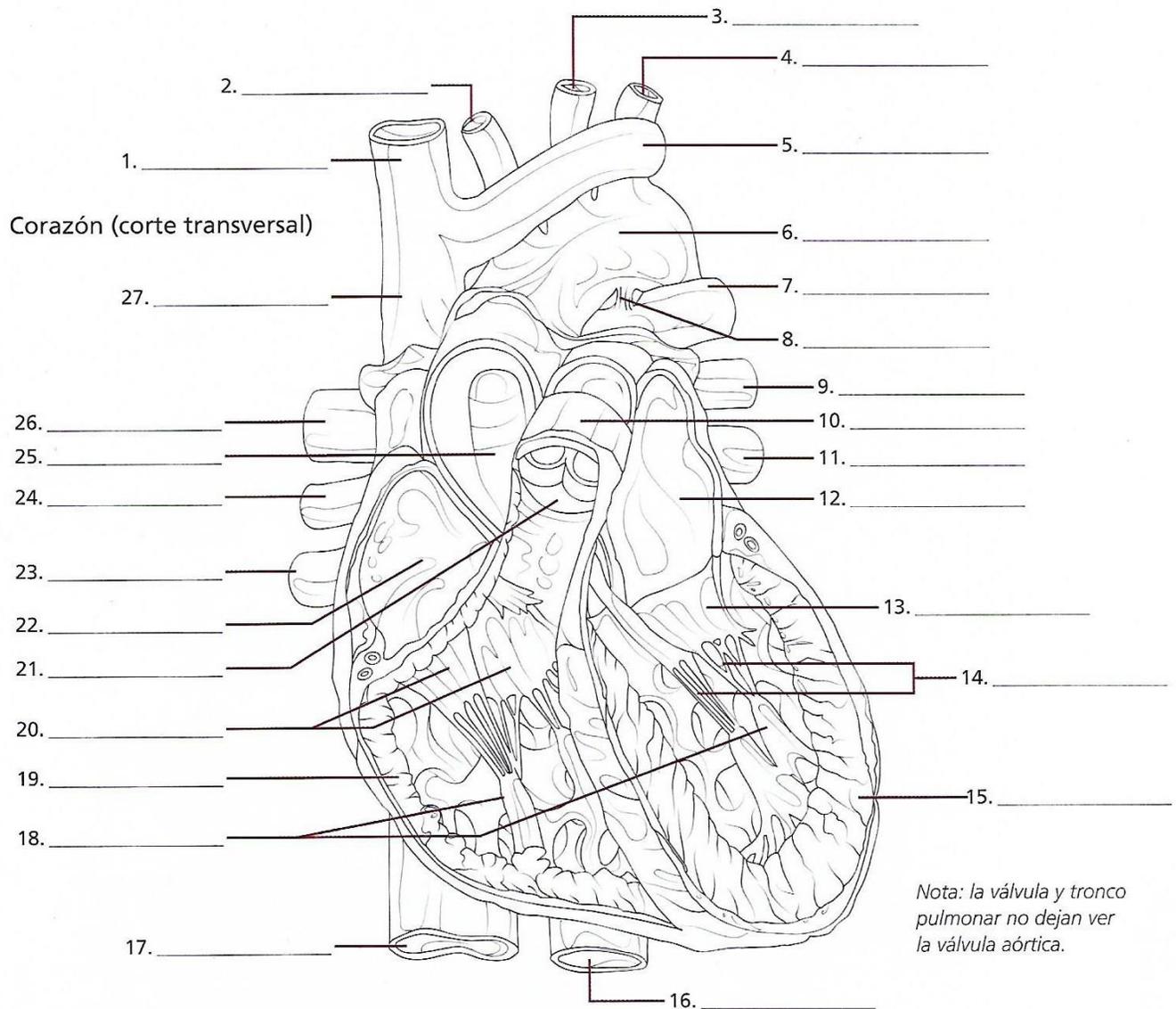


Estructura básica del corazón y del músculo cardíaco

El corazón está situado en la línea media del tórax, entre los pulmones, y rodeado por la membrana de doble capa del pericardio. Las aurículas derecha e izquierda están localizadas en la parte superior y los ventrículos derecho e izquierdo en la parte inferior. El septo divide las aurículas derecha e izquierda y los ventrículos derecho e izquierdo. Cada aurícula se abre al ventrículo a través de un orificio auriculoventricular, protegido por una válvula para garantizar que la sangre circule en una sola dirección. La aurícula y ventrículo izquierdos reciben sangre oxigenada de los pulmones vía venas pulmonares, y la bombean hacia el cuerpo a través de la aorta. La aurícula y ventrículo derechos reciben sangre relativamente desoxigenada del cuerpo, a través de la vena cava, y la bombean hacia los pulmones vía arterias pulmonares. El corte transversal del corazón deja ver las cuatro cámaras y la válvula aórtica. La válvula mitral está situada entre la aurícula y el ventrículo izquierdos. La sangre que sale del ventrículo izquierdo se libera a través de la válvula aórtica. La válvula tricúspide está situada entre la aurícula y el ventrículo derechos. La sangre que sale del ventrículo derecho pasa a través de la válvula pulmonar.

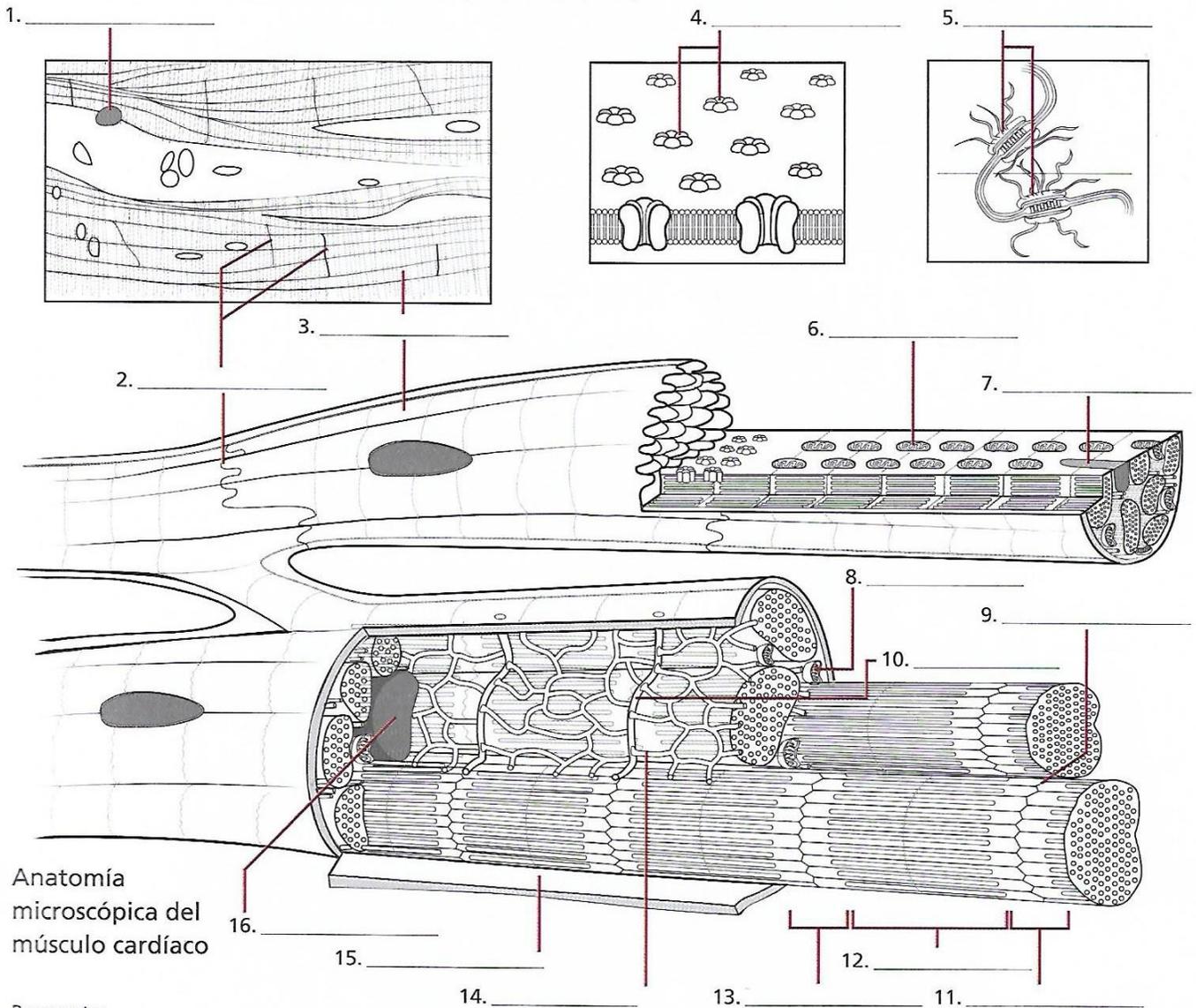


Respuestas

1. vena braquicefálica derecha, 2. aurícula derecha, 3. arteria braquicefálica, 4. arteria subclavica izquierda, 5. vena pulmonar inferior izquierda, 6. arco aórtico, 7. arteria pulmonar izquierda, 8. ligamento arterioso, 9. vena pulmonar superior izquierda, 10. tronco pulmonar, 11. vena pulmonar inferior izquierda, 12. aurícula izquierda, 13. cúspide de la válvula mitral, 14. cuerdas tendinosas, 15. ventrículo izquierdo, 16. aorta torácica descendente, 17. vena cava inferior, 18. músculos papilares, 19. aurícula derecha, 20. cúspide de la válvula tricúspide, 21. válvula pulmonar, 22. ventrículo derecho, 23. vena pulmonar inferior derecha, 24. vena pulmonar superior derecha, 25. aorta ascendente, 26. arteria pulmonar derecha, 27. vena cava superior

Estructura básica del corazón y del músculo cardíaco

El músculo cardíaco se asemeja al músculo esquelético porque es estriado: tiene un aspecto de franjas debido al solapamiento de fibras de actina y de miosina. No obstante, mientras que las células del músculo esquelético son muy alargadas y multinucleadas, las células del músculo cardíaco son más cortas y ramificadas, y solo poseen un núcleo por célula. Las fibras cardíacas también están orientadas de forma espiral en cuatro capas: dos grupos se enroscan alrededor del exterior de ambos ventrículos, un tercer grupo se enroasca alrededor de ambos ventrículos por su parte inferior, y un cuarto grupo se enroasca alrededor del ventrículo izquierdo. Esta orientación singular permite que las contracciones estrujen las cámaras ventriculares desde la cúspide hasta la base, y de este modo bombeen sangre hacia las arterias pulmonar y aórtica. Los túbulos T del músculo cardíaco transportan la despolarización eléctrica del potencial de acción cardíaco hacia lo más profundo de la célula, para iniciar la contracción muscular. La característica más especial de las células del músculo cardíaco es que están interconectadas con otras células cardíacas a través de discos intercalados, que son áreas con alta densidad de uniones comunicantes. Esto permite que las células del músculo se comuniquen tanto química como eléctricamente vía citoplasma. Y lo que es más importante, permite que el músculo del corazón se contraiga como unidad, de forma coordinada, para bombear sangre.

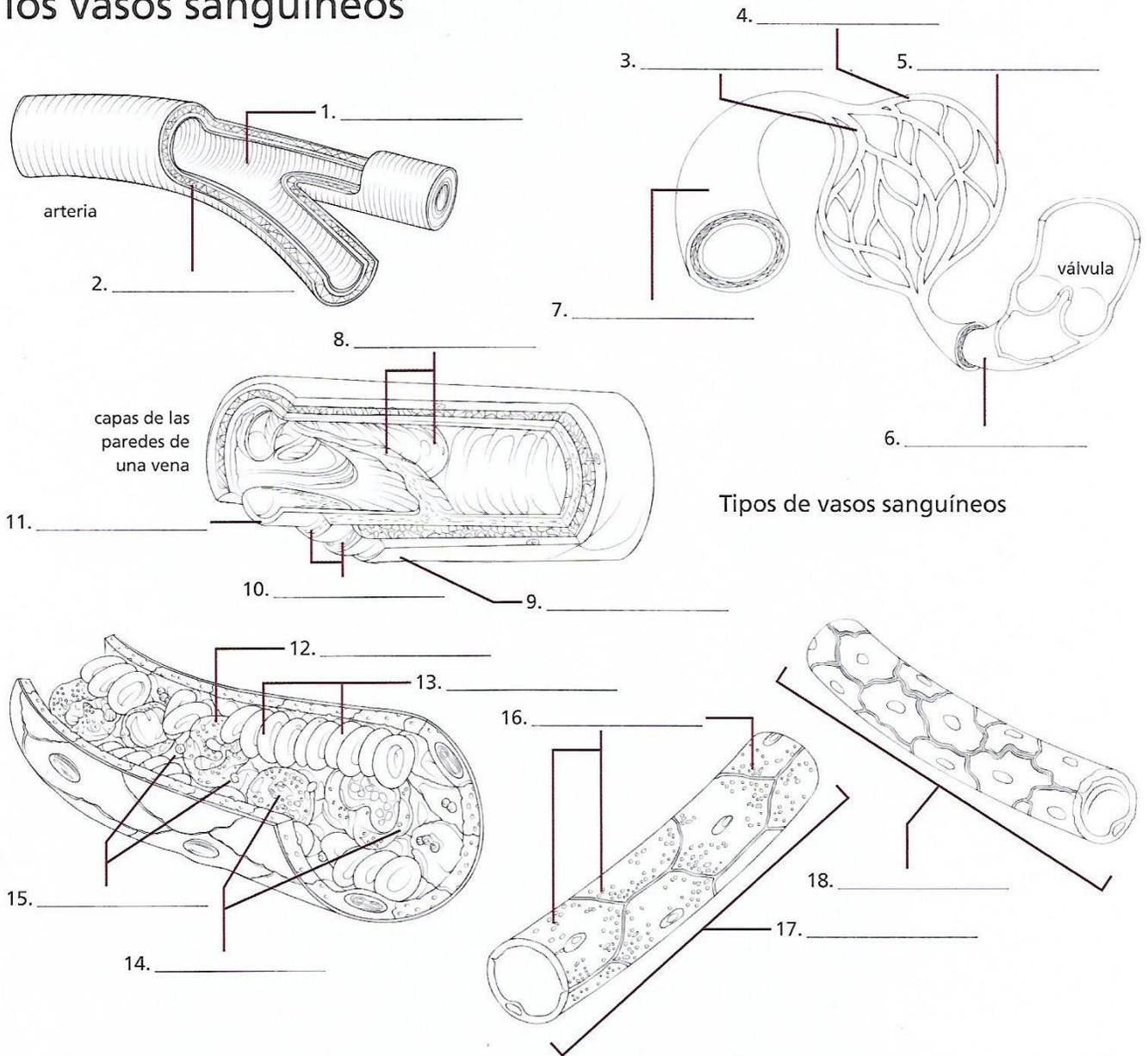


Anatomía microscópica del músculo cardíaco

Respuestas

1. núcleo, 2. discos intercalados, 3. célula del músculo cardíaco, 4. uniones comunicantes, 5. fascia adherens, 6. retículo sarcoplásmico, 7. núcleo, 8. mitocondria, 9. disco Z, 10. túbulo T, 11. banda I, 12. banda A, 13. banda H, 14. banda I, 15. sarcómero, 16. núcleo

Estructura básica de los vasos sanguíneos: los vasos sanguíneos



Tipos de vasos sanguíneos

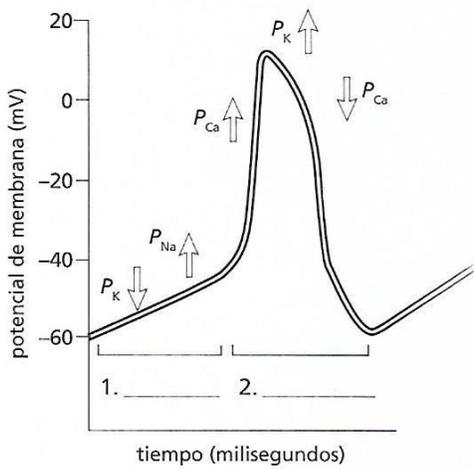
La sangre se compone de glóbulos rojos (eritrocitos), varios tipos de glóbulos blancos (leucocitos) y plaquetas (trombocitos), en una solución (plasma) de agua, electrolitos y proteínas. Los glóbulos rojos transportan oxígeno a los tejidos y el plasma lleva nutrientes esenciales a los tejidos. Los glóbulos blancos son agentes del sistema inmunológico del cuerpo. Los vasos sanguíneos forman un intrincado sistema a través del cual circula la sangre. Cuando transportan sangre oxigenada del corazón hacia los tejidos, las arterias se ramifican en arteriolas, que después se convierten en capilares, permitiendo el intercambio de oxígeno y otros nutrientes en los tejidos que los rodean. A la inversa, cuando los vasos sanguíneos conducen la sangre desoxigenada de vuelta hacia el corazón, aumentan de diámetro; los capilares se convierten en vénulas, que se unen para convertirse en venas. Muchas de las venas contienen válvulas de una sola dirección. Los capilares fenestrados poseen aberturas –o ventanas– en sus paredes, pero no los capilares continuos.

Respuestas

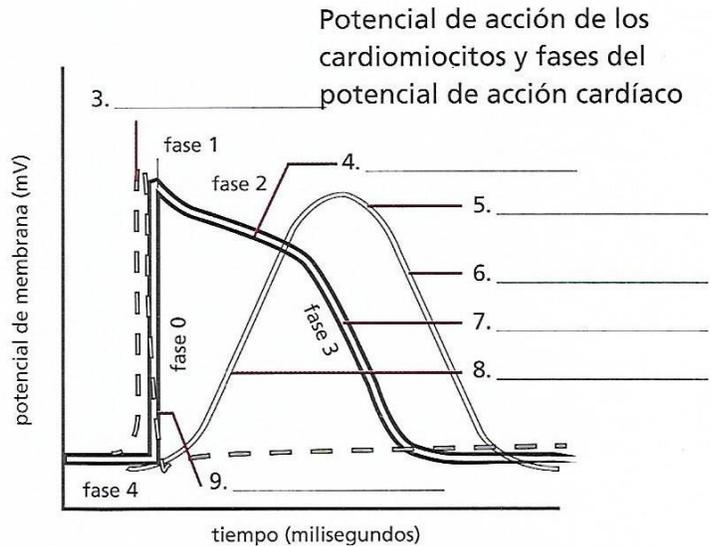
1. endotelio, 2. músculo liso, 3. arteriola, 4. capilar, 5. vénula, 6. vena, 7. arteria, 8. válvulas cerradas, 9. túnica adventicia, 10. túnica muscular o media, 11. túnica íntima, 12. leucocito (neutrófilo), 13. eritrocitos (glóbulos rojos), 14. leucocitos (glóbulos blancos), 15. plaquetas, 16. fenestraciones, 17. capilar fenestrado, 18. capilar continuo

Potencial de acción del músculo cardíaco

El potencial de acción cardíaco es la mayor inversión de potencial eléctrico del músculo cardíaco que precede a la contracción del mismo (el latido coordinado). Se inicia en las células del marcapasos natural del nodo sinoauricular (NSA). Las células del marcapasos poseen un potencial de membrana inestable en reposo, debido a los canales de sodio permeables. A medida que el sodio se filtra en las células, el potencial de membrana creciente al final activa un número suficiente de canales de sodio activados por voltaje, para que den paso al potencial de acción. A diferencia del potencial de acción neuronal, sumamente rápido, el potencial de acción cardíaco es mucho más lento y tarda hasta 0,3 segundos. Esto se debe a que los canales de calcio activados por voltaje, más lentos, están abiertos y eso prolonga la despolarización (creando una meseta). Asimismo amplía el período refractario absoluto y permite que el músculo del corazón se contraiga sin ser interrumpido por otro potencial de acción cardíaco. La repolarización empieza cuando los canales de potasio activados por voltaje se abren y el potasio sale de la célula, mientras los canales de calcio se cierran. La membrana vuelve a su potencial de reposo hasta que una despolarización del SA inicia de nuevo el proceso. A causa de los discos intercalados de las células musculares cardíacas, esta despolarización se extiende hacia las células musculares cardíacas adyacentes y por todo el corazón.

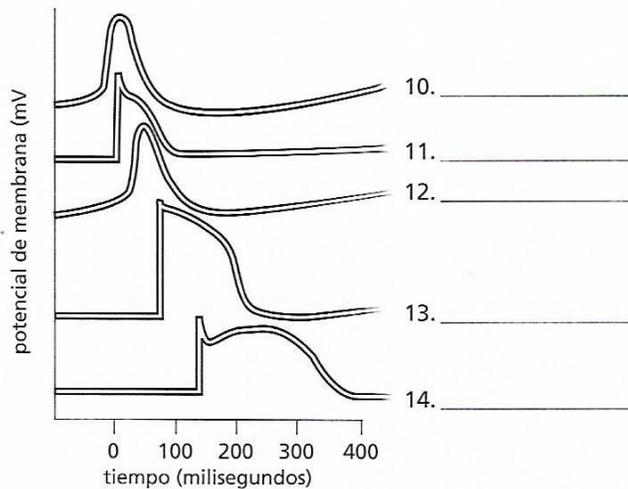


Potencial de un marcapasos natural



Potencial de acción de los cardiomiocitos y fases del potencial de acción cardíaco

Potencial de acción cardíaca superpuesto a la contracción y la distensión del miocardio



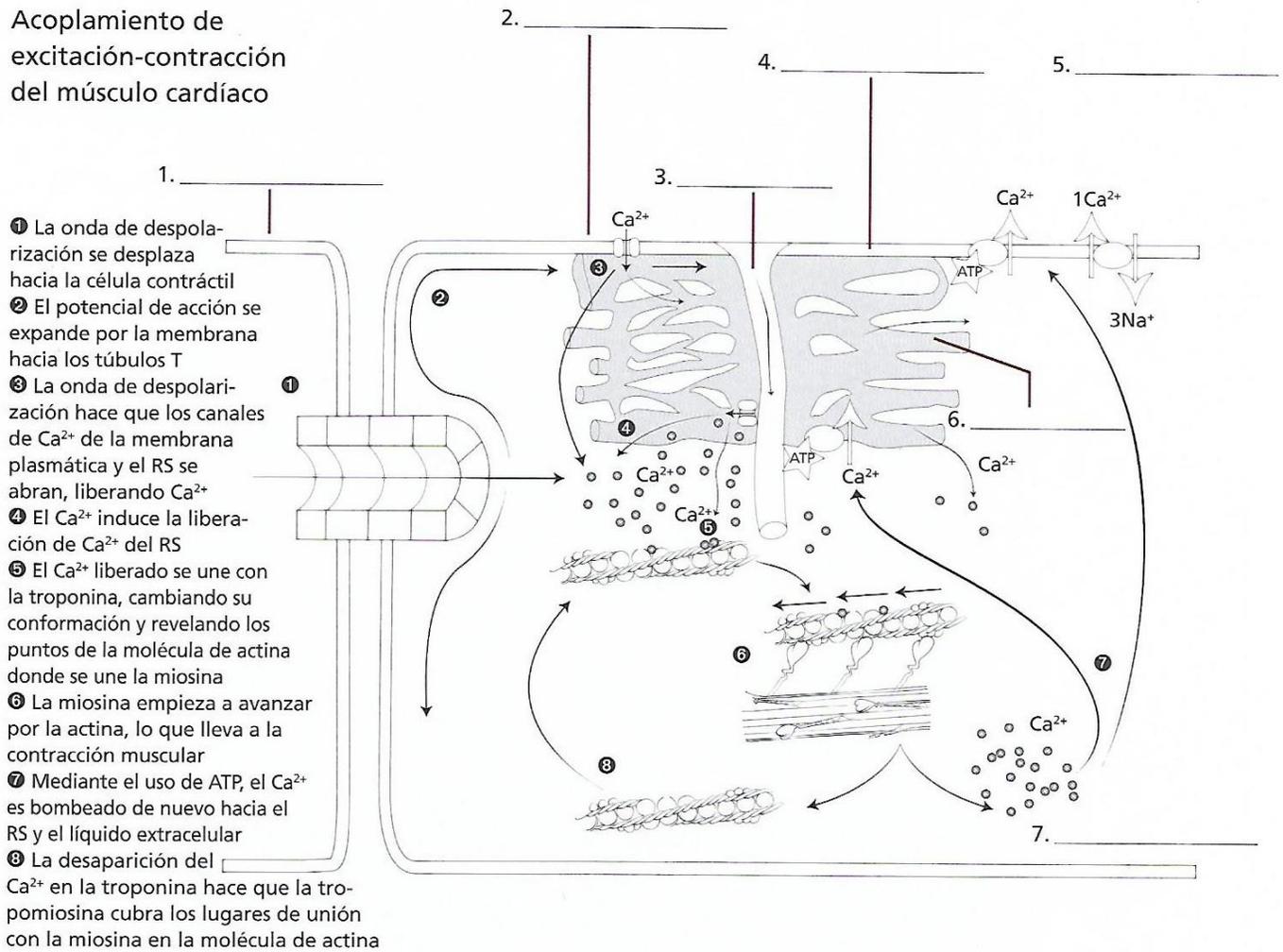
Respuestas

1. marcapasos natural potencial, 2. despolarización, 3. potencial de acción, 4. fase de meseta, 5. potencial de acción neuronal, 6. distensión del miocardio, 7. repolarización, 8. contracción del miocardio, 9. despolarización, 10. nodo sinoauricular (NSA), 11. aurícula, 12. nodo aurículoventricular (NAV), 13. haz de His (fascículo atrioventricular), 14. cardiomiocito ventricular

Acoplamiento excitación-contracción del músculo cardíaco

El potencial de acción cardíaco empieza en las células del marcapasos natural del interior del nodo sinoauricular. Esta despolarización se extiende a las células musculares cardíacas adyacentes, a través de las uniones comunicantes del interior de los discos intercalados. Asimismo se expande hacia la profundidad de cada célula muscular cardíaca mediante los túbulos T. Las despolarización abre canales de calcio activados por voltaje en la membrana plasmática del retículo sarcoplásmico (RS). El calcio extracelular penetra en la célula y mediante un proceso denominado liberación de calcio inducida por calcio, activa receptores de rianodina del retículo sarcoplásmico para que liberen el calcio intracelular almacenado. Este calcio se desplaza por difusión y llega cerca de las fibras de actina y miosina. El calcio se une con la troponina, cambiando su conformación, lo que hace que la tropomiosina revele los lugares de unión con la miosina en la molécula de actina. Se inicia el ciclo del puente transverso; en otras palabras, las fibras musculares se contraen. El potencial de acción cardíaco prolongado (generado por canales de calcio activados por voltaje lentos), causa una despolarización sostenida (hasta 200 ms) y, por tanto, una fase de contracción prolongada. Para iniciar la fase de distensión, el calcio se bombea de vuelta al retículo sarcoplásmico. Su retirada de la troponina hace que la molécula de tropomiosina cubra el punto de la molécula de actina donde se produce la unión con la miosina, lo que detiene el ciclo del puente transverso (es decir, distensión muscular).

Acoplamiento de excitación-contracción del músculo cardíaco

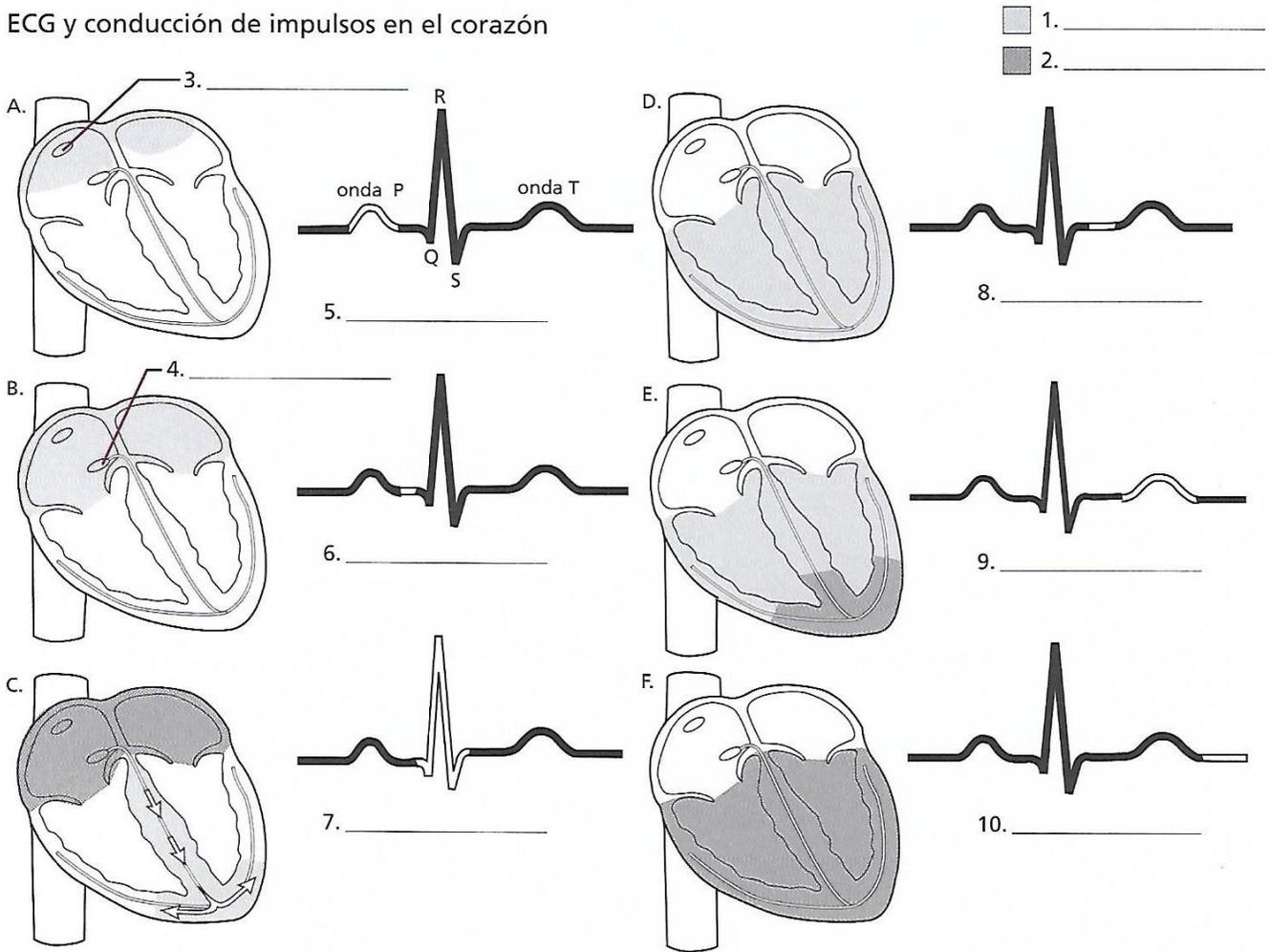


Respuestas

1. célula contráctil o autorritmíca, 2. célula contráctil, 3. túbulos T, 4. membrana plasmática, 5. líquido extracelular, 6. retículo sarcoplásmico, 7. líquido extracelular

Electrocardiogramas y conducción de impulsos en el corazón

ECG y conducción de impulsos en el corazón



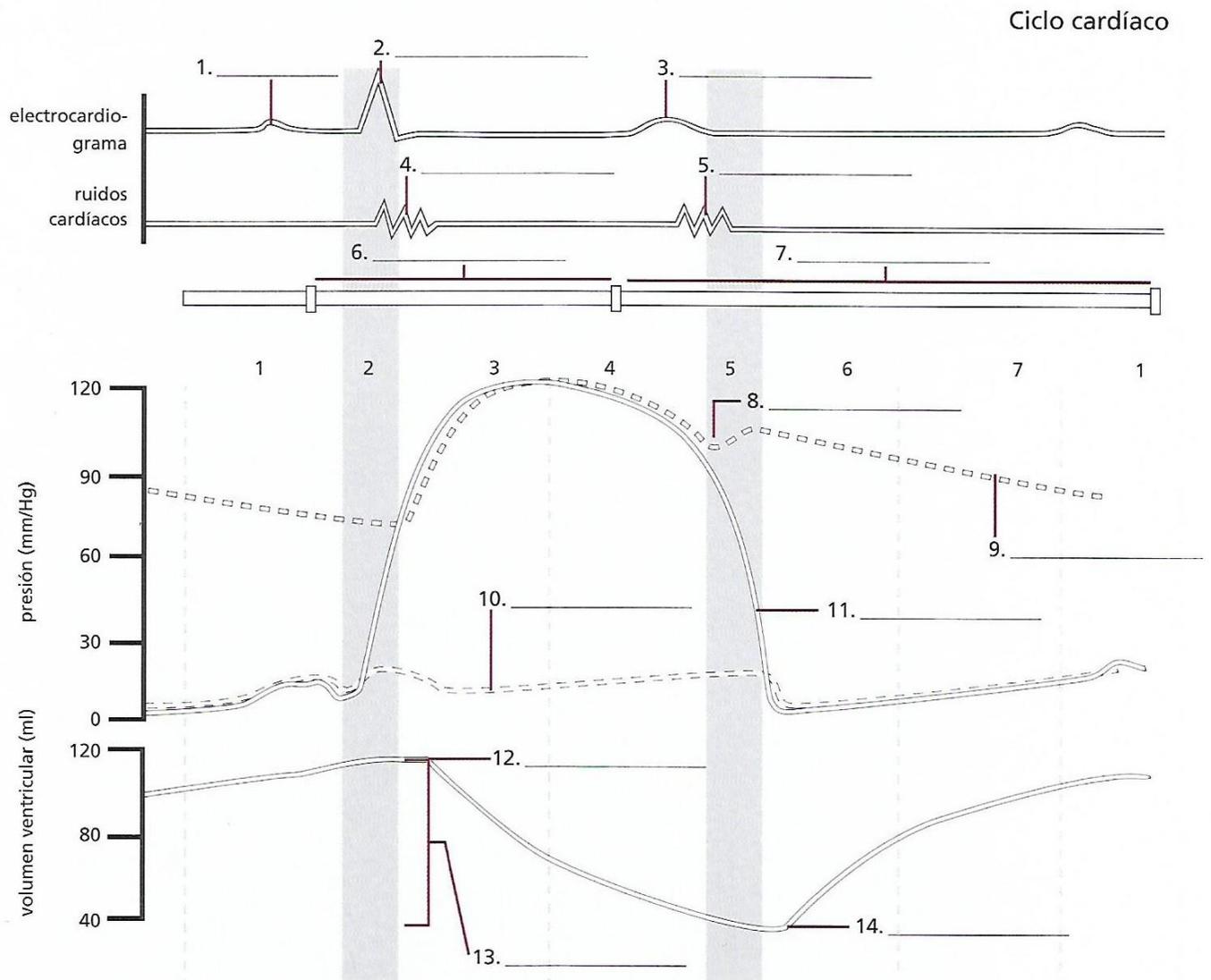
El potencial de acción cardíaco es un proceso de despolarización que se origina de forma espontánea en el nodo sinoauricular (NSA) del corazón. Esta despolarización se expande de una forma específica por todo el corazón y se puede medir y visualizar con un electrocardiograma (ECG). A medida que la onda de despolarización se desplaza por las aurículas, esto se visualiza en el ECG como onda P. Una vez completada la acción, la onda de despolarización se demora en el nodo auriculoventricular (NAV) para permitir que las aurículas completen la contracción. La onda se desplaza por la cúspide de los ventrículos y hacia las aurículas, a través de tejidos cardíacos de baja resistencia, como el fascículo atrioventricular y las fibras de Purkinje. Esto se representa en el ECG mediante el complejo QRS. La repolarización auricular también ocurre durante este período de tiempo. La repolarización ventricular empieza en la cúspide ventricular y se desplaza hacia las aurículas. Se representa en el ECG como la onda T. Es importante recordar que el ECG describe la actividad eléctrica del músculo cardíaco, no la contracción mecánica. La contracción sigue a la despolarización y la distensión a la repolarización.

Respuestas

1. despolarización, 2. repolarización, 3. nodo sinoauricular (NSA), 4. nodo auriculoventricular (NAV), 5. despolarización auricular, 6. demora en el nodo auriculoventricular (NAV), 7. despolarización y repolarización ventricular, 8. fin de la despolarización ventricular, 9. repolarización ventricular, 10. la repolarización ventricular se ha completado

Ciclo cardíaco y función de las válvulas cardíacas

El ciclo cardíaco se refiere a todos los procesos que ocurren durante la generación de un latido cardíaco hasta el siguiente. Incluye una compleja serie de impulsos eléctricos que preceden a las contracciones mecánicas que bombean la sangre. El nodo sinoauricular inicia un potencial de acción que produce una onda de despolarización que se desplaza por las aurículas, haciendo que se contraigan. Las válvulas auriculoventriculares (mitral y tricúspide) se abren cuando la sangre fluye para rellenar los ventrículos. Las cúspides de las válvulas auriculoventriculares poseen unas fuertes cuerdas fibrosas, llamadas cuerdas tendinosas, que se fijan a lo largo del extremo libre de la válvula. Los otros extremos de las cuerdas tendinosas se fijan a los músculos papilares. Durante la contracción isovolumétrica, las válvulas auriculoventriculares se cierran cuando el ventrículo se contrae. A medida que aumenta la presión ventricular, se abre la válvula aórtica, causando una rápida eyección de la sangre de la aorta y de las arterias pulmonares. Durante la relajación isovolumétrica, las válvulas están cerradas. Cuando se abre la válvula mitral, los ventrículos se llenan rápidamente de sangre. A medida que el llenado se ralentiza, la válvula mitral se cierra durante la diastasis del ciclo cardíaco. En este punto, el ciclo vuelve a empezar.

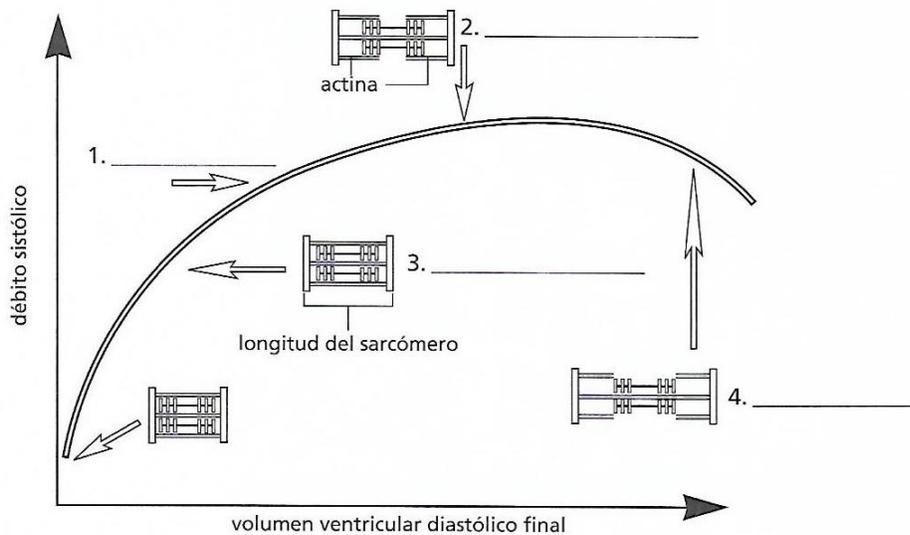


Respuestas

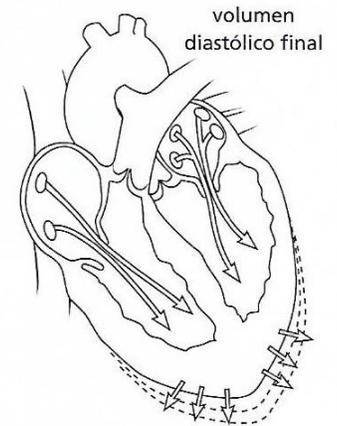
1. onda P, 2. complejo QRS, 3. onda T, 4. se cierra la válvula mitral, 5. se cierra la válvula aórtica, 6. muestra dicrótica, 7. diástole, 8. presión ventricular izquierda, 9. presión aórtica, 10. presión ventricular izquierda, 11. presión ventricular izquierda, 12. volumen diastólico final (VDF), 13. débito o volumen sistólico, 14. volumen sistólico final

La ley de Frank-Starling

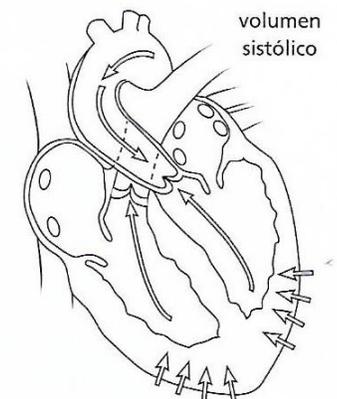
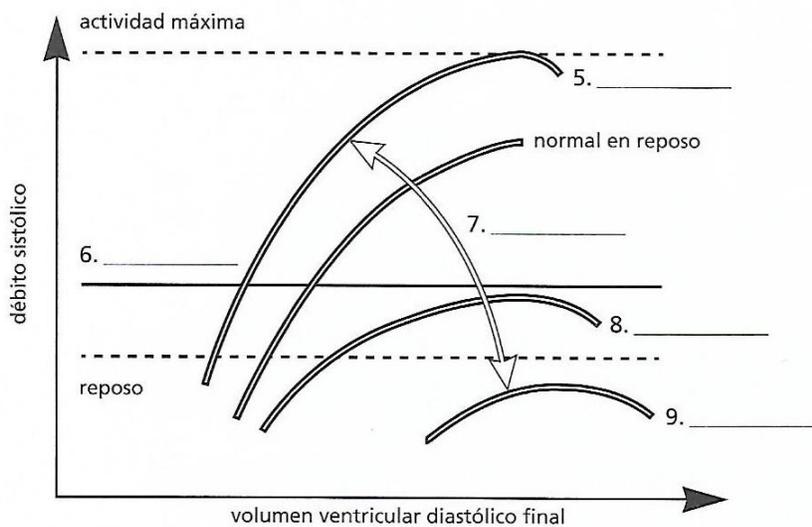
En el ámbito orgánico, la ley o mecanismo de Frank-Starling afirma que el débito sistólico del corazón aumenta con el volumen diastólico final (suponiendo que todos los demás factores permanezcan constantes). El llenado creciente hace que la pared ventricular se contraiga con más fuerza, comparado con las cantidades menores del llenado ventricular. Cuando esto ocurre, por ejemplo durante la práctica de ejercicio, el gasto cardíaco se equilibra con un retorno venoso incrementado. En el ámbito celular, el incremento inicial del volumen diastólico final estira físicamente el sarcómero del músculo, de tal modo que se da un solapamiento máximo entre los filamentos de actina y miosina, al tiempo que permite una mayor distancia en el ciclo del puente transversal. Además, el estiramiento del sarcómero aumenta la sensibilidad de la troponina al calcio, haciendo que se formen un mayor número de puentes transversales. El mecanismo de Frank-Starling contribuye en especial al aumento del débito sistólico durante el reposo y la práctica de ejercicio suave. No obstante, las curvas de Frank-Starling pueden cambiar en el individuo según el estado contráctil del corazón, en particular cuando este se incrementa durante el ejercicio. La pendiente de la curva de Frank-Starling puede disminuir de forma sustancial durante un fallo cardíaco e incluso más durante un choque cardiogénico, puesto que las propiedades contráctiles decrecen.



Ley de Frank-Starling



el incremento de sangre causa un mayor estiramiento en el miocardio



lleva a una mayor fuerza para bombear la sangre hacia fuera

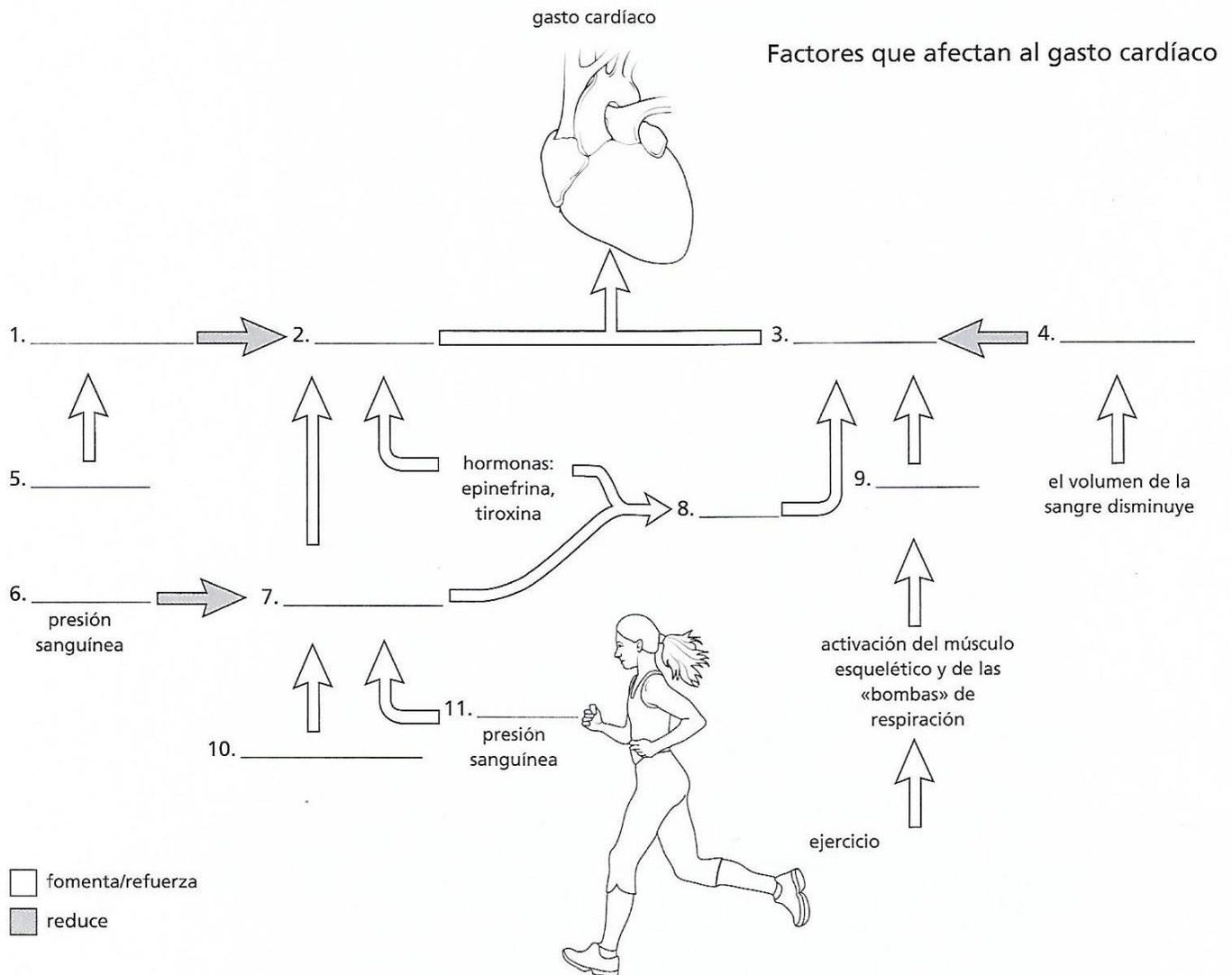
Relación entre volumen ventricular diastólico final y débito sistólico

Respuestas

1. curva de Frank-Starling, 2. longitud óptima del sarcómero, 3. longitud normal en reposo, 4. disminución ventricular izquierda, 5. normal durante el ejercicio, 6. caminando, 7. estado contráctil, 8. fallo cardíaco, 9. choque cardiogénico

Control y medición del gasto cardíaco

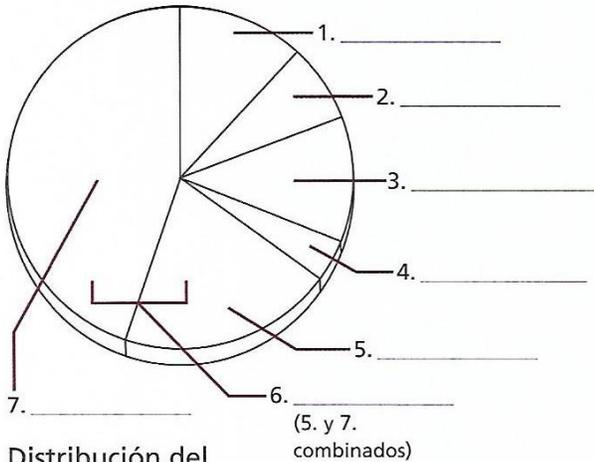
El gasto o débito cardíaco se define como el volumen de sangre eyectado por el corazón en una unidad de tiempo (débito sistólico x ritmo cardíaco). La medición del gasto cardíaco mediante técnicas no invasivas puede ser de una gran complejidad matemática. Las técnicas de Doppler utilizan ondas de sonido para detectar cambios en el flujo, y los métodos de presión del pulso calculan el flujo a partir de una onda de presión arterial. La regulación del gasto cardíaco se determina por los factores que afectan de forma directa al ritmo cardíaco y al débito sistólico. El ritmo cardíaco es básicamente controlado por la interacción de los sistemas nerviosos simpático y parasimpático. El ejercicio, por ejemplo, incrementa la actividad del simpático, lo que causa un incremento del ritmo cardíaco. El débito sistólico se ve muy afectado por la precarga (retorno venoso y tiempo de llenado), la contractilidad del músculo cardíaco y la postcarga. Durante el ejercicio, la contracción de los músculos esqueléticos incrementa de forma significativa el retorno venoso, que a su vez hace que el débito sistólico aumente. La mayor respuesta del sistema simpático durante el ejercicio aumenta asimismo la fuerza contráctil del músculo cardíaco. Las hormonas como la epinefrina y la tiroxina también desempeñan un papel importante en el incremento del ritmo cardíaco, así como en la fuerza de contracción del músculo cardíaco.



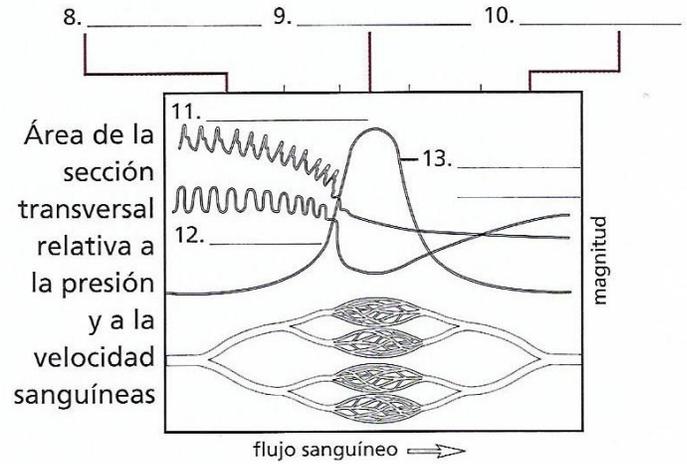
Respuestas

1. controles del sistema nervioso parasimpático (via nervio vago), 2. ritmo cardíaco, 3. débito sistólico, 4. retorno venoso disminuido, 5. la crisis ha finalizado, 6. alta, 7. actividad del sistema nervioso simpático, 8. mayor fuerza contráctil del músculo cardíaco, 9. retorno venoso aumentado, 10. factores de estrés de una crisis (trauma físico o emocional, elevada temperatura corporal, ejercicio), 11. baja

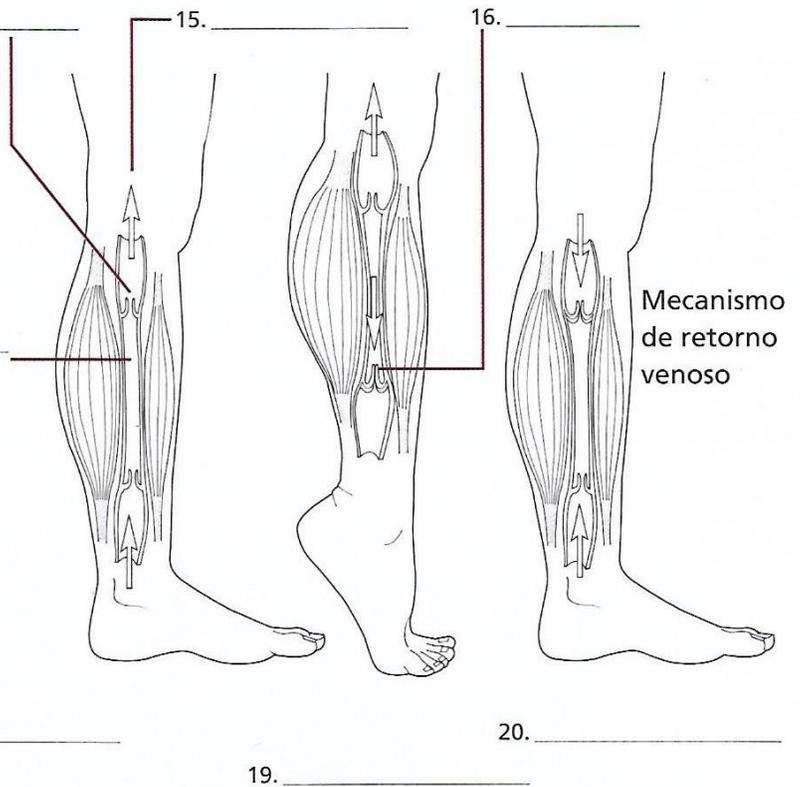
Almacenamiento venoso y retorno de la sangre al corazón



Distribución del volumen de sangre



La sangre circula hacia el corazón desde los lechos capilares de los tejidos sistémicos, a través de una serie de vénulas y venas. En cualquier momento dado, el volumen de sangre del sistema venoso puede ser de entre un 60 y un 70% del volumen total de sangre en el cuerpo. Las propiedades de distensibilidad de las venas les permiten acomodar el volumen de sangre que no se puede retener en ninguna otra parte del sistema circulatorio. Aunque la presión sanguínea declina significativamente cuando entra en el sistema venoso, sigue existiendo presión suficiente para que la sangre circule hacia el corazón, aunque no es este el único factor contribuyente del retorno venoso. La contracción de los músculos esqueléticos (bomba musculovenosa) comprime la sangre para que entre en las venas cercanas. Con la ayuda de numerosas válvulas de una sola dirección para evitar el reflujo, la contracción del músculo esquelético hace que la sangre se desplace hacia el corazón. El acto de la inspiración (bomba respiratoria) crea una diferencia de presión entre las cavidades torácica y abdominal, que en esencia «tira» de la sangre hacia la aurícula derecha. Debido a que no existe ninguna válvula entre la vena cava y la aurícula derecha, el ciclo diastólico del corazón ayuda al retorno venoso. La distensibilidad venosa, la compresión venosa, los cambios en la presión respiratoria y la gravedad, son factores que influyen en el retorno venoso.

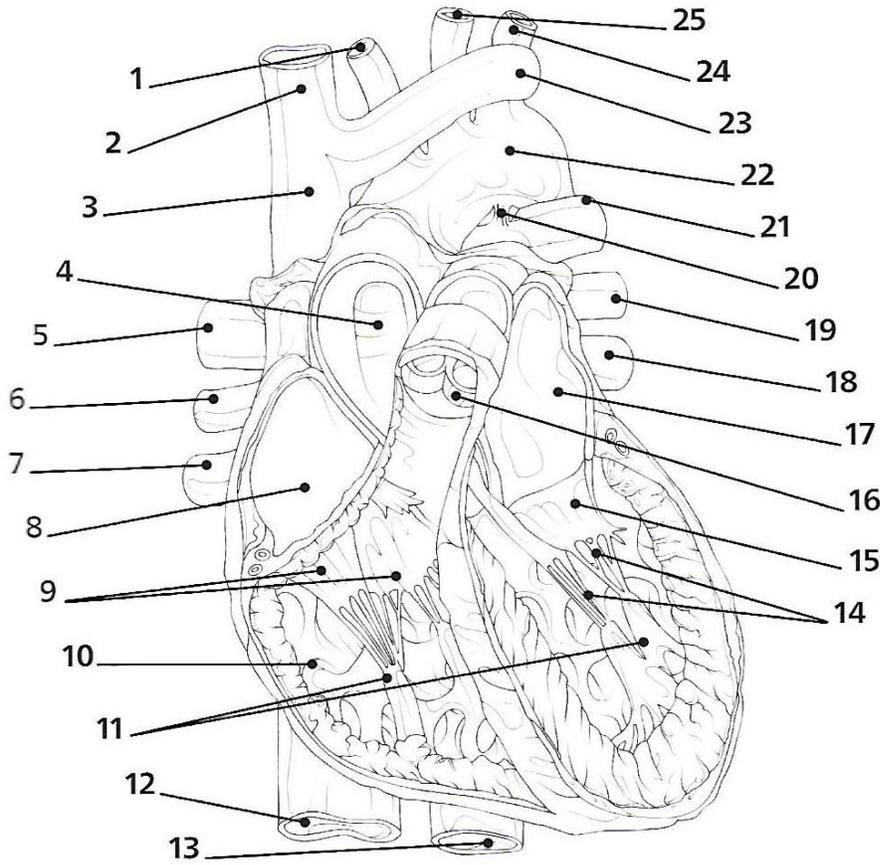


Mecanismo de retorno venoso

Respuestas

1. pulmones (10-12%), 2. corazón (8-11%), 3. arterias sistémicas (10-12%), 4. capilares (4-5%), 5. venas grandes, 6. venas sistémicas (60-70%), 7. venas pequeñas y vénulas, 8. arterias, 9. capilares, 10. venas, 11. presión sanguínea, 12. velocidad, 13. área transversal completa, 14. válvula abierta, 15. hacia el corazón, 16. válvula cerrada, 17. sangre venosa, 18. músculo esquelético en reposo, 19. músculo esquelético contraído, 20. músculos esqueléticos después de la contracción, pero antes de la distensión

Coloree y etiqüete



Vista transversal del corazón

i) Coloree las arterias en rojo y las venas en azul

ii) Escriba en las casillas el número que corresponda a cada elemento de la ilustración

Arteria pulmonar izquierda	<input type="checkbox"/>	Aurícula izquierda	<input type="checkbox"/>
Vena pulmonar superior izquierda	<input type="checkbox"/>	Vena cava superior	<input type="checkbox"/>
Valva de la válvula mitral	<input type="checkbox"/>	Aorta ascendente	<input type="checkbox"/>
Aurícula derecha	<input type="checkbox"/>	Arteria pulmonar derecha	<input type="checkbox"/>
Cayado aórtico	<input type="checkbox"/>	Cuerdas tendinosas	<input type="checkbox"/>
Aorta torácica descendente	<input type="checkbox"/>	Vena pulmonar inferior derecha	<input type="checkbox"/>
Arteria subclavia izquierda	<input type="checkbox"/>	Vena pulmonar superior derecha	<input type="checkbox"/>
Arteria carótida primitiva izquierda	<input type="checkbox"/>	Vena braquiocefálica derecha	<input type="checkbox"/>
Valva de la válvula tricúspide	<input type="checkbox"/>	Vena braquiocefálica izquierda	<input type="checkbox"/>
Ventrículo derecho	<input type="checkbox"/>	Vena pulmonar inferior izquierda	<input type="checkbox"/>
Músculos papilares	<input type="checkbox"/>	Ligamento arterioso	<input type="checkbox"/>
Vena cava inferior	<input type="checkbox"/>	Tronco braquiocefálico	<input type="checkbox"/>
		Válvula pulmonar	<input type="checkbox"/>