

Tim Phalen

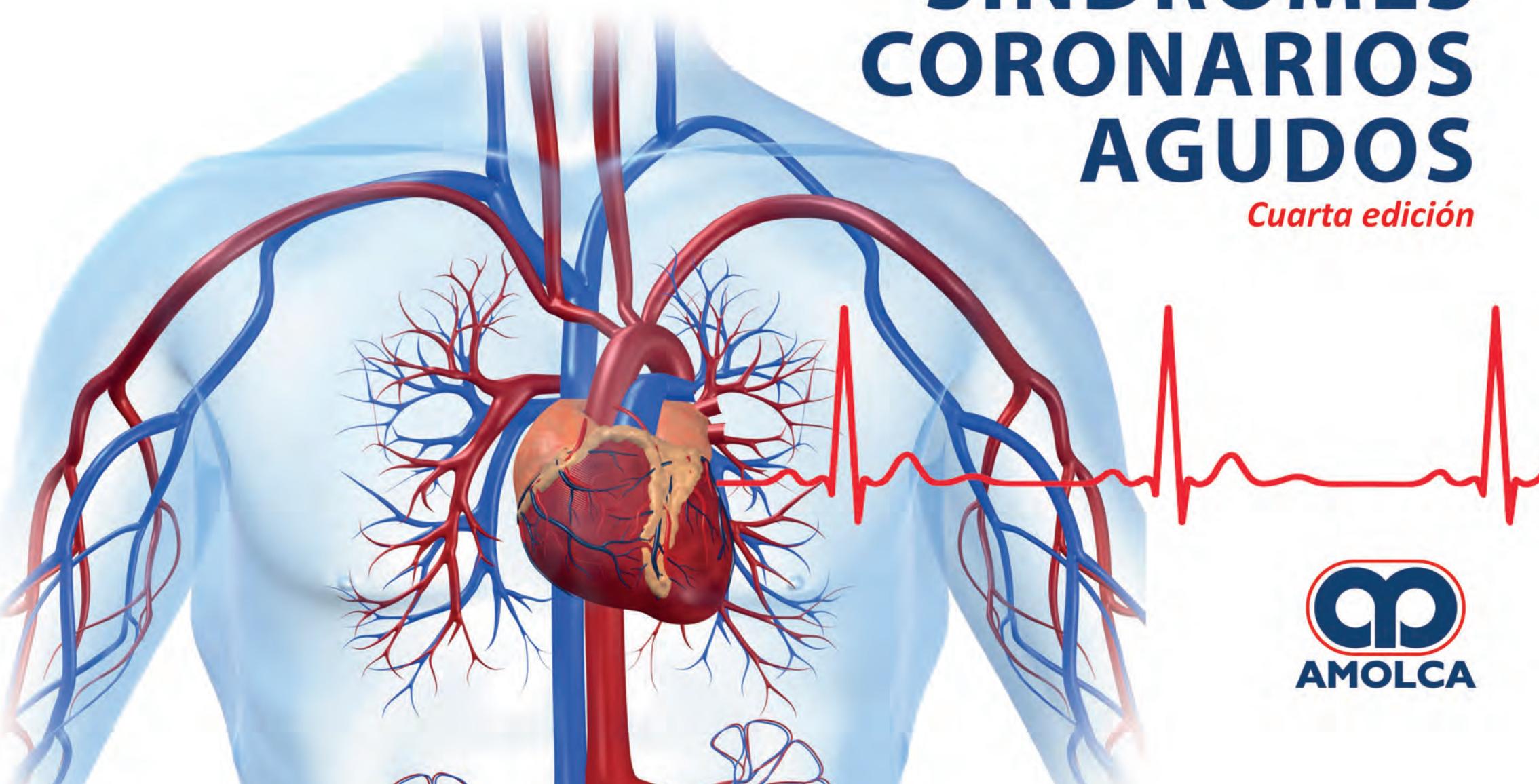
Presidente, ECG Solutions, Inc

Barbara Aehlert, MSED, BSPA, RN

Presidente, Southwest EMS Education, Inc

ECG de 12 derivaciones en
**SÍNDROMES
CORONARIOS
AGUDOS**

Cuarta edición



Prefacio

El desafío de proporcionar un método simplificado de adquisición del ECG de 12 derivaciones y el reconocimiento del infarto consiste en determinar qué información es absolutamente necesaria para identificar y tratar los síndromes coronarios agudos. Si el texto provee demasiada información, usted se sentirá rápidamente abrumado. Si proporciona información inadecuada, no beneficiará su práctica clínica. Al escribir este libro intenté recorrer esa línea delgada y evitar estos dos resultados.

Hemos asumido que el lector completó con éxito el curso de reconocimiento de ECG básico antes de emprender la interpretación del ECG de 12 derivaciones. Como resultado, hemos decidido dar una breve revisión de cómo identificar, medir las ondas, determinar la frecuencia y el ritmo. Suponemos que el lector es capaz de reconocer la disritmia básica.

Comprendemos que la transición de interpretar los ECG en el libro de texto, a tener habilidades realmente interpretativas del ECG de 12 derivaciones en la práctica clínica, es un gran paso. Para ayudar a cumplir esta meta, presentamos la información en un formato fácil de entender. Utilizando tablas, ilustraciones y diferentes ECG de 12 derivaciones de práctica, usted aprenderá a reconocer el infarto del miocardio con elevación del

ST (STEMI, por sus siglas en inglés), infarto de miocardio sin elevación del segmento ST (NSTEMI, por sus siglas en inglés) y variantes comunes de la elevación del ST.

Con esta edición creemos que es importante reconocer la creciente presencia de profesionales no médicos (NPP, por sus siglas en inglés); es decir, asistentes de médicos y enfermeras con práctica avanzada en el entorno prehospitalario y hospitalario. Los NPP desempeñan un papel clave en el cuidado de los pacientes con cardiopatía isquémica durante y después de un evento isquémico agudo. Por ello, se modificó la palabra “médico” por “proveedor” a lo largo de esta obra.

Hicimos todo el esfuerzo posible para ofrecer información coherente con la literatura actual; sin embargo, lo alentamos a que aprenda y siga los protocolos locales, según lo definan sus asesores médicos. Esperamos que esta obra le brinde el impulso práctico hacia el diagnóstico del infarto, lo convenza de que el ECG de 12 derivaciones no tiene que ser intimidante y lo anime a instruirse en electrocardiografía aún más avanzada.

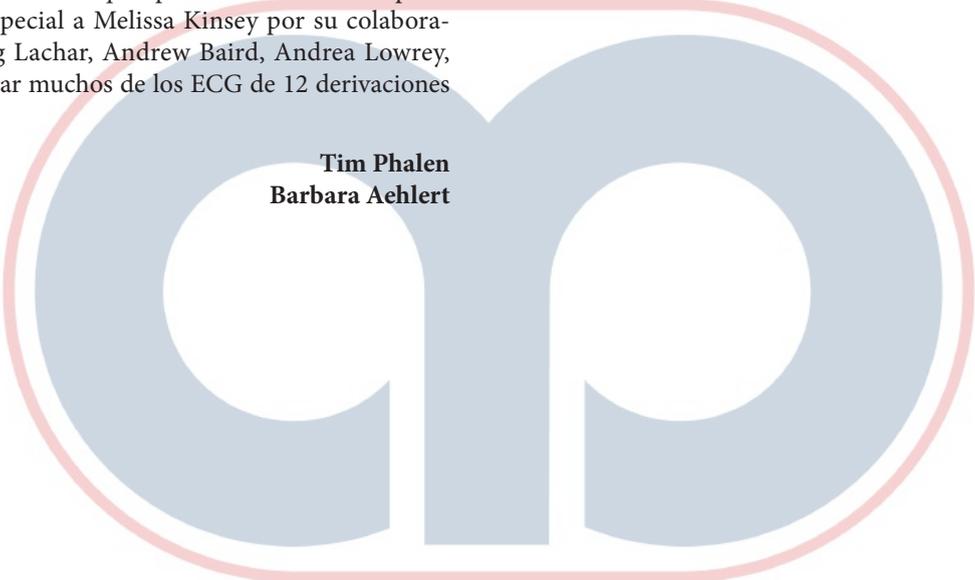
Tim Phalen
Barbara Ahlert

AMOLCA

Agradecimientos

Nuestro agradecimiento a los revisores del manuscrito, que aportaron comentarios perspicaces y sugerencias. Un agradecimiento especial a Melissa Kinsey por su colaboración con este proyecto y a los doctores Greg Lachar, Andrew Baird, Andrea Lowrey, Paul Honeywell y a Jay Wood por proporcionar muchos de los ECG de 12 derivaciones utilizados en esta obra.

Tim Phalen
Barbara Aehlert

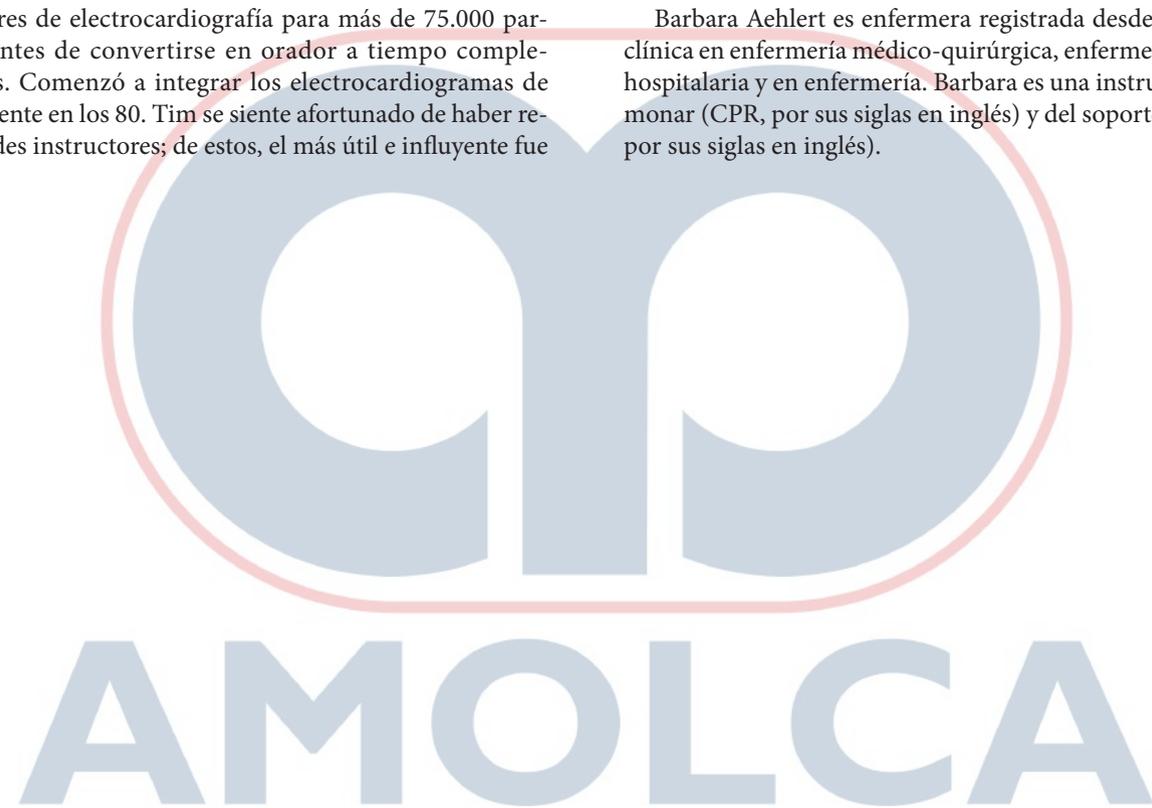
The logo for AMOLCA features a large, stylized, light blue 'A' and 'M' intertwined within a red-outlined oval. Below this graphic, the word 'AMOLCA' is written in a bold, light blue, sans-serif font.

AMOLCA

Acerca de los autores

Desde 1994 Tim Phalen dirige talleres de electrocardiografía para más de 75.000 participantes en docenas de países. Antes de convertirse en orador a tiempo completo, fue paramédico durante 14 años. Comenzó a integrar los electrocardiogramas de 12 derivaciones en la atención al paciente en los 80. Tim se siente afortunado de haber recibido la enseñanza de muchos grandes instructores; de estos, el más útil e influyente fue el doctor Henry Marriott.

Barbara Aehlert es enfermera registrada desde hace más de 40 años, con experiencia clínica en enfermería médico-quirúrgica, enfermería de cuidados críticos, educación pre-hospitalaria y en enfermería. Barbara es una instructora activa de resucitación cardiopulmonar (CPR, por sus siglas en inglés) y del soporte vital cardiovascular avanzado (ACLS, por sus siglas en inglés).



AMOLCA

Revisores de la cuarta edición

Alyson Dingler, RN
Profesora clínica/enfermera registrada de la CVICU
Colegio Comunitario Yuba/Centro Médico Regional de Rideout
Marysville, California

Steve Vandeventer, EMT-P
Especialista en educación y calidad
Agencia EMS de Mecklenburg
Charlotte, Carolina del Norte

Joshua Borkosky, BS, FP-C, EMSI
Gerente de educación del EMS
Universidad de la Facultad de Medicina de Cincinnati
División de Servicios Médicos de Emergencia
Cincinnati, Ohio

Bernadette Henrichs, Ph. D., CRNA, CCRN
Profesora y directora del Programa de Anestesia para Enfermería
Escuela de Enfermería Goldfarb en Barnes-Jewish
San Luis, Missouri

Angela McConachie, RN, MSN-FNP, DNP
Profesora asistente
Escuela de Enfermería Goldfarb en Barnes-Jewish
San Luis, Missouri

Hannah C. Muthersbaugh, MMS, NRP, PA-C
Profesora asistente de Medicina de Emergencia/directora asistente del EMS
Servicios de Emergencia de Wake Forest Baptist del condado de Guilford
Greensboro, Carolina del Norte

Steven R. Ward, MMS/MHS, NRP, PA-C
Director del cuerpo docente/profesor asistente de Medicina de Emergencia
Universidad Mount St. Joseph/Medicina de Emergencia de la Universidad de Cincinnati
Cincinnati, Ohio

The logo for AMOLCA (American Medical and Life Sciences Council) features a large, stylized 'AMOLCA' in a light blue color. The letters are bold and sans-serif. A red circular outline is positioned behind the 'AMOLCA' text, partially overlapping it. The background of the page is white, and the logo is centered horizontally.

Contenido

1 REVISIÓN DE CONCEPTOS BÁSICOS

Estructura del corazón, 2

- Cámaras del corazón, 2
- Válvulas cardíacas, 3
- Caras del corazón, 4
- Arterias coronarias, 4
 - Arteria coronaria derecha, 5
 - Arteria coronaria izquierda, 6
 - Dominancia coronaria, 6
- Venas coronarias, 6

Ciclo cardíaco, 7

- Sístole y diástole auricular, 7
- Sístole y diástole ventricular, 7

Repaso de electrofisiología, 7

- Despolarización, 7
- Repolarización, 8
- Potencial de acción cardíaco, 8

Sistema de conducción, 8

- Marcapasos ectópicos, 9

Ondas, complejos, segmentos e intervalos, 9

Evaluación de la regularidad, 11

Determinación de la frecuencia, 11

2 DERIVACIONES, EJES Y ADQUISICIÓN DEL ECG DE 12 DERIVACIONES

Electrocardiograma, 16

- Derivaciones del plano frontal, 16
- Derivaciones del plano horizontal, 17

Distribución del ECG de 12 derivaciones, 17

- Derivaciones precordiales derechas, 19
- Derivaciones torácicas posteriores, 19

Vectores y ejes, 19

- Formato de Cabrera, 21

Lo que cada derivación “observa”, 22

- Derivaciones contiguas, 22
- Derivaciones recíprocas o especulares, 23

Adquisición del ECG de 12 derivaciones, 23

- Objetivo 1: claro, 23
- Objetivo 2: preciso, 24
 - Posición de los electrodos, 24
 - Posición del paciente, 26
 - Respuesta de frecuencia, 26
- Objetivo 3: rápido, 27

3 SÍNDROMES CORONARIOS AGUDOS

Enfermedad coronaria, 32

Cardiopatía isquémica, 34

- Características clínicas, 35
- Diagnóstico, 36
 - Angina estable, 38
 - Angina variante, 38
 - Angina microvascular, 38

Síndromes coronarios agudos, 40

- Características clínicas, 42
- Diagnóstico, 42
 - Biomarcadores cardíacos, 42
 - ECG de 12 derivaciones, 43
- Angina inestable e infarto de miocardio sin elevación del ST, 44

- ECG de 12 derivaciones, 44
- Infarto de miocárdico con elevación del ST, 46
 - ECG de 12 derivaciones, 46
 - Localización del infarto de miocardio, 47
 - Infarto anterior, 48
 - Infarto inferior, 49
 - Infarto ventricular derecho, 49
 - Infarto lateral, 51
 - Infarto inferobasal, 53
 - Excepciones, 53

Manejo inicial del síndrome coronario agudo, 55

- Atención médica prehospitalaria, 55
- Atención médica en la Unidad de Emergencias, 57

4 VARIANTES DE LA ELEVACIÓN DEL SEGMENTO ST

Introducción, 78

Hipertrofia ventricular, 78

- Hipertrofia del ventrículo derecho, 78
- Hipertrofia del ventrículo izquierdo, 78

Bloqueo de rama, 80

- Estructuras del sistema de conducción intraventricular, 80
- Activación de las ramas del haz de His, 81
- Importancia del bloqueo de rama, 81
- Criterios electrocardiográficos, 81
- Diferenciación entre RBBB y LBBB, 82
- Bloqueo de rama derecha, 82

- Bloqueo de rama izquierda, 82
 - Un modo más fácil, 83
- Concordancia, 85
- Criterios de Sgarbossa, 85
- Excepciones, 85
- Bloqueos fasciculares o hemibloqueos, 86
 - Bloqueo fascicular anterior izquierdo, 86
 - Bloqueo fascicular posterior izquierdo, 87
 - Bloqueo trifascicular, 87
- Ritmos ventriculares, 88**
 - Estimulación ventricular, 88
- Repolarización precoz benigna, 88**
 - Criterios electrocardiográficos, 88
 - Presentación clínica, 89
- Pericarditis, 90**
 - Criterios electrocardiográficos, 90
 - Presentación clínica, 90
- ¿Qué debes hacer ahora? 91**

5 ELECTROCARDIOGRAMAS PARA PRACTICAR

- Análisis de 12 derivaciones, 98**
 - Presentación clínica, 98
- Electrocardiogramas para practicar, 99**

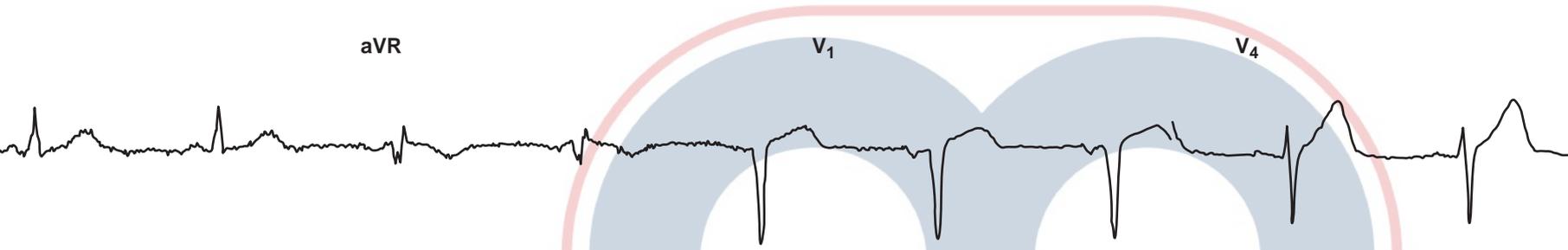
ÍNDICE ALFABÉTICO, 215



Revisión de conceptos básicos

1

CAPÍTULO



OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

Después de la lectura de este capítulo, usted debe ser capaz de:

1. Identificar y describir las distintas capas, cámaras, válvulas y caras que conforman el corazón.
2. Describir el flujo sanguíneo a través del corazón normal y los pulmones hasta la circulación sistémica.
3. Nombrar las ramas principales y las áreas del corazón irrigadas por las arterias coronarias derecha e izquierda.
4. Comprender las variantes normales de la distribución de la arteria coronaria.
5. Describir la secuencia normal de la conducción eléctrica cardíaca.
6. Definir y describir cada una de las ondas, segmentos e intervalos que se relacionan con la actividad eléctrica cardíaca.

TÉRMINOS CLAVE

Vía accesoria: fascículo adicional de tejido miocárdico que forma una conexión entre las aurículas y los ventrículos fuera del sistema de conducción normal.

Síndromes coronarios agudos: diferentes trastornos debido a una serie de eventos patológicos similares que reducen repentinamente el flujo sanguíneo arterial coronario.

Automaticidad: capacidad de las células cardíacas (marcapasos) para iniciar, de manera espontánea, un impulso eléctrico sin estimulación de otra fuente (por ejemplo, un nervio).

Línea de base: línea recta que se registra en el papel cuadriculado de electrocardiografía cuando no se detecta ninguna actividad eléctrica.

Bifásica: onda que tiene una parte positiva y otra negativa.

Complejo: ondas múltiples.

Despolarización: movimiento de iones sobre la membrana celular que acrecienta la carga positiva en el interior de la célula: evento eléctrico que, se espera, implique una contracción.

Intervalo: está conformado por una onda y un segmento.

Isquemia: disminución del flujo de sangre oxigenada a un órgano o a parte del cuerpo.

Línea isoelectrónica: ausencia de actividad eléctrica que se observa en el electrocardiograma como una línea recta.

Potencial de membrana: diferencia de la carga eléctrica en la membrana celular.

Repolarización: movimiento de iones a través de la membrana celular que permite la restauración de la carga negativa en el interior de la célula.

Segmento: línea entre ondas; se nombran según la onda que la precede y la que la continúa.

ESTRUCTURA DEL CORAZÓN

El corazón humano es un órgano muscular hueco que mide aproximadamente el tamaño del puño de una persona. Se ubica en el mediastino, entre ambos pulmones. La cara anterior del corazón está protegida por el esternón y las costillas, y la cara posterior, por las costillas y la columna vertebral. Alrededor de dos tercios del corazón se encuentran a la izquierda de la línea media del esternón.

Sus paredes están formadas por tres capas de tejido: el endocardio, el miocardio y el epicardio. Dichas capas se resumen en la Tabla 1.1.

TABLA 1.1 Capas de la pared cardiaca

Capa del corazón	Localización	Descripción
Endocardio	Capa interna	Capa delgada que recubre las cámaras internas, válvulas, cuerdas tendinosas y músculos papilares del corazón; se sigue con la capa más interna de las arterias, venas y capilares del cuerpo.
Miocardio	Capa media	Capa muscular gruesa que consiste en células musculares cardíacas, las cuales se contraen y relajan; el área subendocárdica es la mitad más interna del miocardio, y la mitad más externa es el área subepicárdica.
Epicardio (pericardio visceral)	Capa externa	Capa delgada que contiene capilares sanguíneos, capilares linfáticos, fibras nerviosas y grasa; esta capa está envuelta por el saco pericárdico, el cual fija el corazón al tórax.

Cámaras del corazón

El corazón se divide en cuatro cámaras. Las dos cámaras superiores son las aurículas izquierda y derecha, y las dos inferiores, los ventrículos izquierdo y derecho (Fig. 1.1).

Las aurículas son cámaras de paredes delgadas que almacenan sangre durante la contracción ventricular (sístole) y luego llenan los ventrículos con sangre durante la relajación ventricular (diástole) (Lohr y Benjamin, 2016). La aurícula izquierda recibe sangre recién oxigenada de los pulmones mediante las venas pulmonares derecha e izquierda. El corazón bombea la sangre desde las aurículas a través de las válvulas auriculoventriculares (AV) (tricúspide o mitral) hacia los ventrículos. Las dos cámaras inferiores, el ventrículo derecho e izquierdo, son responsables del bombeo sanguíneo.

Los lados derecho e izquierdo de este órgano están separados por una pared de tejido conectivo denominada *septum* o *tabique*. El *septum* interauricular separa la aurícula izquierda y la aurícula derecha. El *septum* interventricular separa el ventrículo derecho del izquierdo (Fig. 1.2). A su vez, el *septum* separa el corazón en dos bombas funcionales: la aurícula y el ventrículo derecho conforman una de ellas, mientras que la aurícula y el ventrículo izquierdo, la otra.

El lado derecho del corazón es un sistema de baja presión (esto es: circulación pulmonar). La aurícula derecha recibe sangre de la vena cava superior, la vena cava inferior y el seno coronario. La sangre de la cabeza, cuello y miembros superiores regresa al corazón mediante la vena cava superior. La sangre del tórax, abdomen, pelvis y miembros inferiores regresa al corazón por medio de la vena cava inferior. El seno coronario, por su parte, drena la sangre de la mayoría de los vasos que irrigan las paredes del corazón. La sangre que entra al ventrículo derecho fluye por medio de la válvula tricúspide hacia el ventrículo derecho. Asimismo, este bombea la sangre a través de la válvula semilunar al tronco pulmonar, que se divide en la arteria pulmonar derecha e izquierda. Las arterias pulmonares entran en el pulmón derecho e izquierdo, donde ocurre el intercambio de oxígeno y dióxido de carbono. La sangre oxigenada retorna a la aurícula izquierda del corazón mediante cuatro venas, dos en cada pulmón.

El ventrículo izquierdo es más grande y sus paredes tienen casi el doble de grosor en comparación con el ventrículo derecho (Netter, 2014). Esto se debe a que el lado izquierdo del corazón es una bomba de alta presión (es decir: circulación sistémica) y el ventrículo

Considere

Cuando el ventrículo está lleno contiene aproximadamente 150 ml de sangre. Por lo general, eyecta cerca de la mitad de su volumen (70-80 ml) en cada contracción. El volumen sistólico es la cantidad de sangre que sale del ventrículo con cada latido. La fracción de eyección es el porcentaje de sangre que bombea el ventrículo con cada contracción. La fracción de eyección normal está entre 50% y 65%. Se dice que un paciente presenta función ventricular alterada cuando la fracción de eyección es menor del 40%. Los pacientes que pueden presentar fracción de eyección deficiente tienen insuficiencia cardíaca, cardiomiopatía grave o lesión miocárdica por infarto previo.

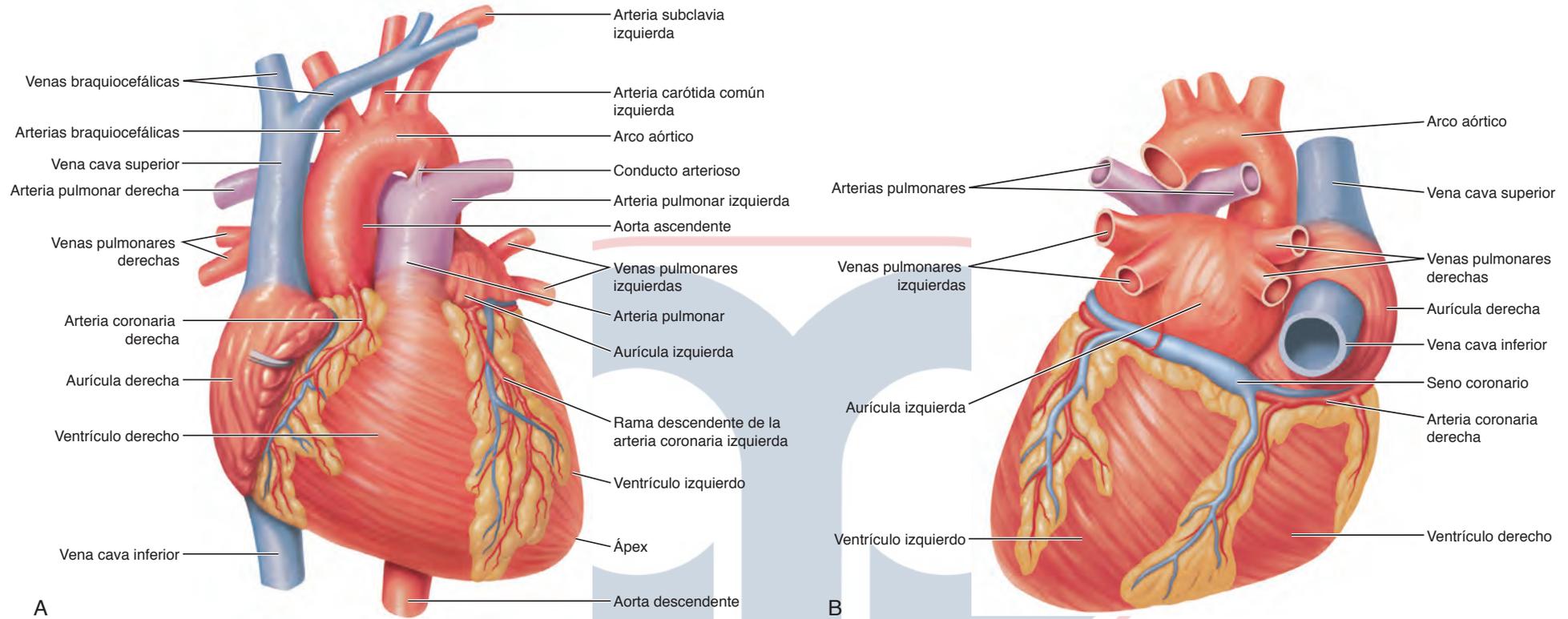


Fig. 1.1 El corazón. **A.** Vista anterior. **B.** Vista posterior. (Tomado de Solomon, E. P. [2016]. Introduction to human anatomy and physiology. [4th ed.]. Maryland Heights, MO: Saunders).

izquierdo debe contrarrestar la presión y resistencia de las arterias, a la vez que contraerse con fuerza para bombear la sangre hacia el cuerpo. La sangre que entra en la aurícula izquierda fluye a través de la válvula mitral y con dirección al ventrículo izquierdo. Cuando el ventrículo izquierdo se contrae, la sangre se eyecta por la válvula aórtica semilunar en dirección a la aorta ascendente, las arterias coronarias, el cayado aórtico y la aorta descendente. Las ramas de la aorta transportan sangre del corazón a los tejidos y órganos del cuerpo.

Válvulas cardiacas

La función principal de las cuatro válvulas cardiacas es asegurar el trayecto anterógrado del flujo sanguíneo por medio de las cavidades cardiacas. Existen dos tipos de válvulas cardiacas: válvulas auriculoventriculares (AV) y válvulas semilunares (SL) (Fig. 1.3).

Las válvulas AV separan las aurículas de los ventrículos. La válvula tricúspide es una válvula AV que se encuentra entre la aurícula y el ventrículo derecho. Consiste en tres

valvas o colgajos separados. La válvula mitral (o bicúspide), por su parte, tiene solo dos valvas. Se encuentra entre la aurícula y el ventrículo izquierdo. Las cuerdas tendinosas, infiltraciones delgadas de tejido conectivo, se insertan en la parte inferior de las válvulas AV en un extremo. En el otro, se unen a los músculos papilares, los cuales son pequeñas porciones de miocardio. Los músculos papilares se proyectan hacia la parte interna de la porción inferior de las paredes del ventrículo. Las cuerdas tendinosas y los músculos papilares sirven como anclas. Cuando el ventrículo se contrae y relaja, los músculos papilares ajustan la tensión en las cuerdas tendinosas, lo que evita el abultamiento en la aurícula.

Las válvulas pulmonares y aórticas son válvulas SL. Estas evitan el flujo retrógrado de sangre de la aorta y las arterias pulmonares hacia los ventrículos izquierdo y derecho, respectivamente. Las válvulas SL tienen tres valvas en forma de media luna; de ahí su denominación como "semilunar". A diferencia de las válvulas AV, las SL no se unen a las cuerdas tendinosas. El flujo sanguíneo a través del corazón normal y la circulación pulmonar se resume en el Recuadro 1.1.

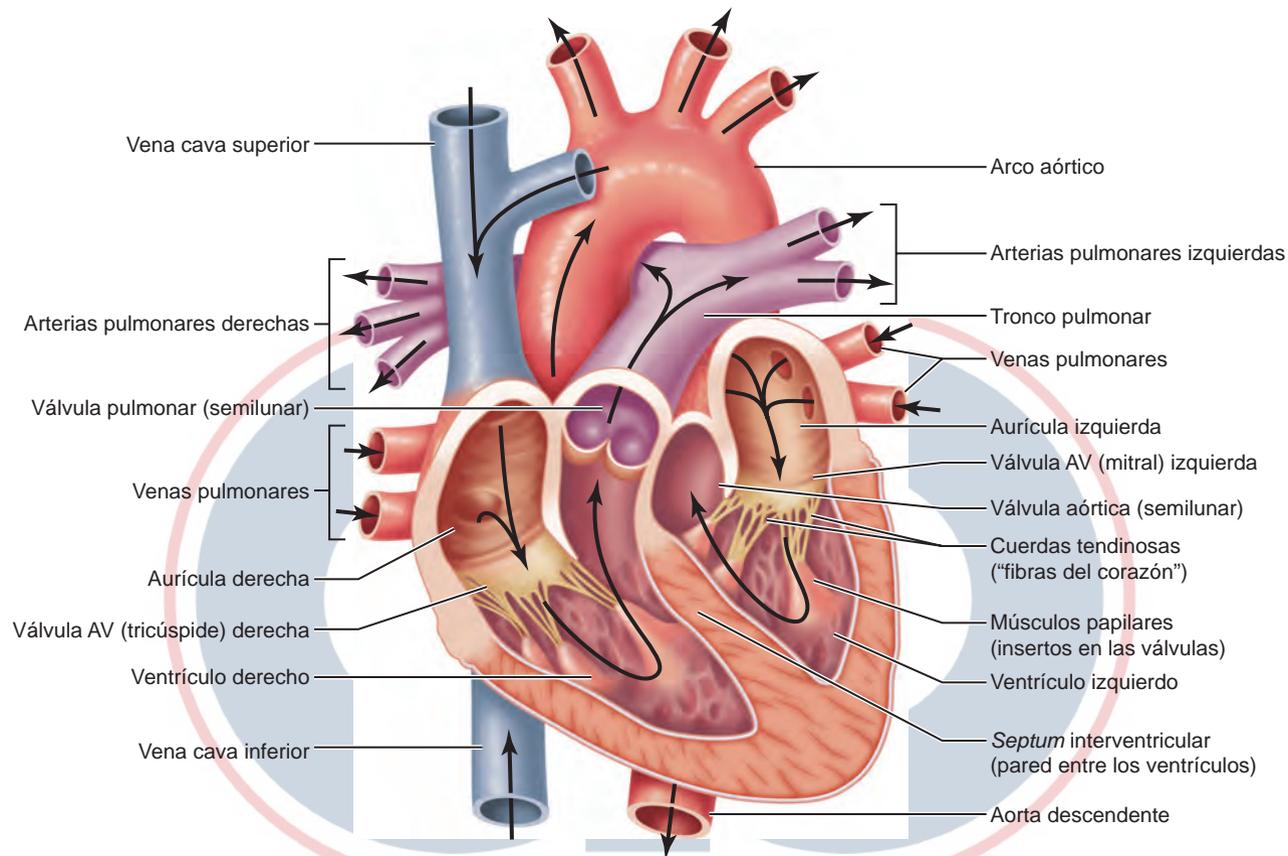


Fig. 1.2 Imagen interna del corazón que muestra cámaras, válvulas y vasos sanguíneos. Las flechas indican la dirección del flujo sanguíneo. AV, Auriculoventricular. (Tomado de Solomon, E. P. [2016]. Introduction to human anatomy and physiology. [4th ed.]. Maryland Heights, MO: Saunders).

Considere

Enfermedad de las válvulas cardíacas es el nombre empleado para describir el funcionamiento inadecuado de la válvula cardíaca. Los tipos de enfermedad valvular del corazón son los siguientes:

- **Estenosis valvular:** si la válvula presenta disminución de la luz, rigidez o engrosamiento, se dice que está estenosada. El corazón debe trabajar con más fuerza para bombear la sangre a través de la válvula estenosada.
- **Prolapso valvular:** si la valva de una válvula se invierte, se denomina prolapso. Este ocurre si una valva es más grande que la otra. Además, se da si la cuerda tendinosa se estira demasiado o se rompe.
- **Regurgitación valvular:** la sangre se regresa o regurgita. Esto se conoce, además, como incompetencia valvular o insuficiencia valvular.

Caras del corazón

La cara anterior del corazón está compuesta por parte de la aurícula derecha y los ventrículos derecho e izquierdo. Sin embargo, debido a que el corazón está inclinado un poco hacia la izquierda en el tórax, el ventrículo derecho es el área que se encuentra directamente detrás del esternón. El ventrículo izquierdo ocupa la mayor parte del lado izquierdo del corazón (cara lateral izquierda). La cara inferior del corazón, también llamada *superficie diafragmática*, está conformada principalmente por el ventrículo izquierdo y una pequeña porción del ventrículo derecho.

Arterias coronarias

El trabajo del corazón es importante. Para garantizarse una irrigación sanguínea adecuada, se asegura de proporcionarse —a sí mismo— sangre recién oxigenada antes de irrigar el resto del cuerpo. Esta sangre recién oxigenada proviene, sobre todo, de las ramas de dos

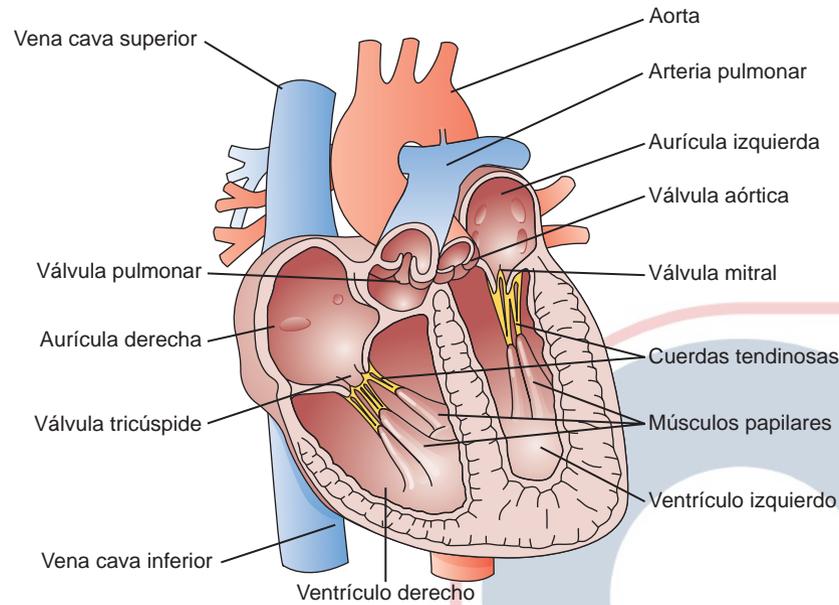


Fig. 1.3 Cámaras y válvulas del corazón. Cuerdas tendinosas y músculos papilares insertos que unen las valvas de las válvulas auriculoventriculares al miocardio ventricular. (Tomado de Copstead-Kirkhorn, L. & Banasik, J. L. [2013]. Pathophysiology. [5th ed.]. Philadelphia, PA: Elsevier).

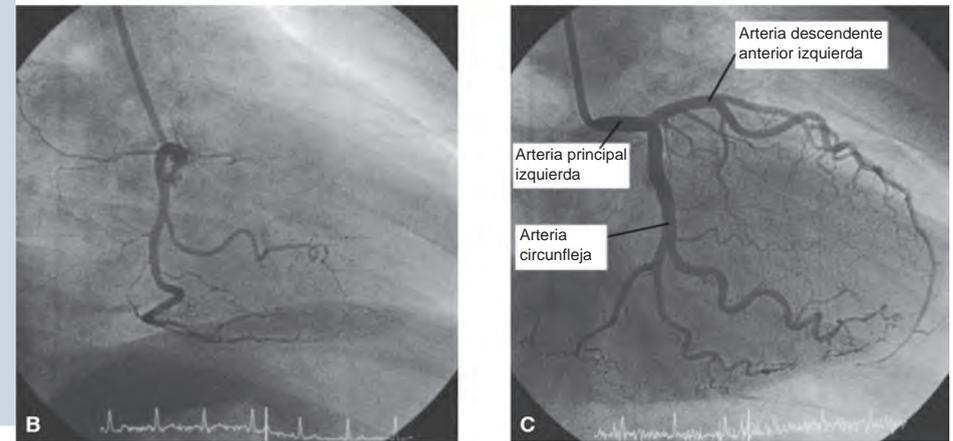
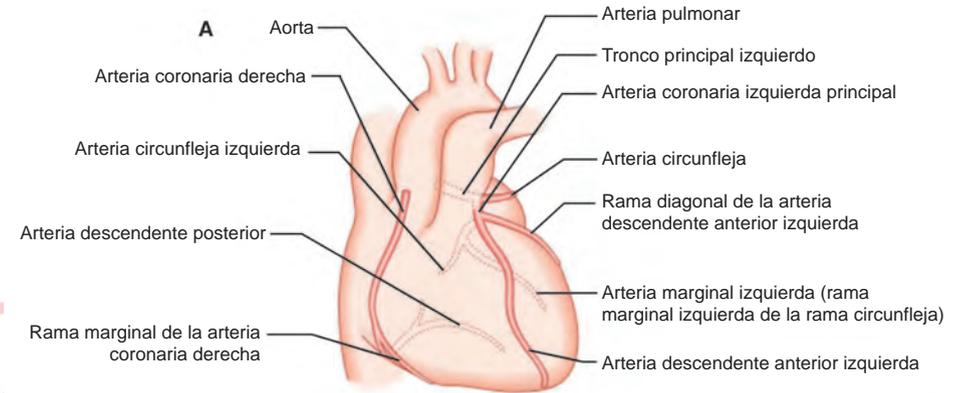


Fig. 1.4 Circulación coronaria. **A.** Anatomía coronaria normal. **B.** Angiograma del sistema coronario derecho dominante. **C.** Angiograma del sistema coronario izquierdo del mismo paciente (*proyección oblicua anterior derecha*). (Tomado de Kumar, P. & Clark, M. [2017]. Kumar and Clark's clinical medicine. [9th ed.]. The Netherlands: Elsevier).

Recuadro 1.1

Flujo sanguíneo a través del corazón normal y circulación pulmonar

La sangre de la vena cava inferior y superior, y el seno coronario entra en la aurícula derecha → válvula tricúspide → ventrículo derecho → válvula pulmonar semilunar → tronco pulmonar → arterias pulmonares derecha e izquierda → capilares pulmonares (dentro de los pulmones) → cuatro venas pulmonares → aurícula izquierda → válvula mitral → ventrículo izquierdo → válvula semilunar aórtica → aorta ascendente

vasos: las arterias coronarias izquierda y derecha. La salida de estos vasos se encuentra un poco más allá de la cúspide de la válvula aórtica SL.

Las arterias coronarias derecha e izquierda se hallan en la superficie pericárdica del corazón y primero alimentan esta área antes de que sus ramas penetren el miocardio para irrigar el subendocardio con sangre (Fig. 1.4). El diámetro de estas “ramas de alimentación” (esto es: circulación colateral) es mucho más angosto.

El bloqueo temporal o permanente de una arteria coronaria afecta la irrigación sanguínea del músculo cardiaco y priva las células miocárdicas distales al sitio del bloqueo de oxígeno y otros nutrientes. El síndrome coronario agudo (ACS, por sus siglas en inglés) es el término que se emplea para agrupar diferentes trastornos causados por una serie de eventos patológicos que comprenden la reducción repentina del flujo arterial coronario

(Amsterdam *et al.*, 2014). Esta serie de eventos conlleva como consecuencia patologías que van desde la isquemia miocárdica (disminución de la irrigación de sangre oxigenada a una parte del cuerpo u órgano) hasta la muerte (necrosis) del músculo cardiaco. La comprensión de la anatomía de la arteria coronaria y las áreas del corazón que cada vaso irriga puede ayudar a predecir cuál arteria coronaria está obstruida y anticipar, de esta manera, los problemas relacionados con la obstrucción del vaso.

Arteria coronaria derecha

La arteria coronaria derecha (RCA, por sus siglas en inglés) nace en el lado derecho de la aorta; tiene un trayecto a lo largo del surco entre la aurícula y el ventrículo derecho. Las ramas de la RCA irrigan la aurícula derecha, el ventrículo derecho y las paredes inferior y posterior del ventrículo izquierdo en la mayoría de las personas.

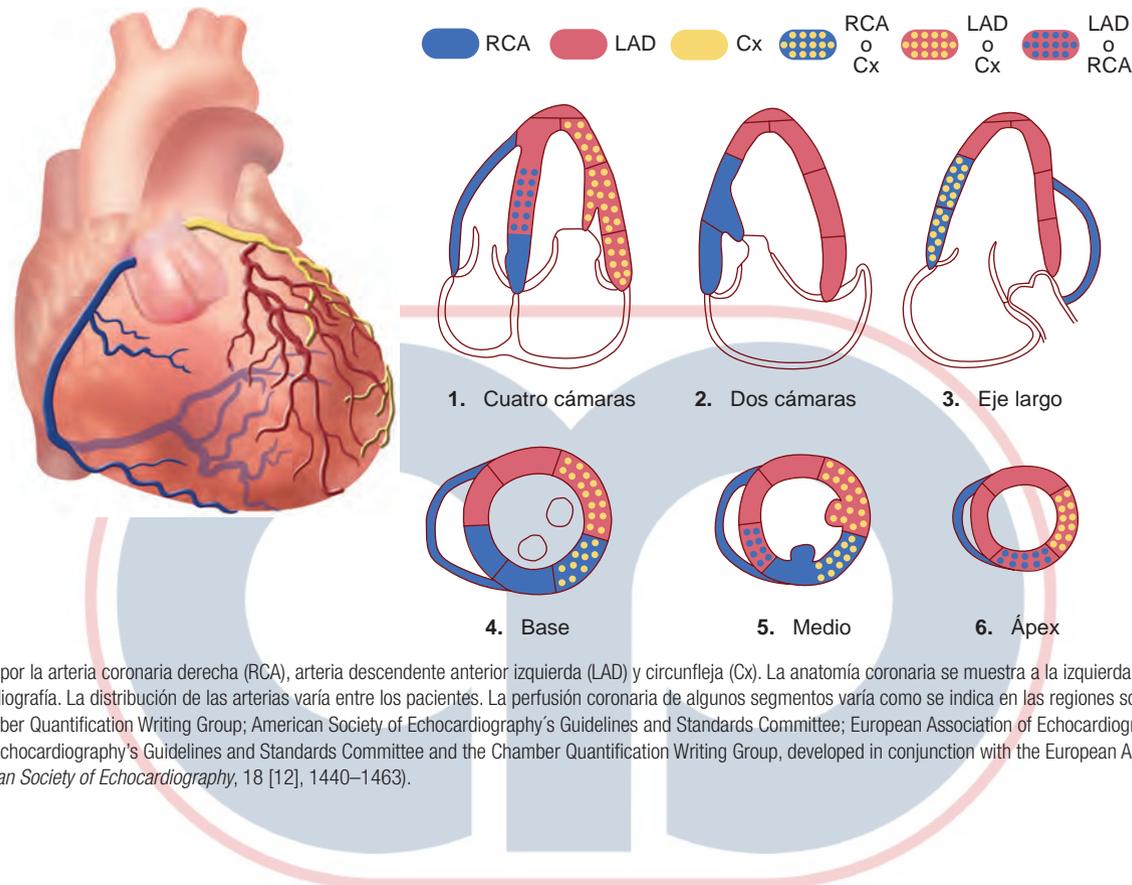


Fig. 1.5 Irrigación de los segmentos miocárdicos por la arteria coronaria derecha (RCA), arteria descendente anterior izquierda (LAD) y circunfleja (Cx). La anatomía coronaria se muestra a la izquierda con los segmentos de la pared que se corresponden con las proyecciones estándares derechas en ecocardiografía. La distribución de las arterias varía entre los pacientes. La perfusión coronaria de algunos segmentos varía como se indica en las regiones sombreadas. (Tomado de Lang, R. M., Bierig, M., Devereux, R. B., Flachskamp, F. A, Foster E.,... Chamber Quantification Writing Group; American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee; European Association of Echocardiography [2005]. Recommendations for chamber quantification. A report from the American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the Chamber Quantification Writing Group, developed in conjunction with the European Association of Echocardiography, a branch of the European Society of Cardiology. *Journal of the American Society of Echocardiography*, 18 [12], 1440–1463).

Arteria coronaria izquierda

La arteria coronaria izquierda (LCA, por sus siglas en inglés) empieza en el lado izquierdo de la aorta. El primer segmento de la LCA es la arteria coronaria izquierda principal, también denominada *tronco principal izquierdo*. Suministra sangre oxigenada a sus dos ramas principales: la descendente anterior izquierda (LAD, por sus siglas en inglés), a su vez llamada *arteria interventricular anterior*, y la arteria circunfleja (Cx, por sus siglas en inglés). Estos vasos son de menor tamaño que la arteria coronaria izquierda principal.

En la mayoría de las personas, la LAD viaja a lo largo del surco que se encuentra entre los ventrículos derecho e izquierdo, en dirección al ápex cardiaco, y termina en la cara inferior del ventrículo izquierdo. En el resto de los individuos la LAD no alcanza la cara inferior. En cambio, se detiene en o antes del ápex cardiaco. Las ramas principales de la LAD son la arteria septal y la diagonal. Sus ramas septales proveen de irrigación sanguínea al *septum* interventricular. Las ramas de la diagonal irrigan las paredes anterior y lateral del ventrículo izquierdo. La Cx, por su parte, da vuelta alrededor del lado izquierdo del corazón e irriga tanto la aurícula izquierda como las paredes posterior y lateral del ventrículo izquierdo.

Dominancia coronaria

La irrigación sanguínea de las áreas inferior y posterior del ventrículo izquierdo varía. En aproximadamente el 85% de las personas la RCA forma la arteria descendente posterior, y en alrededor del 10% la arteria circunfleja forma la arteria descendente posterior (Lohr y Benjamin, 2016). La arteria coronaria que forma la arteria descendente posterior se considera *arteria coronaria dominante*. Si una rama de la RCA se vuelve la arteria descendente posterior, la disposición de la arteria coronaria se describe como *sistema dominante derecho*. Si la Cx se ramifica y termina en la arteria descendente posterior, la disposición de la arteria coronaria se describe como *sistema dominante izquierdo*. En algunas personas, ninguna de las arterias coronarias es dominante. Si se sospecha de lesión de la pared posterior del ventrículo izquierdo, suele necesitarse el cateterismo cardiaco para determinar qué arteria coronaria está comprometida. Las áreas del corazón irrigadas por las arterias coronarias principales se muestran en la Fig. 1.5.

Venas coronarias

La sangre que atraviesa los capilares miocárdicos se drena por las ramas de las venas cardiacas que se unen al seno coronario, el cual se halla en el surco que separa las aurículas de los ventrículos. El seno coronario drena en la aurícula derecha.

CICLO CARDIACO

El ciclo cardiaco tiene dos fases para cada cámara cardiaca: sístole y diástole. Sístole es el periodo durante el cual se contrae la cámara y se eyecta la sangre. Diástole es el periodo de relajación en el que se llenan las cámaras. El miocárdico recibe sangre recién oxigenada de las arterias coronarias durante la diástole ventricular. El ciclo cardiaco depende de la capacidad del músculo cardiaco para contraerse y la condición del sistema de conducción del corazón. La eficiencia del corazón como bomba puede afectarse por anomalías del músculo cardiaco, las válvulas o el sistema de conducción.

Durante el ciclo cardiaco, la presión en cada cámara aumenta en sístole, y disminuye en diástole. Las válvulas cardiacas aseguran que la sangre fluya en la dirección adecuada. La sangre fluye de una cámara cardiaca de mayor a otra de menor presión. Estas relaciones de presión dependen cuidadosamente del momento de la contracción. El sistema de conducción cardiaca proporciona, asimismo, el momento necesario de los eventos que ocurren entre la sístole auricular y ventricular.

Sístole y diástole auricular

Durante la diástole auricular, la sangre de la vena cava superior e inferior y el seno coronario entran a la aurícula derecha. La aurícula derecha se llena y acrecienta su volumen. Esta empuja la válvula tricúspide para que se abra y llene el ventrículo derecho. La aurícula derecha recibe sangre de las cuatro venas pulmonares (dos del pulmón derecho y dos del pulmón izquierdo). Las valvas de la válvula mitral se abren a medida que se llena la aurícula izquierda. Esto permite que la sangre fluya hacia el ventrículo izquierdo.

Antes de la contracción auricular, los ventrículos se llenan aproximadamente en un 70%. Las contracciones de la aurícula fuerzan la entrada de sangre adicional (cerca del 10% al 30% de la capacidad ventricular) hacia los ventrículos. Esto se denomina *patada auricular*. Por tanto, los ventrículos se llenan de sangre durante la sístole auricular. La aurícula entonces entra en el periodo de diástole auricular, que sigue hasta el comienzo del próximo ciclo cardiaco.

Sístole y diástole ventricular

La sístole ventricular ocurre a medida que comienza la diástole auricular. Al tiempo que el ventrículo se contrae, se impulsa la sangre a la circulación pulmonar, sistémica y hacia la aurícula. La válvula SL se cierra y el corazón empieza el periodo de diástole ventricular. Durante esta última, los ventrículos se llenan de sangre pero de forma pasiva, y se relaja tanto la aurícula como el ventrículo. El ciclo cardiaco empieza de nuevo con la sístole auricular y la finalización de llenado ventricular.

REPASO DE ELECTROFISIOLOGÍA

Los fluidos corporales contienen electrolitos; es decir: elementos o componentes que rompen las partículas cargadas (iones) cuando se derriten o disuelven en agua u otro solvente.

Las diferencias en la composición de los iones entre el líquido del espacio intracelular y extracelular son importantes para las funciones normales del cuerpo, entre ellas la actividad cardiaca. Los electrolitos se mueven en los líquidos corporales y llevan consigo su propia carga.

Es normal que exista una leve diferencia entre las concentraciones de partículas cargadas sobre las membranas celulares; por ende, el potencial de energía (voltaje) existe, debido al desequilibrio de las partículas cargadas, y este desequilibrio incrementa la excitabilidad de la célula. El voltaje (es decir: la diferencia entre las cargas eléctricas) sobre la membrana celular es lo que se denomina potencial de membrana. La energía que consume la célula para mover los electrolitos a través de la membrana celular crea un flujo de corriente que se expresa en voltios. El voltaje aparece en el electrocardiograma (ECG, por sus siglas en inglés) como picos u ondas.

Despolarización

Cuando la célula está en reposo (o sea: polarizada) el interior es más negativo que el exterior. Cuando se estimula la célula, la membrana celular se vuelve permeable al Na^+ y al K^+ ; ello permite el paso de electrolitos por sus canales. El Na^+ entra a la célula por medio de los canales de Na^+ . Esto hace que el interior de la célula se vuelva más positivo en relación con el exterior. El movimiento de las partículas cargadas a través de la membrana celular permite que el interior de la célula se vuelva positivo, y es lo que se denomina *despolarización*. En consecuencia, se evidencia un pico (esto es: onda) en el ECG. La despolarización avanza desde el endocardio hacia el epicardio.

Considere

La despolarización es el evento eléctrico que debe llevarse a cabo antes de que el corazón pueda contraerse y bombear sangre, el cual es un evento mecánico.

Un impulso normalmente comienza en las células marcapasos que se encuentran en el nodo del corazón sinoauricular (SA). Se produce una reacción en cadena de célula a célula en el sistema de conducción eléctrica del corazón hasta que todas las células se han simulado y despolarizado. Finalmente, el impulso se propaga desde las células marcapasos a las células que funcionan, que se contraen cuando se estimulan.

Considere

La capacidad de crear el impulso eléctrico de las células marcapaso del corazón sin ser estimuladas por otra fuente, como un nervio, se denomina automaticidad. El aumento de las concentraciones de calcio (Ca^{++}) incrementa esta capacidad. Por el contrario, la disminución de las concentraciones de potasio (K^+) en la sangre la disminuye.

Repolarización

Después de que la célula se despolariza comienza a recuperarse y restaura la carga eléctrica a la normalidad. El movimiento de las partículas cargadas por medio de la membrana celular, mediante el cual el interior de la célula restaura su carga negativa, se denomina *repolarización*. La membrana celular detiene el flujo de Na^+ hacia la célula y posibilita que el potasio salga. Las partículas cargadas negativamente se dejan dentro de la célula; en consecuencia, esta regresa a su estado de reposo. Ello implica la separación de las proteínas contráctiles de las células miocárdicas (esto es: relajación). La repolarización comienza en el epicardio y se dirige al endocardio.

Considere

Cuando se estimula la aurícula, la onda P se registra en el ECG; por tanto, la onda P representa la despolarización auricular. Cuando se estimulan los ventrículos, el complejo QRS se registra en el ECG; por consiguiente, dicho complejo QRS representa la despolarización ventricular. En el ECG, el segmento ST y la onda T representan la repolarización ventricular. Generalmente, la onda que representa la repolarización auricular no se observa en el ECG debido a que es pequeña y se funde con el complejo QRS.

Potencial de acción cardiaco

El potencial de acción de la célula cardiaca refleja la rápida secuencia de los cambios de voltaje que se presentan a través de la membrana celular durante el ciclo cardiaco eléctrico. La configuración del potencial de acción varía dependiendo de la localización, tamaño y función de la célula cardiaca.

SISTEMA DE CONDUCCIÓN

El sistema de conducción cardiaco es una colección de células marcapaso especializadas y dispuestas en un sistema de vías interconectadas (Fig. 1.6). El latido cardiaco normal es consecuencia del impulso eléctrico que se inicia en el nodo SA, el cual es un tejido conductor especializado, localizado en la parte superior y posterior de la aurícula derecha donde la vena cava superior se conecta con la aurícula derecha. El nodo SA está irrigado por la rama de la RCA en aproximadamente el 60% de la población, y una rama de la Cx en alrededor del 40% (Lohr y Benjamin, 2016).

A medida que el impulso sale del nodo SA, ocurre una reacción en cadena de célula a célula en el sistema de conducción eléctrica del corazón hasta que todas las células se estimulan y despolarizan (el interior de la célula se vuelve más positivo). Esta reacción en cadena es la *onda de despolarización*. A la vez que el impulso se inicia en el nodo SA, se disemina, estimulando tanto la aurícula derecha como el *septum* interauricular, y viaja a lo largo de la vía especial denominada *haz de Bachmann*, para estimular la aurícula izquierda. Por ende, la aurícula izquierda y la derecha se contraen casi al mismo tiempo.

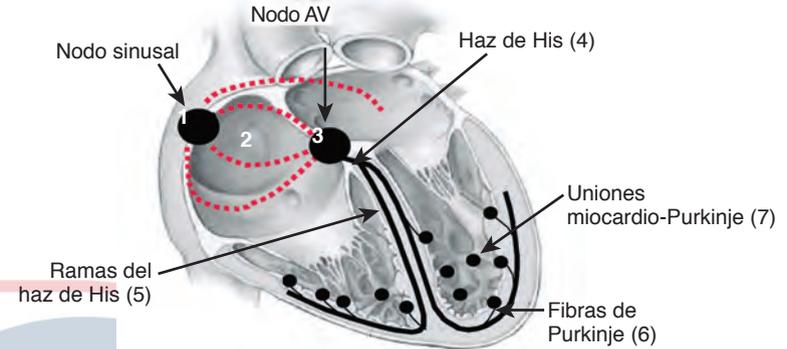


Fig. 1.6 El potencial de acción cardiaco se origina en el nodo sinoauricular (SA) (1), sigue con la pared auricular (2), y se retrasa en el nodo auriculoventricular (AV). (3) La conducción en los ventrículos se inicia rápidamente en el sistema de conducción rápida: haz de His (4), ramas derecha e izquierda del haz de His (5), y las fibras de Purkinje. (6) El impulso se transfiere del sistema de conducción rápida al miocardio por las uniones miocárdicas-Purkinje (7), que se localizan en el endocardio. En el miocardio de conducción lenta el impulso se propaga desde el endocardio al epicardio (tomado de Ellenbogen, K. A., Wilkoff, B. L., Kay, G. N., Lau, C. P. & Auricchio, A. [2017]. *Clinical cardiac pacing, defibrillation and resynchronization therapy*. [5th ed.]. Philadelphia, PA: Elsevier).

El impulso eléctrico se dirige desde la aurícula hacia el nodo AV, el cual es un grupo de células conductoras especializadas y dispuestas en el piso de la aurícula derecha inmediatamente detrás de la válvula tricúspide. La conducción se entorpece de manera considerable cuando el impulso entra en el nodo AV a través de las vías internodales. Este retraso permite que ambas cámaras se contraigan y vacíen la sangre en los ventrículos antes de que se inicie la próxima contracción ventricular. El haz de His, también llamado *haz común* o *haz AV*, es una prolongación del nodo AV que dirige los impulsos a diferentes velocidades y se recupera a un ritmo distinto (Zimetbaum, 2016). Las vías se unen en una ruta final común antes de que el impulso saliente del nodo AV continúe hacia el haz de His.

Habitualmente, las aurículas se separan de los ventrículos por una barrera continua de tejido fibroso, que actúa como aislante para prevenir el paso del impulso eléctrico a cualquier ruta diferente al nodo AV y a la de los haces. Cuando el nodo AV y el haz están al margen de una vía anormal, esta ruta se denomina *vía accesoria*.

El haz de His se divide en las ramas derecha e izquierda. La rama derecha inerva el ventrículo derecho. El haz izquierdo se divide en *fascículos*, entendidos como pequeños haces de fibras nerviosas que posibilitan la inervación eléctrica del ventrículo izquierdo más grande y muscular.

Las ramas del haz derecho e izquierdo se subdividen, asimismo, en ramas cada vez más pequeñas hasta convertirse en una red especial de fibras de nombre *fibras de Purkinje*. Las fibras de Purkinje tienen células marcapaso con un ritmo intrínseco de 20 a 40 latidos/min. El impulso eléctrico se traslada con rapidez a través de las ramas derecha e izquierda, y las fibras de Purkinje alcanzan el músculo del ventrículo. El impulso eléctrico se propaga del endocardio al miocardio; finalmente alcanza la superficie epicárdica. Las paredes ventriculares se estimulan para que se contraigan con un movimiento giratorio que exprime

TABLA 1.2 Resumen del sistema de conducción

Estructura	Función
Nodo SA	<ul style="list-style-type: none"> • Marcapaso primario; frecuencia de marcapaso intrínseco: 60 a 100 latidos/min. • Inicia el impulso y se propaga normalmente por la aurícula derecha e izquierda. • Irrigado por una rama de la RCA en aproximadamente el 60% de los individuos.
Nodo AV	<ul style="list-style-type: none"> • Recibe el impulso del nodo SA y retrasa la retransmisión del impulso en el haz de His, permitiendo, de esta manera, que se llene el ventrículo antes del inicio de la contracción ventricular.
Haz de His (Haz AV)	<ul style="list-style-type: none"> • Recibe el impulso del nodo AV y lo transmite a las ramas derecha e izquierda del haz de His. • El nodo AV y el haz de His conforman la <i>unión AV</i>, que tiene una frecuencia de marcapaso intrínseca de 40 a 60 latidos/min. • Irrigada por una rama de la RCA en el 85% al 90% de las personas.
Ramas derecha e izquierda del haz de His	<ul style="list-style-type: none"> • Recibe el impulso del haz de His y lo retransmite a las fibras de Purkinje.
Fibras de Purkinje	<ul style="list-style-type: none"> • Recibe el impulso de las ramas del haz de His y lo propaga al miocardio ventricular. • Frecuencia del marcapaso intrínseco: de 20 a 40 latidos/min.

AV, Auriculoventricular; SA, sinoauricular.

la sangre fuera de las cámaras ventriculares y la obliga a entrar en las arterias. El término *sistema His-Purkinje*, o la *red His-Purkinje*, se refiere al haz de His, ramas del haz y fibras Purkinje. El sistema de conducción se resume en la Tabla 1.2.

Marcapasos ectópicos

Las áreas del corazón diferentes al nodo SA pueden iniciar latidos (automaticidad intrínseca) y asumir la responsabilidad del marcapaso en circunstancias especiales. Los términos *ectópico*, que significa “fuera de lugar”, y *latente* se usan para describir el impulso que se origina de una fuente distinta a la del nodo SA. Los sitios de marcapasos ectópicos incluyen las células de la unión AV y las fibras de Purkinje, aunque su ritmo intrínseco es menor que el del nodo SA. Por lo general, el marcapaso ectópico evita su descarga debido a la dominancia del nodo SA que rápidamente expulsa las células marcapaso.

Aunque los marcapasos ectópicos proveen un mecanismo de seguridad o respaldo en caso de que falle el nodo SA, esos sitios son problemáticos si se activan cuando aún funciona el nodo SA. Por ejemplo, los sitios ectópicos pueden causar latidos precoces (prematuros) o alteraciones sostenidas del ritmo.

ONDAS, COMPLEJOS, SEGMENTOS E INTERVALOS

El papel del ECG se emplea para registrar la velocidad y magnitud de los impulsos eléctricos del corazón. El papel es cuadrículado, con recuadros grandes y pequeños medidos en milímetros. Los recuadros más pequeños miden 1 mm de ancho y 1 mm de alto (Fig. 1.7). Cada recuadro grande equivale a cinco recuadros pequeños y representa 0,20 segundos. El eje horizontal del papel corresponde al tiempo. Este se utiliza para medir los intervalos o la duración de un evento cardiaco específico, que se determina en segundos.

Considere

Cuando se analiza el ECG de 12 derivaciones, los intervalos y la duración suelen expresarse en milisegundos. Existen 1.000 milisegundos (ms) en un segundo. Para convertir segundos a milisegundos mueva la coma del decimal tres lugares a la derecha.

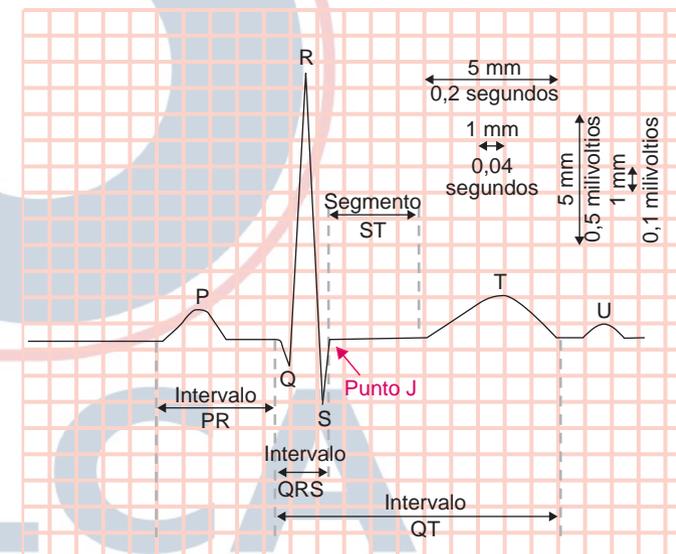


Fig. 1.7 Inscrición del electrocardiograma (ECG) normal. Despolarización del nodo sinoauricular no visible en la superficie del ECG; la onda P se corresponde con la despolarización del músculo auricular. El intervalo PR denota conducción a través del músculo auricular, nodo auriculoventricular y el sistema de His-Purkinje. El complejo QRS refleja la despolarización del músculo ventricular. El segmento ST y la onda T (y onda U, si está presente) representan la repolarización ventricular. El punto J se encuentra en la unión del extremo final del complejo QRS y el comienzo del segmento ST. El intervalo QT se mide desde el inicio del QRS hasta el final de la onda T. Obsérvense las líneas de las cuadrículas. En el eje horizontal cada línea de 1 mm (recuadro pequeño) corresponde a 0,04 segundos (40 ms); el recuadro “grande” corresponde a 0,20 segundos (200 ms). En el eje vertical, 1 mm (recuadro pequeño) corresponde a 0,1 mV; 10 mm (dos recuadros grandes); por consiguiente, refleja 1 mV (tomado de Goldman, L. & Schafer, A. I. [2016]. Goldman's Cecil medicine. [25th ed.]. Philadelphia, PA: Saunders).

La velocidad a la que el papel del ECG pasa por la impresora es ajustable y se designa en la impresión del ECG de 12 derivaciones. La velocidad estándar del papel es de 25 mm/s. A esta velocidad cada recuadro de 1 mm representa 0,04 segundos (40 ms) y cada línea de cuadrícula, 5 mm; el recuadro grande representa 0,20 segundos (200 ms). La velocidad a la que el papel de ECG pasa por la impresora es ajustable. Una velocidad más rápida del papel hace que el ritmo parezca más lento y el complejo QRS más ancho, por lo tanto, en los casos de frecuencia cardíaca rápida, una velocidad de papel más rápida facilita la visualización de las formas de onda y el análisis del ritmo. Por el contrario, una velocidad más lenta hace que el ritmo parezca más rápido, y el QRS, más angosto.

El eje vertical del papel cuadrículado representa el voltaje o amplitud de las ondas o deflexiones en el ECG. El voltaje se mide en milivoltios (mV). El voltaje puede ser un valor negativo o positivo, ya que es una fuerza con dirección y amplitud. Esta, asimismo, se mide en milímetros. La sensibilidad del monitor cardíaco a la corriente eléctrica es variable. El botón o control que ajusta la sensibilidad del monitor cardíaco tiene diferentes nombres; algunos de ellos son *tamaño*, *sensibilidad*, *ganancia* y *calibración* del ECG. Cuando la sensibilidad aumenta, se produce un complejo de mayor tamaño. De manera similar, la disminución de la sensibilidad tiene como consecuencia un complejo pequeño. El valor predeterminado de la calibración de la máquina del ECG es de 10 mm/mV. Esto significa que cuando la máquina del ECG está bien calibrada, la señal eléctrica de 1 mV produce una deflexión que mide exactamente 10 mm de alto (la altura de diez recuadros pequeños). Cuando el marcador de calibración está presente, aparece en el extremo del lado izquierdo del trazado del ECG antes de la primera onda. Clínicamente, la altura de la onda se determina, por lo general, en milímetros, en lugar de milivoltios. La importancia de la calibración estándar está sujeta a debate cuando solo se usa el monitor para determinar el ritmo y la frecuencia; sin embargo, es crítica cuando se analiza el segmento ST.

Considere

En ciertos casos se puede garantizar el uso de la calibración no estándar. Si las ondas del ECG son muy grandes para ocupar la página, debe reducirse la calibración. Igualmente, si las ondas son muy pequeñas para leer, entonces debe incrementarse. Cuando los cambios de calibración son necesarios, escoja aquella que facilite la interpretación. En consecuencia, si se tiene que aumentar el tamaño del QRS, duplique la calibración. Del mismo modo, si se tiene que reducir el tamaño del ECG, aminore la calibración hasta la mitad. Siempre incluya el pulso de calibración y observe el cambio en el ECG impreso.

La onda (es decir, deflexión) es el movimiento que se aleja de la línea de base en dirección positiva (hacia arriba) o negativa (hacia abajo). Cada onda que se observa en el ECG se relaciona con algún evento eléctrico específico en el corazón. Las ondas se nombran alfabéticamente, comenzando con la P, la QRS, la T, y de manera ocasional, con la U. Cuando no se detecta actividad eléctrica, se registra una línea recta. Esta se llama *línea de base* o *isoeléctrica*. Si la onda de despolarización (o sea: el impulso eléctrico) se mueve

hacia el electrodo positivo, la onda registrada en el papel cuadrículado del ECG será vertical (deflexión positiva). Si la onda de despolarización se mueve lejos del electrodo positivo, la forma de onda registrada será inversa (deflexión negativa o hacia abajo). A su vez, registra una onda bifásica (parcialmente positiva, parcialmente negativa) o una línea recta cuando la onda de despolarización se mueve de manera perpendicular al electrodo positivo. Por otro lado, puede usarse el término *equifásica*, en lugar de *bifásica*, para describir la onda que no tiene una deflexión positiva o negativa clara.

El complejo consiste en varias ondas. El segmento es la línea que se encuentra entre las ondas. Se denomina por la onda que lo precede o continúa. El intervalo está conformado por una onda y un segmento. Las ondas, segmentos e intervalos normales se resumen en las Tablas 1.3 y 1.4.

TABLA 1.3 Ondas y complejos

Componente del ECG	Fisiología
Onda P	<ul style="list-style-type: none"> • Despolarización auricular. • Normalmente 0,12 segundos (120 ms) o menos.
Complejo QRS	<ul style="list-style-type: none"> • Despolarización ventricular. • La primera deflexión negativa es la onda Q; la onda R, la primera deflexión positiva; la onda S, la primera deflexión negativa después de la onda R. • A excepción de las derivaciones III y aVR, la onda Q normal en las derivaciones de los miembros es menor de 0,03 segundos (30 ms) de duración. La onda Q patológica es mayor de 0,03 segundos (30 ms) de duración, más del 30% de altura de la siguiente onda R en la derivación o ambos (Anderson, 2016). • Normalmente 0,075 a 0,11 segundos (75 a 110 ms). • Repolarización ventricular. • Por lo general, levemente asimétrica.
Onda T	
ECG, Electrocardiograma.	

TABLA 1.4 Segmentos e intervalos

Componente del ECG	Fisiología
Intervalo PR	<ul style="list-style-type: none"> • Conducción por el tejido auricular, la unión AV y el sistema His-Purkinje. • 0,12 a 0,20 segundos (120 a 200 ms).
Segmento ST	<ul style="list-style-type: none"> • Repolarización ventricular precoz. • Normalmente isoeléctrico (esto es: plano). • Desplazamiento (p. ej.: elevación, depresión) se mide en el punto J, lugar por donde se unen el complejo QRS y el segmento ST.

TABLA 1.4 Segmentos e intervalos – Continuación

Componente del ECG	Fisiología
Segmento TP	<ul style="list-style-type: none"> • Representa el periodo sin actividad eléctrica que se encuentra entre el final del ciclo PQRST y el inicio del próximo. • Normalmente isoelectrico. • Utilizado como punto de referencia para estimar la posición de la línea isoelectrica y determinar el desplazamiento del segmento ST. • Generalmente, no se reconoce en frecuencias cardiacas rápidas.
Intervalo QT	<ul style="list-style-type: none"> • Comienzo de la despolarización ventricular y finalización de la repolarización ventricular. • Varía con la edad, género y frecuencia cardiaca. • Se considera corto si es menor o igual a 0,39 segundos (390 ms); prolongado, si es igual o mayor de 0,46 segundos (460 ms) en mujeres, o igual o mayor de 0,45 segundos (450 ms) en hombres (Rautaharju, Surawicz y Gettes, 2009).

AV, Auriculoventricular; ECG, electrocardiograma.

EVALUACIÓN DE LA REGULARIDAD

Los intervalos R-R (de onda R a onda R) y P-P (de onda P a onda P) se usan para determinar la frecuencia y el ritmo cardiaco. Para evaluar la regularidad del ritmo ventricular en una tira de ritmo se mide el intervalo entre dos ondas R consecutivas. La distancia entre los intervalos R-R consecutivos debe medirse y compararse. Si el ritmo ventricular es regular, los intervalos R-R medirán lo mismo. Para evaluar la regularidad del ritmo auricular, se emplea el mismo procedimiento tomando en cuenta el intervalo entre dos ondas P consecutivas, se miden y comparan con los intervalos P-P sucesivos.

DETERMINACIÓN DE LA FRECUENCIA

Calcular la frecuencia cardiaca es importante, dado que su alteración afecta la capacidad del paciente de mantener una adecuada presión sanguínea y el gasto cardiaco. En general, la máquina del ECG de 12 derivaciones es muy precisa para calcular la frecuencia cardiaca. Este valor, además de los intervalos y duración, se registra en la impresión del ECG de 12 derivaciones.

Son múltiples los métodos que se pueden emplear con el fin de calcular la frecuencia cardiaca. Con el objeto de poner en práctica el método de los 6 segundos, cuente el número de los complejos QRS completos en un periodo de 6 segundos y multiplique ese número por 10 para obtener los complejos en un minuto. También puede determinar la frecuencia mediante el método de los recuadros grandes o *regla de 300*. Para ello, cuente el número de recuadros grandes que se halla en el intervalo R-R y divida entre 300. Con respecto al

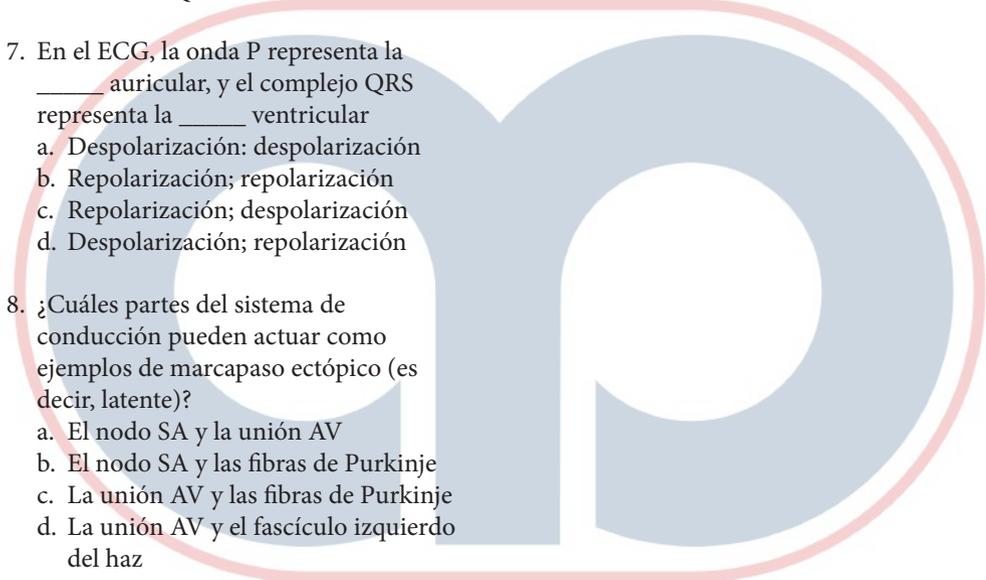
método de los recuadros pequeños, llamado *regla de 1.500*, cuente el número de recuadros pequeños que se encuentra en el intervalo R-R y divida entre 1.500.

REFERENCIAS

- Amsterdam, E. A., Wenger, N. K., Brindis, R. G., Casey Jr, D. E., Ganiats, T. G. Holmes Jr, D. R., et al. (2014). 2014 AHA/ACC guideline for the management of patients with non-ST-elevation acute coronary syndromes. *Journal of the American College of Cardiology*, 64 (24), 1–150.
- Anderson, J. L. (2016). ST segment elevation acute myocardial infarction and complications of myocardial infarction. In L. Goldman & A. I. Schafer (Eds.), *Goldman-Cecil medicine* (25th ed., pp. 441–456). Philadelphia, PA: Saunders.
- Lohr, N. L., & Benjamin, I. J. (2016). Structure and function of the normal heart and blood vessels. In I. J. Benjamin, R. C. Griggs, E. J. Wing, & J. G. Fitz (Eds.), *Andreoli and Carpenter's Cecil essentials of medicine* (9th ed., pp. 16–21). Philadelphia, PA: Saunders.
- Netter, F. H. (2014). Thorax study guide. In *Atlas of Human Anatomy* (6 ed., pp. e49–61). Philadelphia, PA: Saunders.
- Rautaharju, P. M., Surawicz, B., & Gettes, L. S. (2009). AHA/ACCF/HRS Recommendations for the standardization and interpretation of the electrocardiogram. Part IV: The ST segment, T and U waves, and the QT interval: A scientific statement from the American Heart Association Electrocardiography and Arrhythmias. *Journal of the American College of Cardiology*, 53 (11), 982–991.
- Zimetbaum, P. (2016). Cardiac arrhythmias with supraventricular origin. In L. Goldman & A. I. Schafer (Eds.), *Goldman's Cecil medicine*. (25th ed., pp. 356–366). Philadelphia, PA: Saunders.

AUTOEVALUACIÓN

- El corazón se divide en ____ cámaras, que funcionan como ____ bombas.
 - Dos; cuatro
 - Tres; dos
 - Cuatro; dos
 - Cuatro; tres
- El miocardio es más grueso en:
 - La aurícula derecha
 - El ventrículo derecho
 - La aurícula izquierda
 - El ventrículo izquierdo
- La válvula tricúspide se encuentra entre:
 - La aurícula derecha y el ventrículo derecho
 - La aurícula izquierda y ventrículo izquierdo
 - El ventrículo derecho y la arteria pulmonar
 - El ventrículo izquierdo y la aorta
- En la mayoría de los individuos, el nódulo SA y el haz de His están irrigados por una rama de la arteria coronaria ____
 - Derecha
 - Izquierda principal
 - Circunfleja
 - Descendente anterior izquierda
- En el sistema de conducción del corazón ____ recibe(n) el impulso eléctrico del haz de His y lo retransmite a las fibras de Purkinje en el miocardio ventricular.
 - El nodo AV
 - La unión AV
 - El nodo SA
 - Las ramas derecha e izquierda del haz
- La porción del trazado del ECG que se encuentra entre el complejo QRS y la onda T se denomina:
 - Segmento PR
 - Segmento ST
 - Segmento TP
 - Intervalo QT
- En el ECG, la onda P representa la ____ auricular, y el complejo QRS representa la ____ ventricular
 - Despolarización; despolarización
 - Repolarización; repolarización
 - Repolarización; despolarización
 - Despolarización; repolarización
- ¿Cuáles partes del sistema de conducción pueden actuar como ejemplos de marcapaso ectópico (es decir, latente)?
 - El nodo SA y la unión AV
 - El nodo SA y las fibras de Purkinje
 - La unión AV y las fibras de Purkinje
 - La unión AV y el fascículo izquierdo del haz



AMOLCA

RESPUESTAS

1. **C.** El corazón tiene cuatro cámaras: dos aurículas y dos ventrículos. El lado derecho y el lado izquierdo del corazón están separados por una pared interna de tejido conectivo llamada *septum*. El *septum* interventricular divide el corazón en dos bombas funcionales. La aurícula y el ventrículo derecho forman una bomba y la aurícula y el ventrículo izquierdo forman la otra.
2. **D.** El grosor del miocardio varía de una cámara cardíaca a otra. Esta variación en el grosor se relaciona con el grado de resistencia que el miocardio debe superar al bombear la sangre hacia las diferentes cámaras. Por ejemplo, el miocardio de la aurícula es delgado porque existe poca resistencia cuando bombea sangre a los ventrículos. En cambio, los ventrículos bombean sangre a los pulmones (ventrículo derecho) o al resto del cuerpo (ventrículo izquierdo), por lo tanto, el miocardio del ventrículo es mucho más grueso en comparación con el miocardio de la aurícula. Así mismo, la pared del ventrículo izquierdo es más gruesa que la del derecho debido a que el izquierdo bombea la sangre a la mayoría de los vasos del cuerpo. El ventrículo derecho expulsa la sangre solo a través de los vasos pulmonares y luego, a la aurícula izquierda.
3. **A.** La válvula tricúspide es la válvula auriculoventricular que se ubica entre la aurícula y el ventrículo derecho. Consiste de tres valvas o cúspides separadas.
4. **A.** El nodo SA recibe irrigación sanguínea de la arteria del nodo SA que discurre a lo largo del centro del nodo. La arteria del nodo SA se origina de la arteria coronaria derecha en aproximadamente el 60% de las personas. El haz de His está irrigado por la arteria coronaria derecha en el 85%-90% de la población. En el resto, la irrigación sanguínea proviene de la arteria circunfleja.
5. **D.** La rama derecha del haz de His inerva el ventrículo derecho. La rama izquierda del haz de His transmite el impulso eléctrico al *septum* interventricular y el ventrículo izquierdo.
6. **B.** El segmento ST es la porción del trazado del ECG que se encuentra entre el complejo QRS y la onda T.
7. **A.** En el ECG, la onda P representa la despolarización auricular, y el complejo QRS la despolarización ventricular.
8. **C.** Los sitios de marcapaso ectópico comprenden las células que forman la unión AV y las fibras de Purkinje, aunque su ritmo intrínseco es más lento en comparación con el nodo SA. Si bien es cierto que en condiciones normales el marcapaso ectópico no comanda por la dominancia rápida de las células marcapasos del nodo SA, el sitio ectópico asume la responsabilidad de marcapaso en los siguientes casos: (1) el nodo sinusal dispara muy lentamente debido a estimulación vagal o supresión medicamentosa; (2) el nodo SA fracasa al generar el impulso por enfermedad o supresión medicamentosa; (3) existe bloqueo del potencial de acción del nodo SA debido a patologías en las vías de conducción; o (4) el ritmo del sitio ectópico es más rápido que el del nodo SA.