



PLANOS CARDÍACOS Y SEGMENTACIÓN DEL VENTRÍCULO IZQUIERDO EN RESONANCIA MAGNÉTICA

Cardiac Imaging Planes and Myocardial Segmentation in Magnetic Resonance Imaging

Felipe Aluja Jaramillo¹
Fabián Mauricio Heredia Sánchez²



Palabras clave (DeCS)

Imagen por resonancia magnética
Anatomía

Key words (MeSH)

Magnetic resonance imaging
Anatomy

Resumen

La resonancia magnética de corazón es un método efectivo y no invasivo de imagen del corazón. Dados los actuales avances en este método de imagen se requiere mayor conocimiento de los planos cardiacos utilizados para la valoración específica de las diferentes estructuras cardiacas, así como un acuerdo respecto a la nomenclatura y organización de los diferentes segmentos cardiacos, para facilitar la comunicación entre los diferentes métodos de imagen (ecocardiografía, resonancia magnética, tomografía computarizada, tomografía computarizada con emisión de positrones y angiografía coronaria).

Summary

Cardiac magnetic resonance imaging is an effective and non-invasive imaging method to evaluate the heart. The current advances in this imaging method require greater knowledge of cardiac planes used for the specific assessment of the different cardiac structures, as well as an agreement on the nomenclature and organization of the different cardiac segments in order to ease communication between different imaging methods (echocardiography, magnetic resonance imaging, computed tomography, computerized tomography emission tomography and coronary angiography).

Introducción

La resonancia magnética (RM) de corazón es un método efectivo y no invasivo de imagen del corazón (1-3). Hasta hace unos años era una tecnología limitada por factores técnicos como el movimiento cardiaco y por factores sociales como su disponibilidad (1).

Dado el progreso de este método de imagen (4-6), especialmente en la valoración de la morfología y de la función cardiaca (1,2,5), así como a su amplia aceptación (6), se ha requerido del conocimiento de los planos cardiacos *proprios*. La (RM) provee una información más completa del corazón (2), ya sea en los tres planos convencionales (axial, coronal y sagital) (5,7) o en los planos cardiacos *proprios* u oblicuos (eje corto, cuatro cámaras, eje vertical largo y eje horizontal largo) (5,8).

Estas proyecciones proveen una mejor valoración de las paredes y septos auricular y ventricular, permite valorar mejor las cámaras cardiacas, así como discriminar las arterias que se originan del arco aórtico (7).

Las ventajas de la RM de corazón están basadas en las diferentes intensidades de señal de sus estructuras, como músculo, grasa, sangre y el parénquima pulmonar (7). En las aplicaciones clínicas se incluye la valoración de la anatomía del corazón, la anatomía cardiaca, la enfermedad isquémica y la perfusión miocárdica, el movimiento de la pared miocárdica, la valoración de las arterias coronarias y de las características metabólicas del tejido, entre otros (2,3,9,10). Actualmente tiene un importante papel en la valoración de las anomalías cardiacas congénitas y en la de las anomalías de la aorta (3,10).



¹Residente de Radiología e Imágenes Diagnósticas. Fundación Universitaria Sanitas. Bogotá, Colombia.

²Médico Radiólogo. Departamento de Radiología, Clínica Universitaria Colombia. Docente adscrito, Fundación Universitaria Sanitas. Candidato a Especialización de Epidemiología, Universidad del Rosario. Bogotá, Colombia.

La mayoría de los reemplazos valvulares cardiacos, así como los *stent* de las arterias coronarias, son evaluables en forma segura con RM; sin embargo, estos pueden generar ciertas lecturas incorrectas (10-12).

Los diferentes métodos de imagen del corazón (ecocardiografía, resonancia magnética [RM], tomografía computarizada [TC]), tomografía computarizada con emisión de positrones [PET] y la angiografía coronaria) han requerido la estandarización de la nomenclatura para optimizar y facilitar la comunicación entre las diferentes modalidades de imagen (8). Cerqueira y colaboradores (8) publicaron un artículo sobre las recomendaciones para tener en cuenta en las diferentes modalidades de imagen cardiovascular, en cuanto a la orientación del corazón, el nombre que se le debe dar a cada uno de los planos cardiacos, el número de segmentos, la selección y el grosor de las imágenes, la numeración y localización de cada uno de los segmentos y la asignación de los territorios de las arterias coronarias en cada uno de ellos. Estas recomendaciones, así como los planos cardiacos que estandarizan la nomenclatura, se revisan a continuación.

Planos cardiacos

Orientación del corazón y planos ortogonales cardiacos

Las imágenes convencionales de TC y RM orientan las imágenes en el denominado plano ortogonal, donde se unen imágenes paralelas o imágenes a 90° respecto al eje largo del corazón, disminuyendo la valoración de los ventrículos, aurículas y del miocardio irrigados por las arterias coronarias de mayor calibre (8). Por esta razón se recomienda que todas las imágenes cardiacas sean obtenidas, orientadas y mostradas usando como eje largo el ventrículo izquierdo y orientando los demás planos cardiacos a 90° con respecto a este eje (8).

Sin embargo, los planos ortogonales siguen siendo utilizados con el fin de evaluar las relaciones anatómicas, la relación de las cámaras cardiacas y vasos mediastinales, valorar y determinar enfermedades del pericardio y caracterizar y determinar la extensión de las masas cardiacas primarias y metastásicas (13).

En el plano ortogonal axial se debe incluir desde la base del corazón hasta el diafragma, pues su principal utilidad se presenta en el análisis de la morfología de las cámaras cardiacas, las relaciones entre ellas y la estructura del pericardio (figura 1) (13).

En el plano coronal se evalúa el tracto de salida del ventrículo izquierdo, la aurícula izquierda y las venas y arterias pulmonares (figura 2) (13).

El plano sagital sirve para valorar las conexiones entre los ventrículos y grandes vasos, así como el tracto de salida del ventrículo derecho. Hay una modificación a este plano denominado plano sagital oblicuo cuyo principal objetivo es la valoración de la aorta torácica (13).

Nomenclatura de los planos cardiacos

Los planos cardiacos deben nombrarse según la orientación a 90° de cada uno, con base en el eje largo del ventrículo izquierdo; se denominan eje corto, eje vertical largo, eje horizontal largo y eje de cuatro cámaras (8):

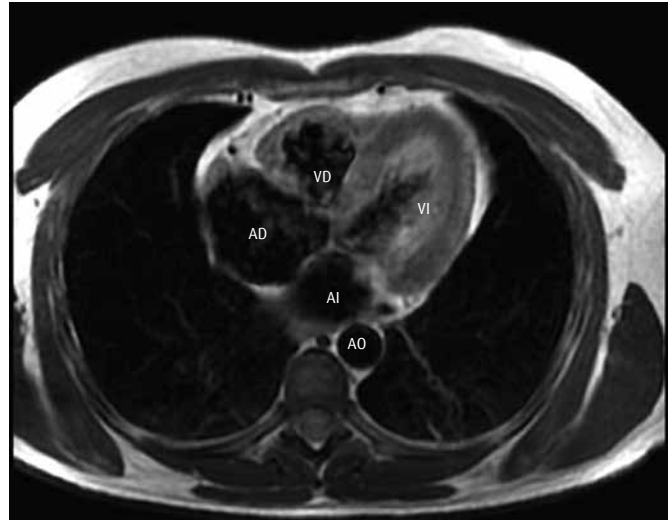


Figura 1. RM en secuencia con información T2. El plano ortogonal axial es útil para valorar las cámaras cardiacas, las relaciones entre ellas y la estructura del pericardio. Ventrículo izquierdo (VI), aurícula izquierda (AI), ventrículo derecho (VD), aurícula derecha (AD) y aorta (AO).



Figura 2. RM en secuencia con información T2. El plano ortogonal coronal es útil para valorar el tracto de salida del ventrículo izquierdo (VI), aurícula izquierda (AI), venas y arterias pulmonares (AP).

• Eje corto

En este plano el ventrículo se ve de frente, perpendicular a su eje largo (figura 3 a y b) (13). Se obtiene en perpendicular al eje largo del corazón, incluyendo desde la base hasta el ápex lo que permite evaluar el miocardio en todas sus porciones (basal, media y apical), el tamaño del ventrículo izquierdo, cuantificar la función cardiaca y valorar la contractibilidad del ventrículo (13,14).

• Eje largo vertical

Este eje se conoce como el eje de “dos cámaras” (figura 4 a, b y c) (13). Es un plano paralelo al plano sagital orientado a lo largo del eje del corazón y de la luz del ventrículo izquierdo (14), sin embargo, puede ser utilizado de igual manera en el ventrículo derecho. Puede adquirirse en dos direcciones dependiendo de si se pretende analizar el ventrículo izquierdo con su tracto de entrada (aurícula izquierda-ventrículo izquierdo) o con su tracto de salida (13).

Para obtener el plano en ventrículo izquierdo con su tracto de entrada, se debe tomar sobre un eje largo del corazón, una imagen coronal que pasa desde el ápex del ventrículo izquierdo y por un punto medio en la válvula mitral, lo que permite la valoración de la aurícula izquierda, la válvula mitral y la pared superior, anterior e inferior del ventrículo izquierdo (13).

Si se busca el plano en ventrículo izquierdo con su tracto de salida, se debe tomar, sobre un eje largo del corazón, una imagen coronal que pasa desde el ápex del ventrículo izquierdo y por un punto medio de la válvula mitral, permitiendo la valoración del ventrículo izquierdo, la válvula aórtica y la aorta ascendente (13).

Este eje largo vertical también puede hacerse para valorar las cavidades derechas. A partir de un eje largo del corazón se obtiene una imagen coronal que pasa desde el ápex del ventrículo derecho y por un punto medio en la válvula tricúspide (13).

• Eje largo horizontal

Conocido como “tres cámaras”. Se extiende desde la punta del ventrículo izquierdo hasta el punto medio de la válvula aórtica (figura 5 a y b) (13). Es útil para la valoración de la aurícula izquierda, de la válvula mitral, del tracto de entrada del ventrículo izquierdo, de las paredes del ventrículo izquierdo, específicamente a septal, lateral y apical, el tracto de salida del ventrículo izquierdo, la raíz aórtica y la porción proximal de la aorta torácica (13,14). Optimiza la valoración de la aurícula izquierda, de ventrículo izquierdo, de la raíz aórtica, de la válvula mitral y de la válvula aórtica (14).

En este eje pueden verse los músculos papilares posteromediales originándose desde la pared lateral (pared libre) del ventrículo izquierdo (14).

• Eje de cuatro cámaras

Es un plano horizontal que biseca las cuatro cámaras cardiacas lo que permite la valoración del tamaño de cada una de las cámaras y de la posición valvular (figura 6 a y b) (14). Así mismo, permite la valoración de las válvulas mitral y tricúspide de manera simultánea (13). Las paredes septal, apical y lateral pueden ser valoradas al mismo tiempo, teniendo en cuenta que la medida normal de la pared lateral del ventrículo izquierdo es de 1 a 2 mm (14).

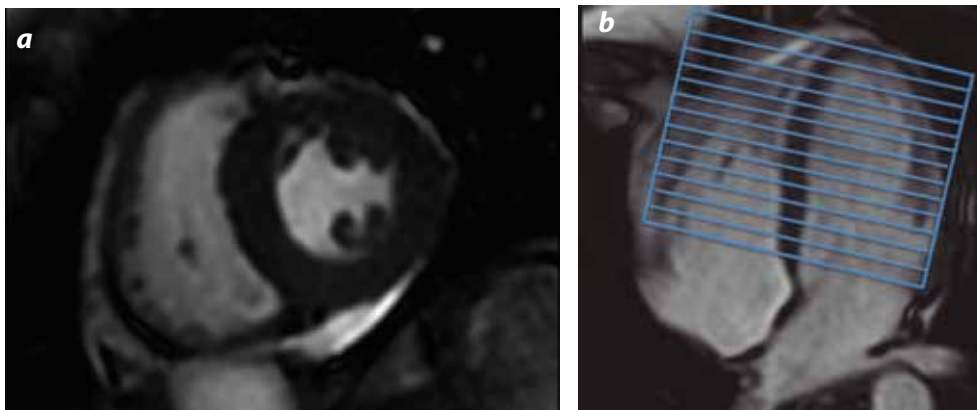


Figura 3. RM en secuencias potenciadas en T2. a) Eje corto cardiaco en el que se alcanza a apreciar la porción media del miocardio. b) Eje de cuatro cámaras en el cual se ejemplifica la toma de imágenes perpendiculares al eje del ventrículo izquierdo.

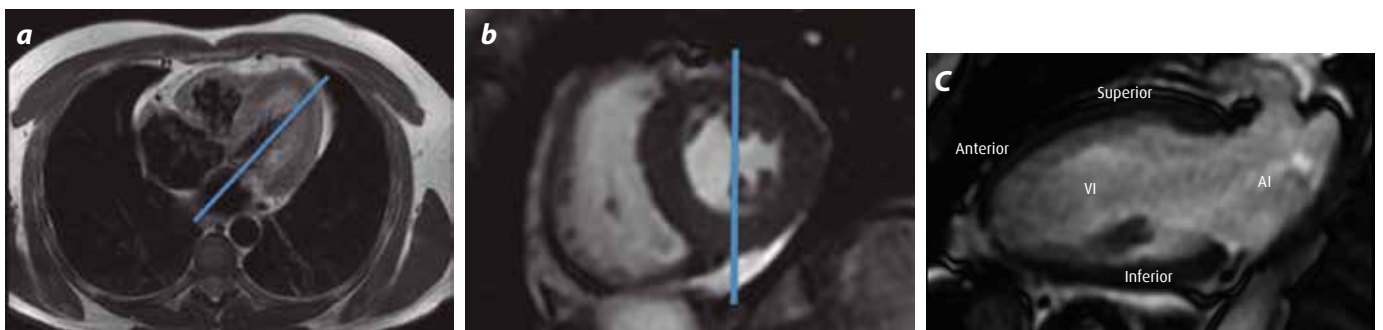


Figura 4. RM en secuencia potenciada en T2. a) Plano ortogonal axial a través del cual se adquiere el eje largo vertical. b) Eje corto cardiaco a través del cual se ejemplifica la manera de adquirir el eje largo vertical. c) Eje largo vertical de ventrículo izquierdo (VI) y aurícula izquierda (AI), en los que además, se aprecia la pared superior, anterior e inferior del ventrículo izquierdo.

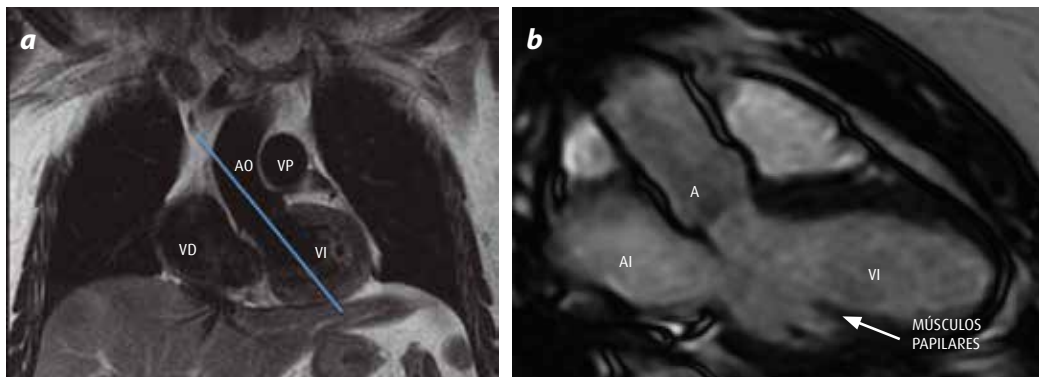


Figura 5. RM en secuencia potenciada en T2. a) Plano ortogonal coronal ejemplificando la adquisición del eje horizontal largo. b) Eje largo horizontal donde se aprecia el ventrículo izquierdo (VI), la aurícula izquierda (AI) y el tracto de salida de la aorta (A). Además se aprecia el origen de los músculos papilares.

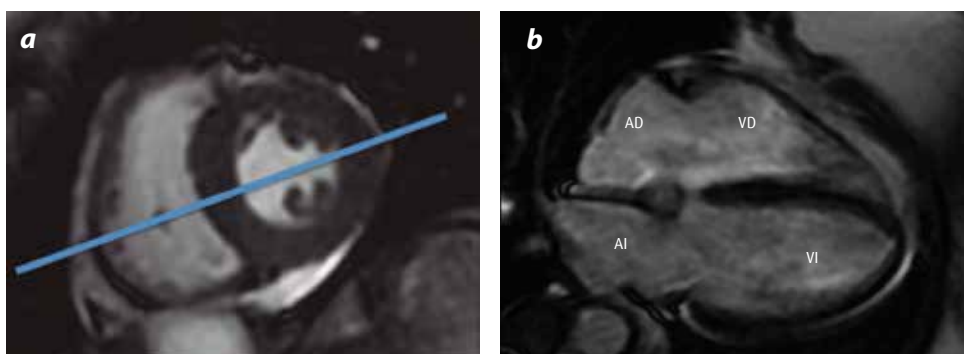


Figura 6. RM en secuencia potenciada en T2. a) Eje corto cardiaco a partir del cual se esquematiza la forma de adquirir el eje de cuatro cámaras. b) Eje de cuatro cámaras en el cual se identifican la aurícula izquierda (AI), el ventrículo izquierdo (VI), la aurícula derecha (AD) y el ventrículo derecho (VD), cavidades de tamaño usual.

Segmentos cardiacos

Número de segmentos cardiacos

Los estudios de anatomopatología han mostrado datos precisos sobre la masa y el tamaño del miocardio, los cuales son la base de la división del corazón (8,15). En el estudio realizado por Edwards y colaboradores (15) se dividió el miocardio en tres tercios: el apical, el medio y el basal, con una proporción de masa miocárdica por cada uno de ellos del 21 %, 36 % y 42 %, respectivamente.

El *modelo de 17 segmentos* provee el mejor acuerdo, según los datos anatómicos, para los diferentes tipos de imagen, y consiste en dividir la cavidad cardiaca, según la masa de cada uno de los tercios, haciendo que sea lo más similar a los hallazgos anatomopatológicos, con una distribución de los porcentajes en 30 %, 35 % y 35 %, respectivamente (8).

Selección y grosor de los cortes

El miocardio divide en tres tercios iguales, perpendiculares al eje largo del corazón (8). Esto genera tres cortes del ventrículo izquierdo, uno basal (figura 7), uno medio (figura 8) y uno apical (figuras 9 y 10) (8,16).

El segmento basal se extiende desde el anillo valvular mitral hasta el borde superior de los músculos papilares (figura 7), el segmento medio incluye la longitud de los músculos papilares (figura 8) y el segmento apical va desde el borde inferior de los músculos papilares hasta el final de la cavidad (figura 9) (8,16). El ápex verdadero es un área de miocardio más allá del final de la cavidad ventricular (figura 10) (8,16).

Se deben obtener tres cortes representativos, uno en cada uno de los segmentos, todos menores de 1 cm y mayores de 3 mm (8).

Nomenclatura y localización de los segmentos

Los segmentos cardiacos deben ser nombrados y localizados según los ejes largo y corto del ventrículo izquierdo (figura 11) (8).

Los segmentos de los cortes basal y medio se dividen en seis, cada uno de ellos de 60° (8,16). El número uno inicia en la parte anterior de la pared ventricular y continúa en contra de las manecillas del reloj. A partir de ahí, los segmentos se nombran: anterior, anteroseptal, inferoseptal, inferior, inferolateral y anterolateral, y se especifica si hacen parte del corte basal o medio según el sitio que se esté evaluando (figuras 12 y 13) (8,16).

En la parte apical se encuentran cuatro segmentos que se nombran: anterior, septal, inferior y lateral; se usa el término *apical* para especificar el sitio que se está evaluando (figura 14) (8,16). El ápex verdadero se incluye como un segmento aparte (segmento 17) (8,16,17).

Asignación de las arterias coronarias a los segmentos cardiacos

Aunque hay una gran variabilidad en la irrigación de los diferentes segmentos cardiacos, se ha hecho una aproximación de los territorios vasculares bañados por cada una de las arterias coronarias (8,18). Esta variabilidad es mayor en el ápex (segmento 17), el cual puede ser irrigado por cualquiera de las tres arterias coronarias (8).

Los segmentos 1, 2, 7, 8, 13, 14 y 17 son irrigados por la arteria descendente anterior izquierda, los segmentos 3, 4, 9, 10 y 15 son irrigados por la arteria coronaria derecha, y los segmentos 5, 6, 11, 12 y 16 son irrigados por la arteria circunfleja izquierda (8,16,19,20).

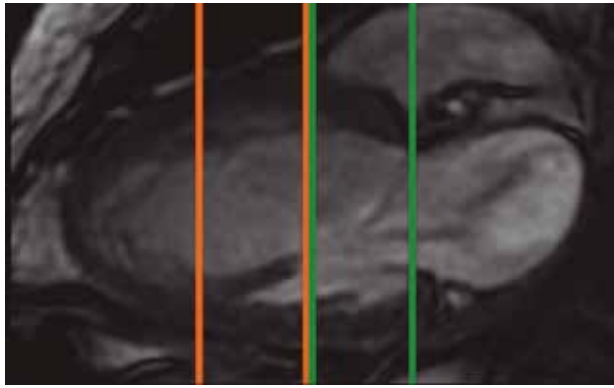


Figura 7. RM en secuencia potenciada en T2. Se visualiza el segmento basal y medio del ventrículo izquierdo (VI) desde el anillo valvular hasta el borde superior de los músculos papilares (MP).

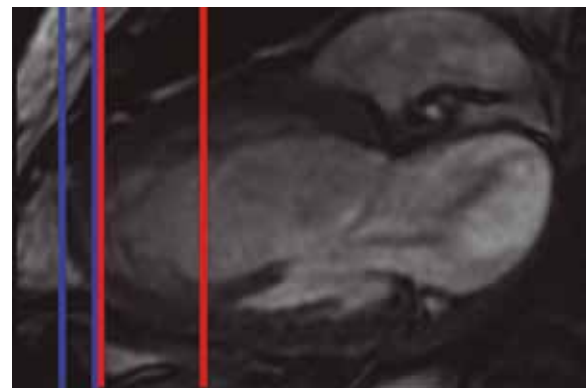


Figura 8. RM en secuencia potenciada en T2. Se visualiza el segmento apical y el ápice verdadero del ventrículo izquierdo (VI) desde el borde inferior de los músculos papilares (MP) hasta el final de la cavidad ventricular.

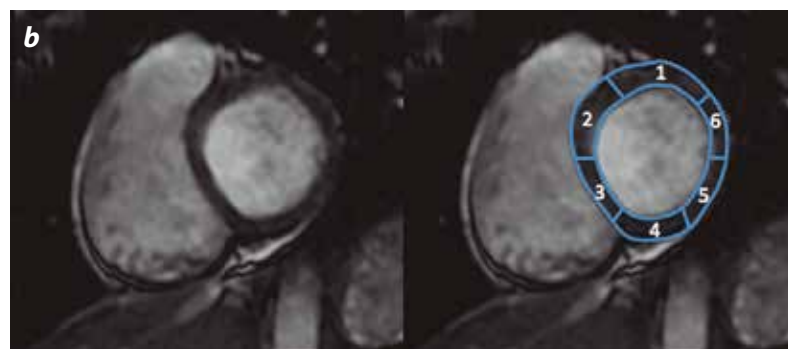
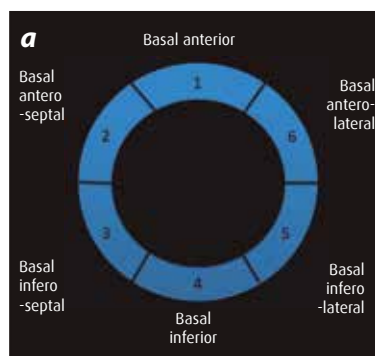


Figura 9. a) Esquema de la nomenclatura y localización de los segmentos cardiacos basales. b) RM en secuencias potenciada en T2, eje corto. Se aprecia la nomenclatura y localización de los segmentos cardiacos basales.

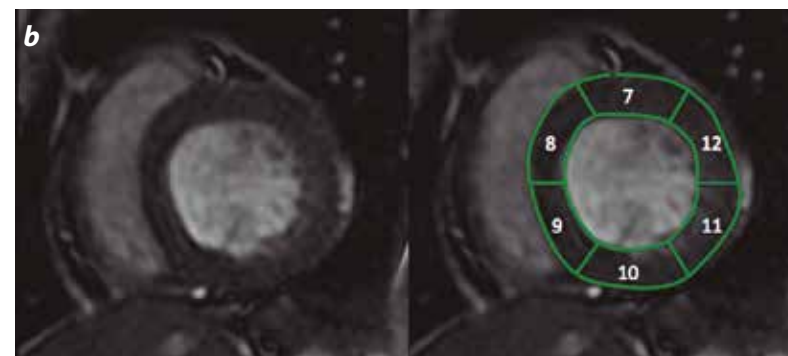
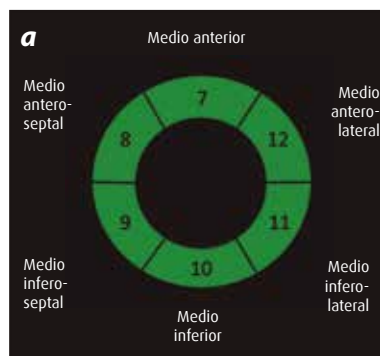


Figura 10. a) Esquema de la nomenclatura y localización de los segmentos cardiacos medios. b) RM en secuencias potenciadas en T2, eje corto. Se aprecia la nomenclatura y numeración de los segmentos cardiacos medios.

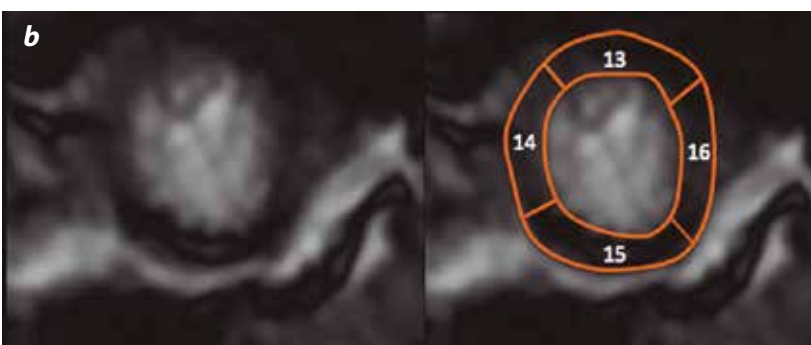
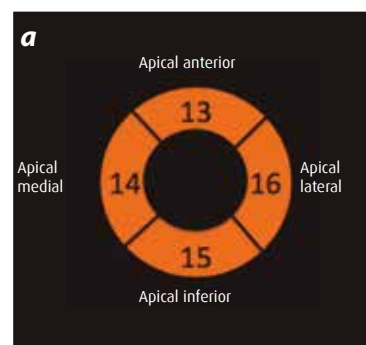


Figura 11. a) Esquema de la nomenclatura y localización de los segmentos cardiacos apicales. b) RM en secuencia potenciada en T2, eje corto. Se aprecia la nomenclatura y localización de los segmentos cardiacos apicales.

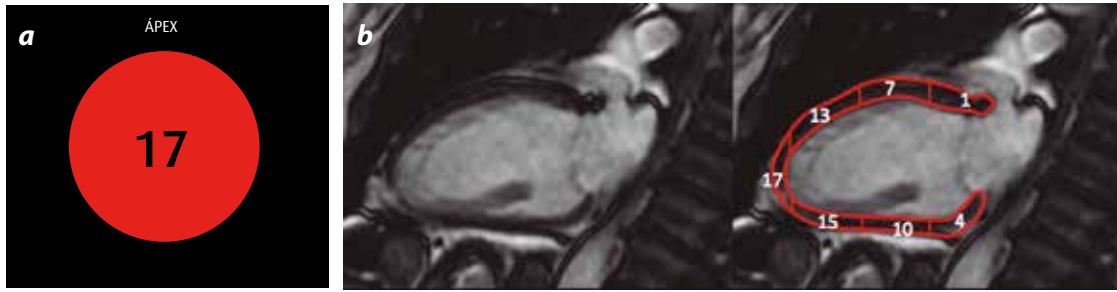


Figura 12. a) Esquema de la nomenclatura y localización del ápex verdadero. b) RM en secuencias potenciadas en T2, eje horizontal largo. Se aprecia la nomenclatura y localización de los segmentos cardiacos de las paredes superior, anterior e inferior del ventrículo izquierdo.

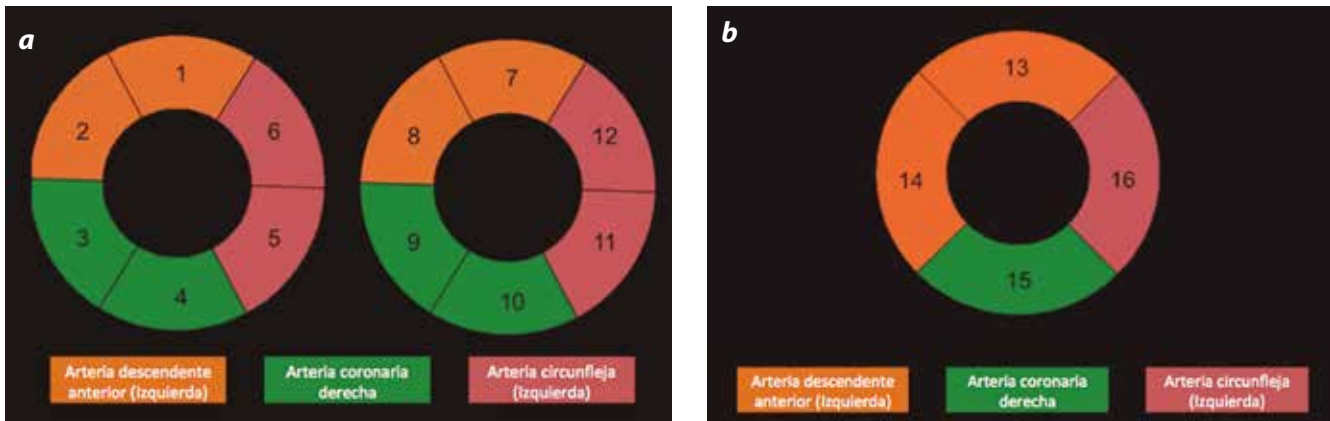


Figura 13. a) Esquema de la irrigación de los segmentos cardiacos basales y medios. Los segmentos 1, 2, 7 y 8 son irrigados por la arteria descendente anterior; los segmentos 3, 4, 9 y 10, por la arteria coronaria derecha y los segmentos 5, 6, 11 y 12, por la arteria circunfleja. b) Esquema de la irrigación de los segmentos apicales. Los segmentos 13 y 14 son irrigados por la arteria descendente anterior, el segmento 15 por la arteria coronaria derecha y el segmento 16 por la arteria circunfleja.

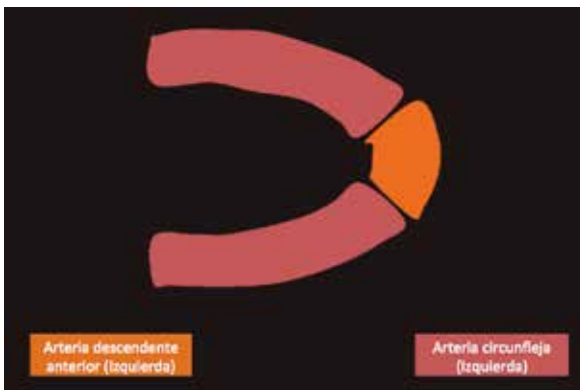


Figura 14. Esquema de la irrigación de las paredes superior, anterior e inferior del ventrículo izquierdo.

Conclusiones

La RM de corazón debe incluir los planos ortogonales y los planos cardiacos para realizar una valoración completa de la estructura y la función cardiaca en todos los pacientes. Es necesario conocer y entender los diferentes planos utilizados y seguir las recomendaciones de nomenclatura de los diferentes segmentos cardiacos, para unificar conceptos en los diferentes métodos de imagen cardiaca y hacer una descripción más acertada acerca de la anatomía del corazón, la localización e irrigación de las diferentes lesiones que puedan presentarse en el miocardio.

Referencias

1. Castillo E, Bluemke DA. Cardiac MR imaging. *Radiol Clin N Am.* 2003;41:17-28.
2. Dembo LG, Shifrin RY, Wolff SD. MR imaging in ischemic heart disease. *Radiol Clin N Am.* 2004;42:651-73.
3. Fathala AL. Cardiac magnetic resonance imaging. A teaching atlas with emphasizing current clinical indications. *J Saudi Heart Association.* 2011;23:255-66.
4. Restrepo CS, Tavokoli S, Mármol-Vélez A. Contrast-Enhanced cardiac magnetic resonance imaging. *Magn Reson Imaging Clin N Am.* 2012;20:739-60.
5. Karamitsos T, Neubauer S. Cardiovascular magnetic resonance imaging. *Medicine.* 2014;42:461-7.
6. Nael K, Fenchel M, Saleh R, et al. Cardiac MR imaging. *New Advances and Role of 3T. Magn Reson Imaging Clin N Am.* 2007;15:291-300.
7. Rholl KS, Levitt RG, Glazer HS, et al. Oblique magnetic resonance imaging of the cardiovascular system. *Radiographics.* 1986;6:177-88.
8. Cerqueira MD, Weissman NJ, Dilsizian V, et al. Standardized myocardial segmentation and nomenclature for tomographic imaging of the heart. *Circulation* 2002;105:539-42.

9. Boxerman JL, Mosher TJ, McVeigh ER, et al. Advanced MR imaging technique for evaluation of the heart and great vessels. *Radiographics*. 1998;18:543-64.
10. Heatlie GJ, Pointon K. Cardiac magnetic resonance imaging. *Postgrad Med J*. 2004;80:19-22.
11. Giroletti E, Corbucci G. Cardiac Magnetic Resonance Imaging patient safety conditions. *Physica medica*. 2005;21:5-13.
12. Martin ET, Coman JA, Shellock FG, et al. Magnetic Resonance imaging and cardiac pacemaker safety at 1.5-Tesla. *JACC*. 2004;43:1315-24.
13. Rodríguez-García E, Soler-Fernández R. Estudio cardíaco con RM: morfología y función. En: *Imagen cardiovascular avanzada: RM y TC*. Madrid: Editorial Panamericana; 2004. p. 11-27.
14. O'Brien JP, Srichai MB, Hecht EM, et al. Anatomy of the heart at multidetector CT. What the radiologist needs to know. *Radiographics* 2007;27:1569-82.
15. Edwards WD, Tajik AJ, Seward JB. Standardized nomenclature and anatomic basis for regional tomographic analysis of the heart. *Mayo Clin Proc*. 1981;56:479-97.
16. Medrano GA, Aranda A, Meléndez G, et al. Acerca de la denominación actual de infartos miocárdicos. *Arch Cardiol Mex*. 2010;80:126-32.
17. Bastarrika-Alemán G, Alonso-Burgos A, Azcárate-Agüero PM, et al. Anatomía normal, variantes anatómicas y anomalías del origen y trayecto de las arterias coronarias por tomografía computarizada multicorte. *Radiología*. 2008;50:197-206.
18. Gallik DM, Obermueller SD, Swarna US, et al. Simultaneous assessment of myocardial perfusion and left ventricular function during transient coronary occlusion. *J Am Coll Cardiol*. 1995;25:1529-38.
19. Pereztol-Valdés O, Candell-Riera J, Santana-Boado C, et al. Correspondence between left ventricular 17 myocardial segments and coronary arteries. *Eur Heart J*. 2005;26:2637-43.
20. Ortiz-Pérez JT, Rodríguez J, Meyers SN, et al. Correspondence between the 17 segment model and coronary arterial anatomy contrast-enhanced cardiac magnetic resonance imaging. *JACC*. 2008;3:282-93.

Correspondencia

Felipe Aluja Jaramillo
Carrera 7 # 173-64
Bogotá, Colombia
macario171@gmail.com

Recibido para evaluación: 22 de enero de 2015

Aceptado para publicación: 27 de febrero de 2015