؤثرند.
۳) به صورت یک‌طرفه یون را منتقل می‌کنند.
۴) مانع از کاهش شیب غلظت یون‌ها می‌شوند.

۲۰- در بدن انسان، پمپ سدیم ـ پتاسیم ..... .

۱) فقط در غشای یاخته‌های عصبی یافت می‌شود
۲) سه جایگاه برای اتصال یون پتاسیم دارد
۳) یون‌های مثبت و منفی را جابه‌جا می‌کند
۴) در حفظ هم‌ایستایی یاختهٔ عصبی مؤثر است

۲۱- کدام گزینه، عبارت مقابل را به نادرستی کامل می‌کند؟ «در غشای یک یاختهٔ عصبی، پمپ سدیم ـ پتاسیم ..... کانال‌های نشتی ..... .»

۱) همانند ـ در منفی‌بودن پتانسیل غشا به هنگام آرامش مؤثر است
۲) برخلاف ـ با صرف انرژی زیستی، شیب غلظت یون‌ها را می‌افزاید
۳) همانند ـ موجب کاهش اختلاف پتانسیل دو سوی غشا می‌شود
۴) برخلاف ـ موجب کاهش غلظت سدیم در یاخته می‌شود

۲۲- در حالت آرامش در غشای یک یاختهٔ عصبی، چند مورد مشاهده می‌شود؟

الف ـ فعالیت انواع کانال‌های انتقال‌دهندهٔ سدیم در غشا

ب ـ خروج یون‌های پتاسیم از طریق مولکول‌های پروتئینی غشا

ج ـ عبور یون‌های سدیم از غشای یاخته در خلاف جهت شیب غلظت خود

د ـ یک میلی‌ولت منفی‌تر شدن پتانسیل غشا با هر بار فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۳- در هنگام ایجاد پتانسیل عمل در یک رشتهٔ عصبی، کدام مورد روی نمی‌دهد؟

۱) با تحریک یاخته، اختلاف پتانسیل دو سوی غشای آن در سراسر یاخته تغییر می‌کند.

۲) پس از زمان کوتاهی از تحریک، اختلاف پتانسیل به ۷۰- میلی‌ولت بازمی‌گردد.

۳) در شروع پتانسیل عمل، یون‌های سدیم به طور ناگهانی وارد یاخته می‌شوند.

۴) در بخشی از مراحل پتانسیل عمل، همهٔ کانال‌های دریچه‌دار بسته‌اند.

پاسخ‌نامهٔ تشریحی

۱- گزینهٔ «۳» فقط مورد «ج» درست است. بافت عصبی از یاخته‌های عصبی و غیرعصبی (پشتیبان) تشکیل شده است.

(الف) و (ب): یاخته‌های پشتیبان فاقد دندریت و آکسون‌اند و پیام عصبی نیز تولید نمی‌کنند./ (ج): یاخته‌های عصبی و غیرعصبی هر دو تنفس یاخته‌ای دارند و با مصرف گلوکز و اکسیژن قادر به تولید CO_2، آب و ATP هستند *(زیست دهم ـ فصل ۳)*./ (د): پروتئین‌های غلاف میلین فقط توسط یاخته‌های پشتیبانِ سازندهٔ میلین تولید می‌شوند. *اینم از بررسی هوشکافانه و دقیق بافت عصبی!*

انواع یاخته‌های بافت عصبی	توانایی تقسیم	نوع یاخته	توانایی ایجاد، هدایت و انتقال پیام عصبی	فراوانی در بافت عصبی	اجزا	عملکرد اجزا	انواع	عملکرد یاخته
یاختهٔ عصبی	به ندرت	عصبی	دارد	کم‌تر	دارینه (دندریت)	رشته‌ای است که پیام‌ها را دریافت و به جسم یاختهٔ عصبی وارد می‌کند.	حسی	پیام‌ها را از گیرنده‌های حسی به سوی بخش مرکزی دستگاه عصبی (مغز و نخاع) می‌آورد.
					آسه (آکسون)	رشته‌ای است که پیام عصبی را از جسم یاخته‌ای تا انتهای خود که **پایانهٔ آکسون** نام دارد، هدایت می‌کند.	حرکتی	پیام‌ها را از بخش مرکزی دستگاه عصبی به سوی اندام‌ها (مانند ماهیچه‌ها) می‌برد.
					جسم یاخته‌ای	● محل قرارگرفتن هسته و انجام سوخت و ساز یاخته‌های عصبی است. ● می‌تواند همانند دارینه مستقیمن پیام را نیز دریافت کند.	رابط	● در مغز و نخاع قرار دارد. ● ارتباط لازم بین یاخته‌های عصبی حسی و حرکتی را فراهم می‌کند.
یاختهٔ پشتیبان (نوروگلیا)	دارد	غیرعصبی	ندارد	بیشتر	—	—	میلین‌ساز	به دور رشتهٔ عصبی می‌پیچد و غلاف میلین را به وجود می‌آورد و آن را عایق‌بندی می‌کند.
							داربست‌ساز	داربست‌هایی را برای استقرار یاخته‌های عصبی ایجاد می‌کند.
							دفاعی	دفاع از یاخته‌های عصبی
							حفظ‌کنندهٔ هم‌ایستایی یاختهٔ عصبی	حفظ هم‌ایستایی مایع اطراف یاخته‌های عصبی (مثل حفظ مقدار طبیعی یون‌ها)

۲- گزینهٔ «۴» محل خروج پیام از جسم یاخته‌ای، محلی است که آکسون به جسم یاخته‌ای متصل می‌شود و در همهٔ انواع نورون‌ها، این بخش فاقد میلین است. به شکل ۳ کتاب درسی نگاه کنید.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): محل دریافت پیام عصبی می‌تواند دندریت یا جسم یاخته‌ای باشد./ گزینهٔ (۲): چندین یاختهٔ پشتیبان در عایق‌بندی یک رشتهٔ عصبی نقش دارند؛ در واقع به ازای هر غلاف میلین، یک یاختهٔ پشتیبان وجود دارد./ گزینهٔ (۳): جسم یاخته‌ای محل انجام سوخت و ساز است. جسم یاخته‌ای می‌تواند محل تشکیل سیناپس و دریافت پیام عصبی باشد.

۳- گزینهٔ «۲» نورون‌ها، یاخته‌های **اصلی** تشکیل‌دهندهٔ بافت عصبی هستند *(زیست دهم ـ فصل ۲)* و پیام عصبی را فقط به صورت یک‌طرفه در رشته‌های خود هدایت می‌کنند.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): نورون‌ها قادر به انتقال پیام عصبی به یاخته‌های ماهیچه‌ای (اسکلتی، صاف و قلبی)، یاختهٔ غده‌ای و یا یاختهٔ عصبی دیگر هستند./ گزینهٔ (۳): نورون‌های حرکتی و رابط چندین دندریت دارند و از طریق چندین رشته می‌توانند پیام عصبی را دریافت کنند./ گزینهٔ (۴): پایانهٔ آکسون نورون‌ها منشعب است و لذا نورون با یک آکسون خود می‌تواند هم‌زمان چند سیناپس تشکیل دهد و چند یاختهٔ دیگر را تحریک کند.

۴- گزینهٔ «۱» بیشتر یاخته‌های موجود در بافت عصبی، از نوع یاختهٔ پشتیبان هستند و لذا غیرعصبی‌اند. این یاخته‌ها نورون نیستند و قادر به هدایت پیام عصبی نیز نیستند.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۲): یاخته‌های پشتیبان انواعی دارند و گروهی از آن‌ها به ساخت میلین می‌پردازند./ گزینهٔ (۳): مویرگ‌های بافت عصبی از نوع پیوسته هستند *(زیست دهم ـ فصل ۳)* و **همهٔ** یاخته‌های بافت عصبی (نه بیشتر آن‌ها!!!) به کمک این مویرگ‌ها تغذیه می‌شوند./ گزینهٔ (۴): یاختهٔ پشتیبان دارینه و آسه ندارد.

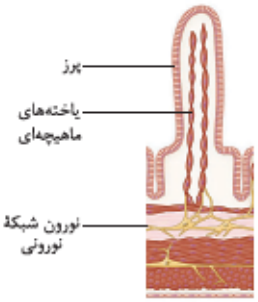
۵- گزینهٔ «۳» همهٔ یاخته‌های پشتیبان در بافت عصبی با کمک به حفظ شرایط طبیعی بافت، به نوعی در ایجاد هم‌ایستایی نقش دارند. یاخته‌های پشتیبان نقش‌های متفاوتی دارند به طوری که:

۱) گروهی از این یاخته‌ها داربست‌هایی را برای استقرار یاخته‌های عصبی ایجاد می‌کنند. ۲) گروهی در ساخت میلین نقش دارند. ۳) گروهی نیز در دفاع از یاخته‌های عصبی دخالت دارند.

۶- گزینهٔ «۱» همهٔ یاخته‌های زندهٔ بدن انسان، قادر به تبادل یون‌ها با محیط اطراف خود هستند.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۲): فقط گروهی از یاخته‌های پشتیبان قادر به ساخت میلین هستند./ گزینهٔ (۳): یاختهٔ پشتیبان که رشتهٔ عصبی نمی‌سازد!/ گزینهٔ (۴): نورون‌ها و یاخته‌های پشتیبان هر دو می‌توانند یاختهٔ هدف هورمون‌ها باشند *(زیست یازدهم ـ فصل ۳)*.

۷- گزینهٔ «۳» در لایهٔ ماهیچه‌ای لولهٔ گوارش و لایهٔ زیرمخاط آن، شبکهٔ نورونی یافت می‌شود *(زیست دهم ـ فصل ۲)*.



بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): نوار مغزی، جریان الکتریکی ثبت‌شدهٔ یاخته‌های عصبی (نورون‌های) مغز است./ گزینهٔ (۲): زیست‌شناسان در بدن پروانهٔ مونارک نورون‌هایی را یافته‌اند که پروانه با استفاده از آن‌ها، جایگاه خورشید در آسمان و جهت مقصد را تشخیص می‌دهد و به سوی آن پرواز می‌کند *(زیست دهم ـ فصل ۱)*./ گزینهٔ (۴): دندریت‌ها در نزدیک جسم یاخته‌ای قطورتر هستند.

۸- گزینهٔ «۴» رشته‌های میلین‌دار مانند دندریت نورون حسی و آکسون نورون حرکتی می‌توانند در خارج از مغز و نخاع نیز مشاهده شوند.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): فقط یاخته‌های غیرعصبی (پشتیبان) قادر به ساخت میلین هستند./ گزینهٔ (۲): غلاف میلین فقط در اطراف رشته‌های عصبی یافت می‌شود./ گزینهٔ (۳): غلاف میلین توسط یاخته‌های پشتیبان در مجاورِ یاختهٔ عصبی ساخته می‌شود.

هرچی که دربارهٔ غلاف میلین باید بدونید!

آسهٔ (آکسون) یاخته‌های عصبی حرکتی و آسه و دارینهٔ (دندریت) یاخته‌های عصبی حسی (اکثر یاخته‌های عصبی) پوششی به نام غلاف میلین دارند. یاخته‌های عصبی رابط فاقد غلاف میلین هستند. غلاف میلین جزئی از یاختهٔ عصبی محسوب نمی‌شود، بلکه این غلاف را یاختهٔ پشتیبان میلین‌ساز می‌سازد. نحوهٔ ایجاد غلاف میلین: یاختهٔ پشتیبان به دور رشتهٔ عصبی می‌پیچد و غشای پلاسمایی خود را به دور رشتهٔ عصبی می‌پیچاند. میان‌یاخته و هستهٔ این یاخته‌های پشتیبان در سطح خارجی غلاف میلین به صورت لایهٔ ظریفی دیده می‌شود.

- غلاف میلین از چند لایه غشا تشکیل شده است؛ بنابراین در ساختار خود اجزای غشا شامل فسفولیپید، پروتئین، کربوهیدرات و کلسترول را دارد.
- غلاف میلین در بخش‌هایی از رشتهٔ عصبی قطع می‌شود؛ این بخش‌ها را گره رانویه می‌نامند. در واقع حد فاصل دو یاختهٔ پشتیبان، گره رانویه وجود دارد.
- نواحی‌ای از رشتهٔ عصبی که دارای غلاف میلین است، **فاقد کانال‌های دریچه‌دار** هستند، از طرفی میلین عایق است و از عبور یون‌ها از غشا جلوگیری می‌کند. در نواحی میلین‌دار پتانسیل عملی ایجاد نمی‌شود و فقط در گره‌های رانویه پتانسیل عمل ایجاد می‌شود، به همین دلیل به نظر می‌رسد پیام عصبی از یک گره به گره دیگر جهش می‌کند، این نوع هدایت را هدایت جهشی می‌گوییم. هدایت جهشی فقط در رشته‌های میلین‌دار وجود دارد.
- یاختهٔ عصبی رابط هیچ‌گاه هدایت جهشی پیام عصبی ندارد.

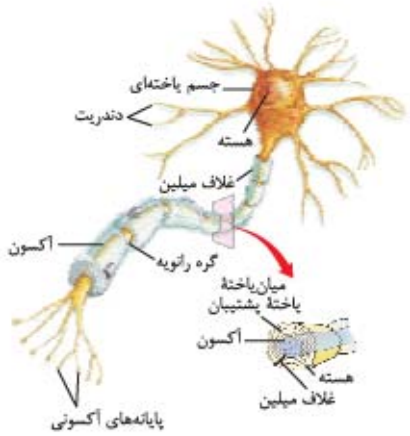
سرعت هدایت پیام عصبی به دو عامل بستگی دارد:

۱- **وجود میلین**: سرعت هدایت پیام عصبی در رشته‌های میلین‌دار بیشتر از رشته‌های فاقد میلین هم‌قطر است.

۲- **قطر رشتهٔ عصبی**: هر چه رشتهٔ عصبی قطورتر باشد، سرعت هدایت پیام عصبی در آن بیشتر است.

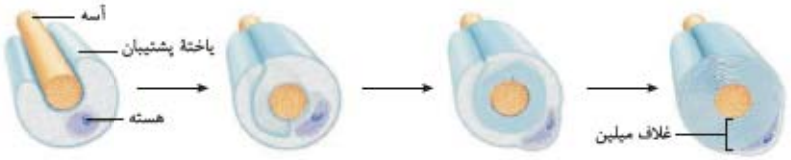
بیماری مالتیپل اسکلروزیس (MS) نوعی بیماری خودایمنی است که در آن یاخته‌های دستگاه ایمنی به یاخته‌های پشتیبان دستگاه عصبی مرکزی حمله می‌کنند و آن‌ها را از بین می‌برند، در نتیجه سرعت ارسال پیام‌های عصبی به اندام‌ها کاهش می‌یابد. در نتیجه بینایی و حرکت، مختل و فرد دچار بی‌حسی و لرزش می‌شود.

۹- گزینهٔ «۲» غلاف میلین اطراف رشتهٔ عصبی را احاطه می‌کند و مانع از تماس غشای رشتهٔ عصبی با مایع اطراف آن می‌شود.



بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): غلاف میلین، رشته‌های آکسون و دندریتِ **بسیاری** از یاخته‌های عصبی را می‌پوشاند./ گزینهٔ (۳): غلاف میلین موجب هدایت جهشی پیام عصبی می‌شود./ گزینهٔ (۴): به منظور تشکیل غلاف میلین، غشای یاختهٔ پشتیبان چندین دور به دورِ رشتهٔ عصبی می‌پیچد، بنابراین، یک غلاف میلین حاوی چندین لایهٔ فسفولیپیدی است.

۱۰- گزینهٔ «۲» همان‌طور که در شکل زیر می‌بینید، با پیچ‌خوردن غشای یاختهٔ پشتیبان به دور رشتهٔ عصبی، هستهٔ آن در بخش سطحی غلاف میلین قرار می‌گیرد.



بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): چندین یاختهٔ پشتیبان به منظور ایجاد چندین غلاف میلین در سطح یک رشتهٔ عصبی عمل می‌کنند./ گزینهٔ (۳): ابتدا و انتهای رشته‌های عصبی فاقد میلین است./ گزینهٔ (۴): همان‌طور که در شکل می‌بینید، در یاختهٔ سازندهٔ میلین، مقدار غشاسازی بسیار بیشتر از میزانِ میان‌یاخته (سیتوپلاسم) است؛ بنابراین نسبت مساحت غشا به میزان سیتوپلاسم، افزایش می‌یابد.

۱۱- گزینهٔ «۱» مادهٔ سفید در مغز و نخاع از رشته‌های عصبی میلین‌دار تشکیل شده‌اند. می‌دانیم که آکسون نورون حرکتی که میلین‌دار است از دستگاه عصبی مرکزی خارج شده و به اندام‌ها عصب‌رسانی می‌کند؛ بنابراین، آکسون میلین‌دارِ درون مادهٔ سفید نخاع یا مغز، مربوط به انواع دیگری از یاخته‌های عصبی هم هستند.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۲): آکسون نورون‌های حرکتی که میلین‌دار است، در انتقال پیام عصبی به یاخته‌های ماهیچهٔ اسکلتی نقش دارد./ گزینهٔ (۳): در فرد مبتلا به MS، یاخته‌های دستگاه ایمنی به یاخته‌های پشتیبانِ سازندهٔ میلین در دستگاه عصبی مرکزی حمله می‌کنند *(زیست یازدهم ـ فصل ۵)*./ گزینهٔ (۴): **وجود میلین و افزایش قطر رشتهٔ عصبی**، موجب افزایش سرعت هدایت پیام عصبی در رشتهٔ عصبی می‌شود.

۱۲- گزینهٔ «۱» فقط مورد «ب» عبارت را به درستی کامل می‌کند.

(الف) و (ب): تشکیل غلاف میلین موجب افزایش سرعت هدایت (نه انتقال) پیام عصبی در رشتهٔ عصبی می‌شود./ (ج): در بخش‌های میلین‌دار، رشتهٔ عصبی در تماس با مایع بین یاخته‌ای قرار نمی‌گیرد، پس تشکیل میلین موجب کاهش تماس غشای نورون با مایع بین یاخته‌ای می‌شود./ (د): در رشته‌های عصبی میلین‌دار، کانال‌های دریچه‌دار یونی در محل گره رانویه حضور دارند؛ بنابراین، تعداد کانال‌های یونیِ مؤثر در ایجاد پیام عصبی نیز در رشته‌های عصبیِ میلین‌دار کم‌تر از سایر رشته‌هاست.

۱۳- گزینهٔ «۲» در نورون حسی، آکسون و دندریت هر دو دارای غلاف میلین هستند و جسم یاخته‌ای بین دو غلاف میلین قرار گرفته است. نورون‌های حسی اطلاعات را از گیرنده‌های حسی به سمت دستگاه عصبی مرکزی (مغز و نخاع) منتقل می‌کنند.

یک نکتهٔ غلط: جسم یاخته‌ای در نورون حسی بین دو گره رانویه قرار گرفته است!

در نورون حسی برخلاف نورون‌های دیگر، آکسون و دندریت در یک محل به جسم یاخته‌ای متصل‌اند.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): تحریک انقباض ماهیچهٔ اسکلتی توسط نورون حرکتی صورت می‌گیرد. در نورون رابط و حرکتی، طول آکسون بیشتر از دندریت است./ گزینهٔ (۳): نورون‌های حسی پیام را از اندام‌های حسی دریافت می‌کنند و فقط یک دندریت دارند (دندریت پیام عصبی را به سمت جسم یاخته‌ای هدایت می‌کند)./ گزینهٔ (۴): نورون رابط فاقد میلین است و در دندریت‌ها و آکسون خود، نسبت به رشته‌های عصبی میلین‌دار، پیام عصبی را به آهستگی هدایت می‌کند. نورون رابط، پیام عصبی را از نورون حسی دریافت می‌کند.

نورون حسی، پیام عصبی را از گیرندهٔ حسی دریافت می‌کند و به دستگاه عصبی مرکزی وارد می‌کند.

مقایسهٔ انواع نورون‌ها

انواع یاخته‌های عصبی	اجزا	طول	غلاف میلین	قطر بیشتر در محل اتصال به جسم یاخته‌ای	شکل هسته	فراوانی	موقعیت نسبت به مادهٔ خاکستری دستگاه عصبی مرکزی	توانایی شرکت در سیناپس	توانایی انتقال پیام عصبی	هدایت جهشی پیام عصبی
حسی	دارینه	بلند	دارد	بله	—	۱ عدد	خارج مادهٔ خاکستری	ندارد	ندارد	دارد
	جسم یاخته‌ای	—	ندارد	—	گرد	۱ عدد	خارج مادهٔ خاکستری	ندارد	ندارد	ندارد
	آسه	کوتاه	دارد	بله	—	۱ عدد	فقط پایانهٔ آکسونی درون مادهٔ خاکستری قرار دارد.	دارد	دارد	دارد
رابط	دارینه	کوتاه	ندارد	بله	—	متعدد	درون مادهٔ خاکستری	دارد	ندارد	ندارد
	جسم یاخته‌ای	—	ندارد	—	گرد	۱ عدد	درون مادهٔ خاکستری	دارد	ندارد	ندارد
	آسه	بلند	ندارد	بله	—	۱ عدد	درون مادهٔ خاکستری	دارد	دارد	ندارد
حرکتی	دارینه	کوتاه	ندارد	بله	—	متعدد	درون مادهٔ خاکستری	دارد	ندارد	ندارد
	جسم یاخته‌ای	—	ندارد	—	بیضی	۱ عدد	درون مادهٔ خاکستری	دارد	ندارد	ندارد
	آسه	بلند	دارد	بله	—	۱ عدد	خارج مادهٔ خاکستری	دارد	دارد	دارد

۱۴- گزینهٔ «۲» نورون‌های حسی و حرکتی دارای رشته‌های عصبی میلین‌دار هستند، بنابراین با یاخته‌های سازندهٔ میلین، ارتباط نزدیک دارند. نورون حرکتی همانند نورون حسی، فقط دارای یک آکسون است؛ بنابراین می‌شود گفت که فقط از طریق یک رشتهٔ عصبی، پیام عصبی را از جسم یاخته‌ای دور می‌کنند.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): نورون حسی برخلاف نورون حرکتی، فقط یک دندریت دارد./ گزینهٔ (۳): جسم یاخته‌ای نورون حسی برخلاف نورون حرکتی در خارج از دستگاه عصبی مرکزی (مثل ریشهٔ پشتی عصب نخاعی) قرار دارد./ گزینهٔ (۴): جسم یاخته‌ای نورون حسی برخلاف نورون حرکتی، قادر به تشکیل سیناپس نیست.

این نکته خیلی ضعیف و خیلی مهمه، جسم یاخته‌ای نورون‌های مرکزی و رابط می‌تونن، محل تشکیل سیناپس باشند، ولی انتقال پیام عصبی به نورون حسی، فقط از طریق دندریت امکان‌پذیره ...

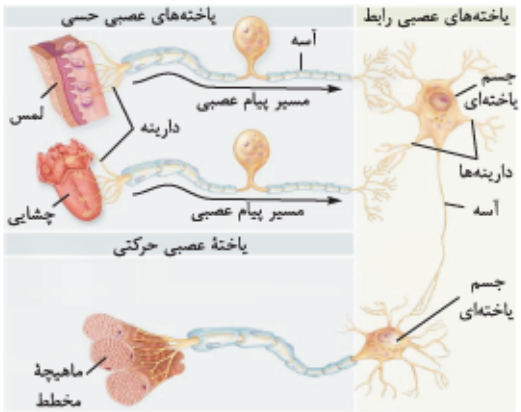
سؤال؟ از کجا به این نکته پی ببریم؟! تو هیچ‌کدوم از شکل‌های کتاب نشون نداده، ۲) محل قرارگیری جسم یاخته‌ای نورون حسی، در ریشهٔ پشتی عصب نخاعی‌ست و اون‌جا سیناپس تشکیل نمی‌شه!

سؤال، شما از نظر علمی مطمئن هستید؟ جواب، بله!

۱۵- گزینهٔ «۴» نورون‌های رابط و حرکتی، می‌توانند از طریق جسم یاخته‌ای، سیناپس تشکیل دهند و پیام عصبی دریافت کنند. سرعت هدایت پیام عصبی در رشته‌های عصبی، وابسته به حضور میلین و قطر رشته است. همان‌طور که در شکل ۳ کتاب درسی می‌بینید، دندریت دارای قطر متفاوتی در طول خود است (در مجاورت جسم یاخته‌ای، قطورتر است)؛ پس سرعت هدایت پیام عصبی در طول دندریت، متفاوت است.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): دارینه در دریافت و هدایت پیام عصبی نقش دارد، نه انتقال آن!/ گزینهٔ (۲): غلاف میلین موجب هدایت جهشی پیام عصبی می‌شود، نه انتقال جهشی!/ گزینهٔ (۳): در رشته‌های عصبی میلین‌دار، فقط در محل گره رانویه پتانسیل عمل ایجاد می‌شود اما آکسون نورون رابط برخلاف نورون حرکتی، میلین‌دار است.

۱۶- گزینهٔ «۱» این نورون‌های رابط هستند که در مغز و نخاع قرار دارند. پرده‌های مننژ، حفاظت مغز و نخاع را بر عهده دارند.



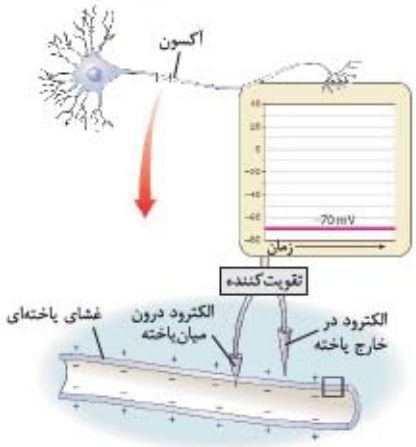
بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۲): خودشون درون دستگاه عصبی مرکزی‌اند!/ گزینهٔ (۳): سرعت هدایت پیام عصبی در بخش‌های قطورترِ نورون رابط، بیشتر است./ گزینهٔ (۴): نورون رابط کلن میلین نداره!

۱۷- گزینهٔ «۳» در نورون رابط و نورون حرکتی، جسم یاخته‌ای و دندریت می‌توانند با آکسون یاختهٔ دیگر، سیناپس تشکیل دهند؛ بنابراین، در غشای دندریت و جسم یاخته‌ای آن‌ها، گیرندهٔ ناقل عصبی وجود دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): در نورون حسی، دندریت و آکسون در یک سمت جسم یاخته‌ای به آن متصل می‌شوند./ گزینهٔ (۲): دندریت و جسم یاخته‌ایِ نورون حرکتی و کلِ نورون رابط، در بخش مرکزی دستگاه عصبیِ مرکزی قرار دارند./ گزینهٔ (۴): آکسون نورون حسی به دستگاه عصبی مرکزی وارد می‌شود، پایانهٔ آکسون نورون حسی فاقد میلین است و می‌تواند در مادهٔ خاکستری نخاع، سیناپس تشکیل دهد.

۱۸- گزینهٔ «۴» در حالت آرامش اختلاف پتانسیل دو سوی غشا، ۷۰- **میلی‌ولت** است.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): در هنگام مهار یک یاختهٔ عصبی، با وجود تغییر اختلاف پتانسیل دو سوی غشا، پیام عصبی تولید نمی‌شود./ گزینهٔ (۲): در مراحل پتانسیل عمل، دو مرتبه اختلاف پتانسیل دو سوی غشا صفر می‌شود و مقدار بار الکتریکی دو سوی غشا یکسان می‌شود./ گزینهٔ (۳): همان‌طور که در شکل ۴ کتاب درسی می‌بینید، برای اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل دو سوی غشا، دو الکترود در دو سوی غشای نورون قرار داده می‌شود.

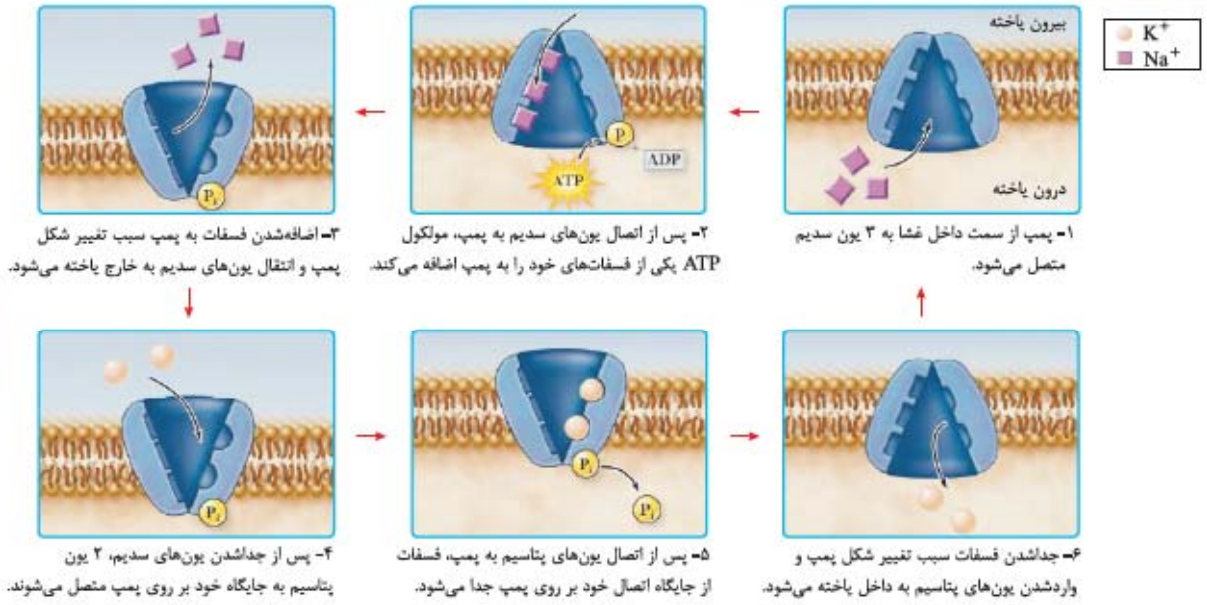


۱۹- گزینهٔ «۴» کانال‌های نشتی، یون‌ها را در جهت شیب غلظت عبور می‌دهند، بنابراین در جهت کاهش اختلاف غلظت یون در دو سوی غشا و کاهش شیب غلظت آن‌ها عمل می‌کنند.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): کانال‌های یونی، انتشار تسهیل‌شده انجام می‌دهند./ گزینهٔ (۲): کانال‌های نشتی با عبور بیشتر یون پتاسیم از غشا، سبب می‌شوند تا مقدار بار مثبت در بیرون یاخته بیشتر از درون آن باشد./ گزینهٔ (۳): کانال‌های نشتی به صورت اختصاصی و یک‌طرفه، یون‌ها را منتقل می‌کنند.

دو نوع کانال نشتی در غشای یاختهٔ عصبی عبارت‌اند از: کانال نشتی سدیمی و کانال نشتی پتاسیمی

۲۰- گزینهٔ «۴» پمپ سدیم ـ پتاسیم با حفظ شیب غلظت یون‌ها در دو سوی یاخته، موجب حفظ هم‌ایستایی یاختهٔ عصبی می‌شود.



۱- پمپ از سمت داخل غشا به ۳ یون سدیم متصل می‌شود.

۲- پس از اتصال یون‌های سدیم به پمپ، مولکول ATP یکی از فسفات‌های خود را به پمپ اضافه می‌کند.

۳- اضافه‌شدن فسفات به پمپ سبب تغییر شکل پمپ و انتقال یون‌های سدیم به خارج یاخته می‌شود.

۴- پس از جداشدن یون‌های سدیم، ۲ یون پتاسیم به جایگاه خود بر روی پمپ متصل می‌شوند.

۵- پس از اتصال یون‌های پتاسیم به پمپ، فسفات از جایگاه اتصال خود بر روی پمپ جدا می‌شود.

۶- جداشدن فسفات سبب تغییر شکل پمپ و واردشدن یون‌های پتاسیم به داخل یاخته می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): سایر یاخته‌ها نیز مانند یاخته‌های پوششی روده، دارای پمپ سدیم ـ پتاسیم در غشای خود هستند *(زیست دهم ـ فصل ۲)*./ گزینهٔ (۲): پمپ سدیم ـ پتاسیم دارای دو جایگاه برای اتصال یون پتاسیم و سه جایگاه برای اتصال یون سدیم است./ گزینهٔ (۳): یون سدیم و پتاسیم، هر دو بار مثبت دارند.

۲۱- گزینهٔ «۳» پمپ سدیم ـ پتاسیم و کانال‌های نشتی هر دو در جهت حفظ پتانسیل آرامش غشا (۷۰-) و ممانعت از تغییر این پتانسیل عمل می‌کنند.

عوامل حفظ پتانسیل استراحت	**خروج** یون‌های پتاسیم **بیشتر** از یاختهٔ عصبی توسط **کانال‌های نشتی پتاسیمی** و **ورود** یون‌های سدیم **کم‌تر** به درون یاختهٔ عصبی توسط **کانال‌های نشتی سدیمی** ← کاهش مقدار بار مثبت درون یاخته
	فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم: در هر بار فعالیت، ۳ یون سدیم را از یاختهٔ عصبی خارج و ۲ یون پتاسیم را وارد یاختهٔ عصبی می‌کند ← کاهش مقدار بار مثبت درون یاخته

۲۲- گزینهٔ «۲» فقط موارد «ب» و «ج» درست هستند.

(الف): در حالت آرامش، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی برخلاف کانال‌های نشتی سدیمی، غیرفعال‌اند./ (ب): در حال آرامش، یون‌های پتاسیم از طریق کانال‌های نشتی پتاسیمی (مولکول پروتئینی در غشا) از یاخته خارج می‌شوند./ (ج): یون‌های سدیم توسط پمپ سدیم ـ پتاسیم در خلاف جهت شیب غلظت خود از یاختهٔ عصبی خارج می‌شوند./ (د): با هر بار فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم، سه یون سدیم از یاخته خارج و دو یون پتاسیم به یاخته وارد می‌شوند؛ یعنی با هر بار فعالیت این پمپ، یک یون مثبت در بیرون یاخته بیشتر می‌شود اما این به معنای یک میلی‌ولت منفی‌تر شدن غشای یاخته نیست!

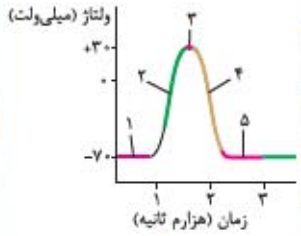
۲۳- گزینهٔ «۱» اینو یاد بگیرید حتمن: وقتی یاختهٔ عصبی تحریک می‌شود، در محل تحریک (نه کل یاخته)، اختلاف پتانسیل دو سوی غشای آن به طور ناگهانی تغییر می‌کند و داخل یاخته از بیرون آن، مثبت‌تر می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۲): پس از زمان کوتاهی از تحریک، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز شده و اختلاف پتانسیل دو سوی غشا دوباره به حالت آرامش برمی‌گردد./ گزینهٔ (۳): در شروع پتانسیل عمل، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز شده و یون‌های سدیم به درون یاخته وارد می‌شوند./ گزینهٔ (۴): پس از آن‌که پتانسیل غشای یاخته به ۳۰+ می‌رسد، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته می‌شوند (همهٔ کانال‌ها بسته) و بلافاصله پس از آن، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز می‌شوند.

در هیچ‌یک از مراحل پتانسیل عمل، هر دو کانال دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی باز نیستند.

همه‌چیز دربارهٔ پتانسیل عمل!

ناحیه	ویژگی	کانال دریچه‌دار سدیمی	کانال دریچه‌دار پتاسیمی	کانال نشتی سدیمی	کانال نشتی پتاسیمی	پمپ سدیم ـ پتاسیم
۱	وضعیت	بسته	بسته	باز	باز	
	جهت بازشدن دریچه	به سمت خارج باز می‌شود.	بسته می‌ماند.	فاقد دریچه	فاقد دریچه	
	جهت عبور یون از غشا	ــــ	ــــ	داخل	خارج	
	اختلاف پتانسیل غشا	۷۰ (اختلاف را بدون علامت در نظر بگیرید.)				
۲	وضعیت	باز	بسته	باز	باز	
	جهت عبور یون از غشا	داخل	ــــ	داخل	خارج	
	اختلاف پتانسیل غشا	از ۷۰- تا صفر کاهش می‌یابد و از صفر تا ۳۰+ افزایش می‌یابد.				
۳	وضعیت	بسته	بسته	باز	باز	
	جهت بازشدن دریچه	بسته می‌شود.	به سمت داخل باز می‌شود.	فاقد دریچه	فاقد دریچه	
	جهت عبور یون از غشا	ــــ	ــــ	داخل	خارج	
	اختلاف پتانسیل غشا	۳۰ (اختلاف را بدون علامت در نظر بگیرید.)				
۴	وضعیت	بسته	باز	باز	باز	
	جهت عبور یون از غشا	ــــ	خارج	داخل	خارج	
	اختلاف پتانسیل غشا	از ۳۰+ تا صفر کاهش می‌یابد و از صفر تا ۷۰- افزایش می‌یابد.				
۵	وضعیت	بسته	بسته	باز	باز	فعال‌تر (هر بار ۳ یون سدیم را به خارج و ۲ یون پتاسیم را به داخل یاخته جابه‌جا می‌کند.)
	جهت عبور یون از غشا	ــــ	ــــ	داخل	خارج	
	اختلاف پتانسیل غشا	۷۰ (بیشتر از ناحیهٔ ۳)				



فعال (هر بار ۳ یون سدیم را به خارج و ۲ یون پتاسیم را به داخل یاخته جابه‌جا می‌کند.)

این قسمت پایین خیلی‌خیلی مهمه:

عوامل حفظ پتانسیل استراحت		**خروج** یون‌های پتاسیم **بیشتر** از یاختهٔ عصبی توسط **کانال‌های نشتی پتاسیمی** و **ورود** یون‌های سدیم **کم‌تر** به درون یاختهٔ عصبی توسط **کانال‌های نشتی سدیمی** ← کاهش مقدار بار مثبت درون یاخته
		فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم: در هر بار فعالیت، ۳ یون سدیم را از یاختهٔ عصبی خارج و ۲ یون پتاسیم را وارد یاختهٔ عصبی می‌کند ← کاهش مقدار بار مثبت درون یاخته
عوامل	ایجاد پتانسیل عمل	تحریک مستقیم یاختهٔ عصبی و بازشدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی
		دریافت پیام عصبی به وسیلهٔ ناقل عصبی از یاختهٔ عصبی پیش‌سیناپسی و بازشدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی
	بازگشت به پتانسیل استراحت	بازشدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی پس از بسته‌شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی