

Resonancia magnética cardíaca de las cardiopatías congénitas en el adulto

G. Bastarrika Alemañ^a, J.J. Gavira Gómez^b, B. Zudaire Díaz-Tejeiro^a, S. Castaño Rodríguez^b, C. Romero Ibarra^c
y J.D. Sáenz de Buruaga^b

^aServicio de Radiología. Clínica Universitaria. Universidad de Navarra. Pamplona. España.

^bDepartamento de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. Clínica Universitaria. Universidad de Navarra. Pamplona. España.

^cServicio de Cardiología Pediátrica. Hospital Virgen del Camino. Pamplona. España.

Cardiac magnetic resonance imaging of congenital heart defects in adults

El estudio de las cardiopatías congénitas (CC) constituye una de las indicaciones clínicas más establecidas de la resonancia magnética (RM) cardíaca. Existen distintas secuencias que permiten realizar el diagnóstico, planificar el tratamiento y controlar evolutivamente estas enfermedades: secuencias anatómicas, funcionales, secuencias de flujo (contraste de fase) y angiografía 3D. La RM permite valorar en la misma exploración la anatomía, la función y las alteraciones del flujo de estas cardiopatías. Mediante angiografía 3D es posible conocer la anatomía de los grandes vasos y las anomalías asociadas a cardiopatías congénitas en los adultos. En este trabajo se describe un protocolo de estudio y se exponen ejemplos con RM de las CC más frecuentes en el adulto: comunicación interauricular, comunicación interventricular, canal auriculoventricular, tetralogía de Fallot, transposición de las grandes arterias, transposición corregida de las grandes arterias de forma congénita, válvula aórtica bicuspidé, estenosis subaórtica, coartación aórtica y anomalía de Ebstein.

Palabras clave: cardiopatías congénitas, resonancia magnética, adultos.

The study of congenital cardiopathies (CC) is one of the most clearly established indications of cardiac magnetic resonance imaging (CMRI). Different sequences, including anatomic, functional, flow (phase contrast), and 3D angiographic sequences, enable the diagnosis, treatment planning, and follow-up of these conditions. CMRI allows the anatomy, function, and alterations of flow in these cardiopathies to be evaluated in a single examination. Three-dimensional MR angiography enables the study of the great vessels and the anomalies associated to congenital heart defects in adults. This article describes an examination protocol and provides examples of MR images of the most common CC in adults: atrial septal defect, interventricular communication, atrioventricular canal, tetralogy of Fallot, transposition of the great arteries, congenitally corrected transposition of the great arteries, bicuspid aortic valve, subaortic stenosis, aortic coarctation, and Ebstein's anomaly.

Key words: congenital cardiopathies, magnetic resonance, adults.

INTRODUCCIÓN

Las cardiopatías congénitas (CC) son enfermedades frecuentes, con una incidencia variable de 4 a 50 casos por cada 1.000 recién nacidos vivos, de los cuales 6 presentan una forma moderada o severa¹. Se estima que la incidencia de las CC en España es de 8 casos por cada 1.000 recién nacidos vivos, y en Navarra de 8,96². Hasta un 85% de los niños con CC sobreviven hasta la edad adulta³, momento en el que con frecuencia presentan residuos, secuelas y complicaciones⁴.

El diagnóstico correcto y precoz de la CC permite realizar un tratamiento médico y/o quirúrgico adecuado y aumentar la supervivencia de estos pacientes. La ecocardiografía transtorácica es la técnica de imagen de primera elección para el diagnóstico y control evolutivo de las CC, sobre todo en la edad pediátrica. Sin embargo, en los adultos la ecocardiografía transtorácica tiene limitaciones, debidas, entre otros factores, a limitaciones de la

ventana acústica por la constitución del paciente, enfermedades pulmonares concomitantes o cirugías previas, que dificultan una correcta valoración.

La resonancia magnética (RM) es una exploración idónea para estudiar la patología cardíaca y vascular y constituye una técnica complementaria a la ecocardiografía cuando ésta no es concluyente en el estudio de las CC. El diagnóstico y control evolutivo de las CC constituyen una de las indicaciones más aceptadas de la RM⁵.

En este trabajo se revisa la utilidad de la RM para el diagnóstico y control evolutivo de las CC en el adulto. Se describe un protocolo de estudio y se exponen ejemplos por RM de las CC más frecuentes en el adulto: comunicación interauricular, comunicación interventricular, canal auriculoventricular, tetralogía de Fallot, transposición total de las grandes arterias, transposición de las grandes arterias corregida de forma congénita, válvula aórtica bicuspidé, estenosis subaórtica, coartación aórtica y anomalía de Ebstein⁶. También se muestran las características por RM de los cambios postquirúrgicos.

PROTOCOLO DE ESTUDIO

La valoración global por RM de las CC en el adulto incluye secuencias anatómicas, funcionales, de flujo y angiografía 3D.

Correspondencia:

GORKA BASTARRIKA. Servicio de Radiología. Clínica Universitaria. Universidad de Navarra. Avda. Pío XII, 36. 31008 Pamplona. Navarra. España. bastarrika@unav.es

Recibido: 21-VIII-06

Aceptado: 20-II-07

TABLA 1
PROTOCOLO DE RESONANCIA MAGNÉTICA PARA CARDIOPATÍAS CONGÉNITAS EN EL ADULTO

Secuencia	Estudio	Plano de adquisición	Utilidad clínica
HASTE	Anatomía	Transverso Coronal Sagital	Valoración global del tórax Análisis segmentario
SSFP	Función	Cuatro cámaras Eje largo VI Eje corto Tracto de salida VI Tracto de salida VD	Valoración y cuantificación de la función cardíaca
SSFP	Función	Anomalía de interés (al menos dos planos). Según cardiopatía	Relaciones ventriculoarteriales Correcciones quirúrgicas Válvulas Estenosis
TSE	Anatomía	Anomalía de interés. Según cardiopatía	Mostrar la anatomía concreta de la cardiopatía Realizar mediciones (grosor miocárdico, cuantificación de estenosis, etc.)
PC	Flujo	En el plano de la dirección del flujo (<i>in-plane</i>) En un plano perpendicular al flujo (<i>through-plane</i>)	Visualización del flujo Estimación de la magnitud de los cortocircuitos Cuantificación de estenosis/insuficiencia Cuantificación de la relación del flujo pulmonar con respecto al flujo sistémico (Qp/Qs)
FLASH-3D	Angiografía	Oblicuo-sagital para la aorta Coronal para las arterias pulmonares	Relación corazón/grandes vasos Anatomía vascular Drenaje venoso Cambios postquirúrgicos

FLASH: fast low angle shot; HASTE: half-Fourier acquisition single-shot turbo spin-echo; PC: phase contrast (contraste de fase); SSFP: steady state free precession; TSE: turbo spin echo; VD: ventrículo derecho; VI: ventrículo izquierdo.

En la tabla 1 se propone un protocolo de estudio. Las secuencias anatómicas permiten conocer la anatomía exacta de la CC estudiada y realizar el análisis segmentario (identificación de aurículas y ventrículos, conexiones auriculoventriculares y ventriculoarteriales y relación de los grandes vasos). Las secuencias eco de gradiente (*fast imaging with steady-state precession – SSFP*; denominadas según la casa comercial TrueFISP [Siemens], B-TGE [Philips] o FIESTA [GE]) se utilizan para estudiar la función y la masa cardíaca. La RM es la técnica más exacta y reproducible para este propósito, parámetros especialmente relevantes para controlar la evolución de las CC⁷⁻⁹. Las secuencias de codificación de fase son de gran utilidad para el seguimiento postquirúrgico de las CC, ya que permiten analizar el flujo, cuantificar su velocidad, determinar el volumen sanguíneo y así diagnosticar y cuantificar cortocircuitos (*shunts*), estenosis y anomalías valvulares¹⁰⁻¹². Las secuencias de angio-RM 3D permiten estudiar la morfología arterial y venosa con mayor precisión que las secuencias espín-eco o las SSFP y detectar anomalías como la estenosis de las arterias pulmonares, mejorando la valoración de determinadas CC (como la coartación de aorta) y demostrando los drenajes venosos. Las técnicas de postprocesado como la reconstrucción multiplana (multiplanar reconstruction [MPR]), la proyección de máxima intensidad (maximum intensity projection [MIP]) y la interpretación de volumen (volume rendering [VR] y superficie sombreada [SSD]) son de gran utilidad para conocer las relaciones anatómicas del corazón y los grandes vasos y estudiar la patología vascular en cualquier plano¹³.

CARDIOPATÍAS CONGÉNITAS

Comunicación interauricular

La comunicación interauricular (CIA) es una de las cardiopatías más frecuentes que llega a la edad adulta sin ser detectada. La CIA supone del 7 al 11% de todas las CC y el 30% de las CC en el adulto¹⁴. La importancia y gravedad clínica del cortocircui-

to (*shunt*) dependen del tamaño del defecto y de factores que limiten la distensibilidad ventricular o aumenten la presión auricular. Existen cuatro tipos de CIA: *ostium primum* (15%), *ostium secundum* (75%), seno venoso (5-10%) y seno coronario (1%). La CIA tipo *ostium primum* generalmente se incluye en el complejo del canal auriculoventricular⁶. La CIA tipo *ostium secundum* se puede producir por exceso de reabsorción del *septum primum* o por crecimiento insuficiente del *septum secundum* y se caracteriza por una ausencia de tejido en la fosa oval (figs. 1A y B). La CIA tipo *seno venoso* de la vena cava superior se localiza por debajo del orificio venoso y se suele asociar a un drenaje venoso pulmonar anómalo del pulmón derecho. En el caso de la CIA tipo *seno venoso* de la vena cava inferior la comunicación se suele localizar por debajo de la fosa oval (figs. 1C y D). Las comunicaciones de tipo *seno coronario* son raras y se originan de una apertura en la pared del segmento distal sinusal¹⁶. Se asocian a ausencia del seno coronario y conexión directa de la vena cava superior izquierda con la aurícula izquierda¹⁵.

La RM aporta información del tipo de CIA, localización, diámetro de la comunicación y dirección del flujo. Las secuencias cine-RM en el eje corto y en el eje transversal¹⁶ son útiles para valorar la integridad del tabique interauricular y detectar y caracterizar la CIA. Las secuencias de contraste de fase (secuencias de flujo) permiten visualizar la dirección del flujo a través de la comunicación (izquierda-derecha o derecha-izquierda) y cuantificar el cortocircuito¹⁷. La angio-RM 3D permite demostrar anomalías del drenaje venoso pulmonar.

Comunicación interventricular

La comunicación interventricular (CIV) es la CC más frecuente en niños y adultos jóvenes (20% del total) y con frecuencia forma parte de otras CC más complejas. Las CIV más comunes son la CIV muscular y la CIV membranosa⁶. La CIV muscular (20%) se encuentra completamente rodeada por miocardio (fig. 2A); la CIV membranosa (70%) se encuentra parcialmente rodeada

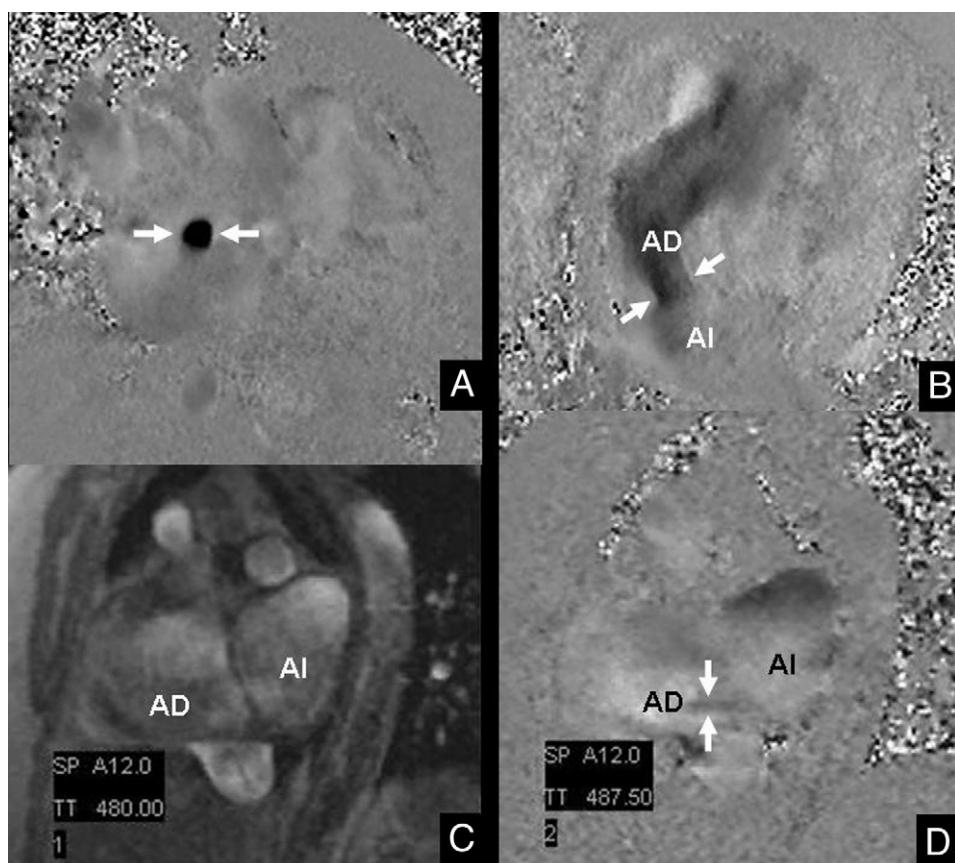


Fig. 1.—(A y B) Comunicación interauricular de tipo *ostium secundum*. Secuencias de codificación de fase para cuantificar el flujo. (A) Plano eje perpendicular al defecto del tabique. (B) Plano eje axial oblicuo. Nótese la solución de continuidad en la porción media del tabique interauricular (flechas). Mediante secuencias de codificación de fase se cuantificó el flujo pulmonar y sistémico con un Qp/Qs superior a 2,5. (C y D) Comunicación interauricular del tipo seno venoso de la vena cava inferior. Secuencias de flujo en un eje sagital oblicuo. (C) Magnitud. (D) Fase. La comunicación interauricular se localiza por debajo de la fosa oval (flechas). AD: aurícula derecha; AI: aurícula izquierda.

por una continuidad fibrosa entre las valvas de una válvula arterial y una auriculoventricular (fig. 2B). Además, existen CIV por

debajo de la válvula pulmonar (salida) (5%) o cerca de la válvula tricúspide (entrada) (5%)¹⁵.

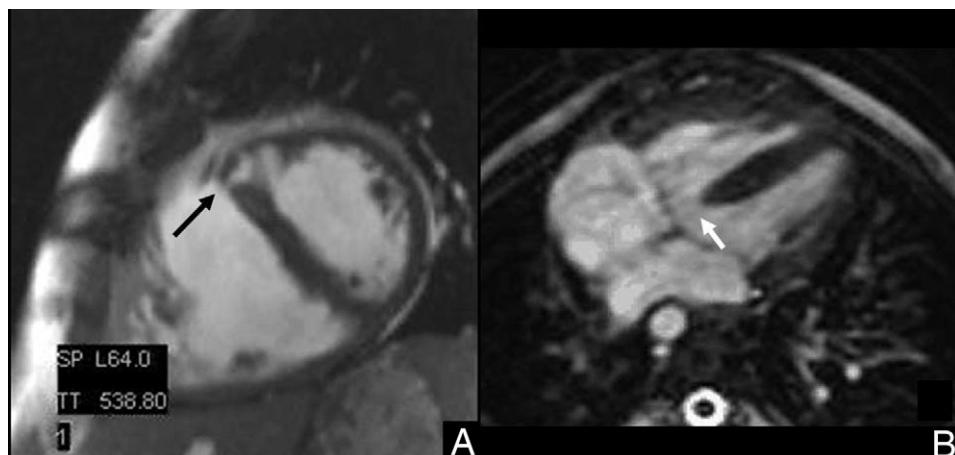


Fig. 2.—Comunicación interventricular. (A). Secuencia SSFP (*TrueFISP*). Plano eje corto. Comunicación interventricular de tipo muscular. La comunicación se encuentra completamente rodeada por miocardio (flecha). (B). Secuencia SSFP (*TrueFISP*). Plano cuatro cámaras. Comunicación interventricular membranosa. La comunicación interventricular se encuentra parcialmente rodeada por una continuidad fibrosa entre las valvas de una válvula arterial y una auriculoventricular. Se localiza en la porción más basal del tabique interventricular. Nótese la ausencia de contigüidad con el plano valvular (flecha).

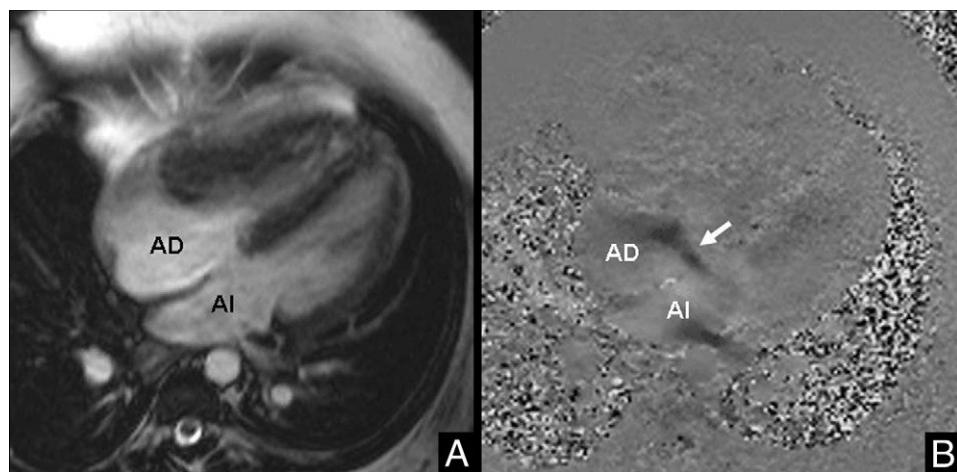


Fig. 3.—Canal auriculoventricular común. Secuencia SSFP (*TrueFISP*). Plano cuatro cámaras. Canal auriculoventricular común en paciente con síndrome de Down producido por un desarrollo anómalo de los cojines endocárdicos. Se observa una comunicación interauricular e interventricular asociadas y un jet izquierda derecha (flecha). AD: aurícula derecha; AI: aurícula izquierda.

La RM permite conocer el tipo, localización y diámetro de la CIV. Se pueden cuantificar las consecuencias hemodinámicas del defecto del tabique y se puede demostrar cualquier lesión asociada como la insuficiencia valvular (aórtica), la obstrucción de los tratos de salida, etc.¹⁸. El protocolo de estudio de las CIV por RM es muy similar al protocolo descrito para el estudio de la CIA.

Canal auriculoventricular

El diagnóstico de canal auriculoventricular se suele realizar en la infancia. Con frecuencia esta cardiopatía se asocia a otras enfermedades como el síndrome de Down, la tetralogía de Fallot y el corazón univentricular. Bajo el epígrafe de canal auriculoventricular se incluyen alteraciones producidas por un desarrollo anómalo de los cojines endocárdicos, de manera que se puede producir un canal auriculoventricular parcial, intermedio o completo. Las válvulas auriculoventriculares generalmente están compuestas por cinco valvas denominadas: anterosuperior derecha, inferior derecha, mesocefálica superior, mesocefálica inferior y mural inferior. Pueden presentar anomalías o unirse en una sola válvula, lo que se conoce como canal auriculoventricular completo⁶.

La RM permite identificar el tipo de canal auriculoventricular, evaluar la magnitud y dirección del *shunt* intracardíaco y determinar el grado de insuficiencia de las válvulas auriculoventriculares¹⁹. Además, se puede demostrar cualquier lesión asociada como la estenosis subaórtica. El plano de cuatro cámaras permite determinar de forma definitiva la existencia de una anomalía del canal auriculoventricular si se demuestra que las válvulas auriculoventriculares se encuentran en el mismo plano (fig. 3), ya que en sujetos normales la válvula tricúspide se encuentra ligeramente desplazada hacia el ápex cardíaco. Las secuencias de contraste de fase permiten conocer la dirección del flujo y calcular la velocidad pico cuando se realizan en el mismo plano (*in-plane*) que la anomalía. En estas secuencias, la intensidad de señal es directamente proporcional a la velocidad de la sangre. Las secuencias de contraste de fase obtenidas en un plano perpendicular al flujo (*through-plane*) son útiles para cuantificar de forma directa la magnitud del defecto. El grado de cortocircuito se puede estimar tras calcular el flujo pulmonar y el flujo sistémico (*Qp/Qs*) con

secuencias de contraste de fase obtenidas en un plano perpendicular a la arteria pulmonar y aorta, respectivamente.

Tetralogía de Fallot

La tetralogía de Fallot incluye: CIV no restrictiva, acabalgamiento de la aorta (menos de un 50%), obstrucción del tracto de salida del ventrículo derecho (infundibular o valvular) e hipertrofia del ventrículo derecho²⁰. Existen otras malformaciones cardíacas que se pueden asociar a la tetralogía de Fallot, entre las que destacan las anomalías de las arterias coronarias, el arco aórtico derecho, la comunicación interauricular, etc.²¹.

La RM permite realizar una valoración global de esta patología. Las secuencias cine son útiles para evaluar los signos que componen la tetralogía de Fallot, cuantificar la función biventricular y la masa miocárdica (fig. 4). Las secuencias anatómicas muestran el grado de acabalgamiento de la aorta y permiten cuantificar con exactitud el grado de obstrucción del tracto de salida del ventrículo derecho y el grosor miocárdico de este ventrículo. Las secuencias de contraste de fase se utilizan para visualizar la dirección del flujo a través de la comunicación interventricular y cuantificar los cortocircuitos existentes. En la tetralogía de Fallot las secuencias de contraste de fase se suelen realizar siguiendo la dirección del flujo. La aplicación de estas secuencias de RM y, en especial, la angio-RM 3D, es de gran utilidad para el seguimiento postquirúrgico de los pacientes con tetralogía de Fallot²². Estos pacientes pueden ser tratados mediante cirugía paliativa (Blalock-Taussig, Waterston, Potts) o cirugía reparativa. En estos casos la angiografía por RM permite conocer la permeabilidad de las comunicaciones vasculares realizadas y estudiar otras anomalías asociadas, como estenosis de ramas pulmonares²³.

Transposición de las grandes arterias

En los pacientes con transposición de las grandes arterias (TGA) existe concordancia auriculoventricular y discordancia ventriculoarterial; es decir, las aurículas morfológicamente iz-

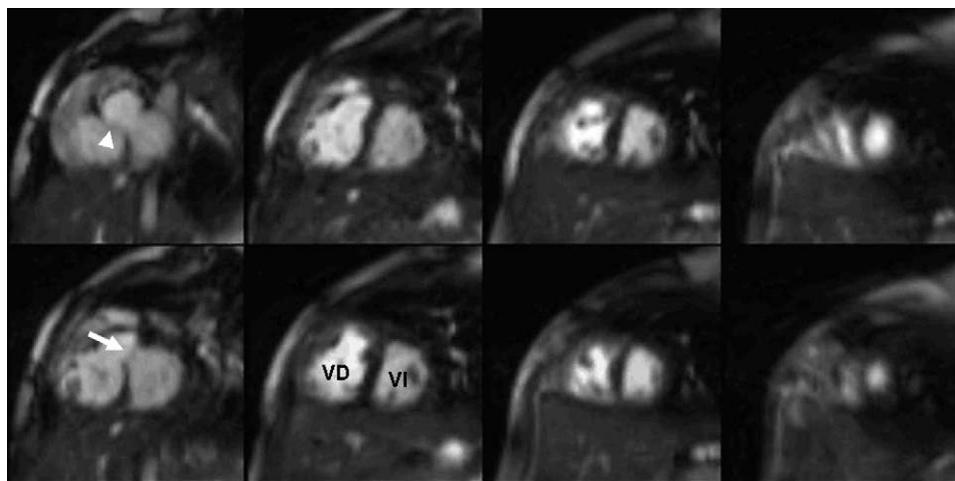


Fig. 4.—Tetralogía de Fallot. Secuencia SSFP (*TrueFISP*). Plano eje corto. Acabalgamiento de la aorta sobre el ventrículo derecho (punta de flecha), comunicación interventricular membranosa (no restrictiva) (flecha) e hipertrofia del ventrículo derecho. VD: ventrículo derecho; VI: ventrículo izquierdo.

quierda y derecha se relacionan con los ventrículos morfológicamente izquierdo y derecho, respectivamente. Sin embargo, del ventrículo morfológicamente izquierdo nace la arteria pulmonar, y del ventrículo morfológicamente derecho se origina la aorta. Como consecuencia, las circulaciones sistémica y pulmonar se conectan en paralelo (fig. 5A)⁶. La aorta generalmente se localiza por detrás y a la derecha de la arteria pulmonar. Hasta en un tercio de los casos los pacientes con TGA pueden tener alguna cardiopatía asociada (transposición compleja) como CIV o estenosis pulmonar.

Mediante el análisis segmentario del corazón y los grandes vasos por RM se pueden conocer las relaciones auriculoventriculares y ventriculoarteriales. Las secuencias anatómicas son especialmente útiles para este propósito. Las secuencias cine

permiten cuantificar la función ventricular. Las secuencias de flujo se emplean para conocer la dirección del flujo y cuantificarlo, y las secuencias de angiografía 3D son útiles para conocer la relación de los grandes vasos, estudiar anomalías asociadas y realizar el seguimiento evolutivo en pacientes intervenidos (intervención de Jatene) (fig. 5B).

Transposición corregida de las grandes arterias

La transposición corregida de las grandes arterias (TCGA) supone menos del 1% del total de las CC. En esta enfermedad existe discordancia auriculoventricular (fig. 6A) y ventriculoarterial (figs. 6B y C), de manera que la circulación sanguínea está corregida de manera fisiológica, pero es el ventrículo derecho

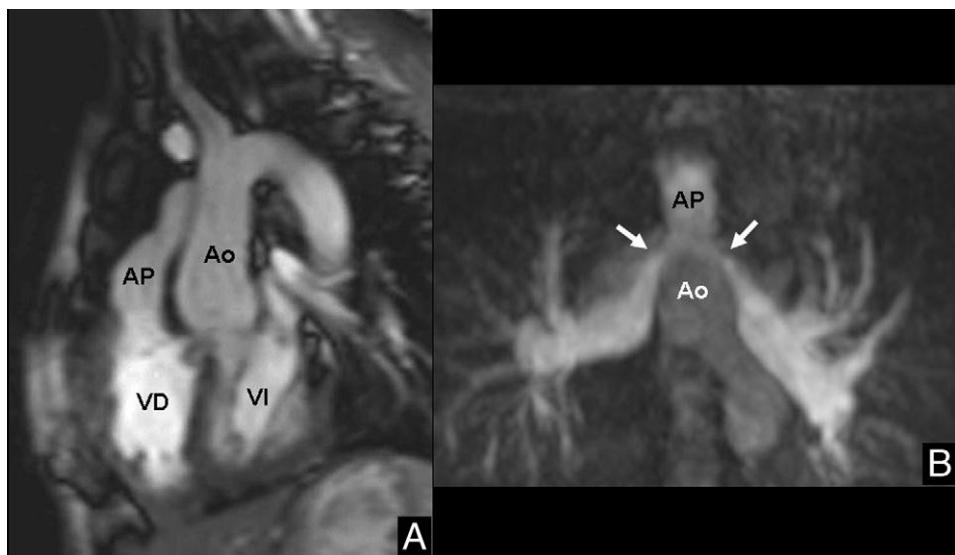


Fig. 5.—Transposición de las grandes arterias intervenida mediante corrección anatómica de Jatene. (A) Nótese el curso paralelo de los grandes vasos, característico de la transposición de las grandes arterias. (B) La arteria pulmonar (AP) se localiza por delante de la aorta (Ao). Las ramas de la arteria pulmonar se apoyan sobre la aorta. Se observa una estenosis de ambas ramas principales (flechas). AP: arteria pulmonar; Ao: aorta; VD: ventrículo derecho VI: ventrículo izquierdo.

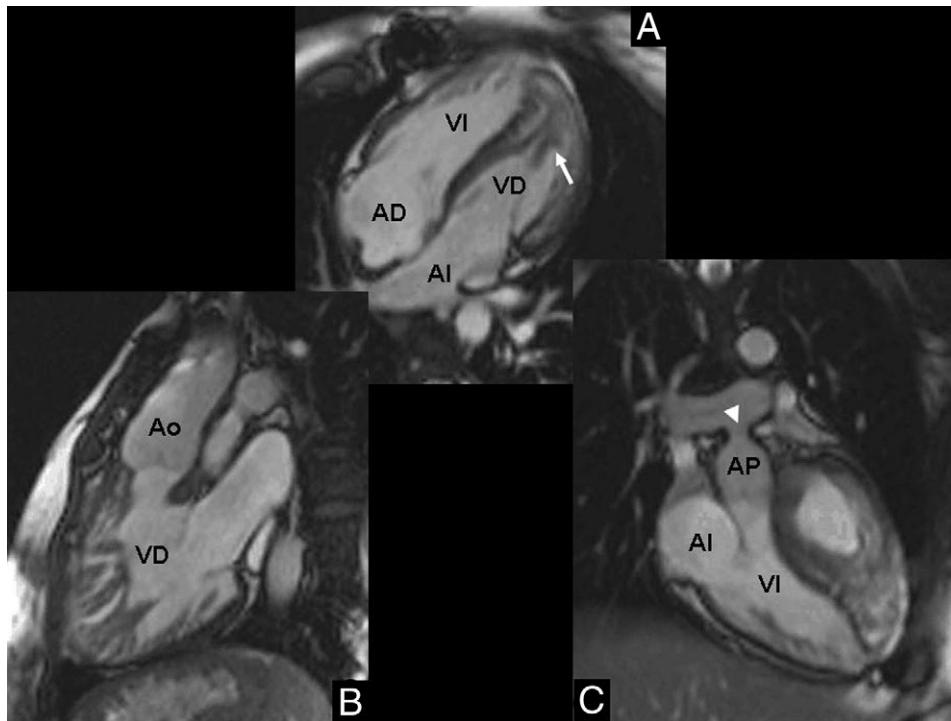


Fig. 6.—Transposición corregida de las grandes arterias. Secuencia SSFP (*TrueFISP*). (A) Plano cuatro cámaras. Discordancia auriculoventricular. El ventrículo morfológicamente derecho (banda moderadora-flecha) se localiza a la izquierda y comunica con la aurícula izquierda. (B) Discordancia ventriculo-arterial. Tracto de salida del ventrículo morfológicamente derecho desde donde nace la aorta. (C) Tracto de salida del ventrículo morfológicamente izquierdo desde donde se origina la arteria pulmonar, que presenta *banding* (punta de flecha). AD: aurícula derecha; AI: aurícula izquierda; Ao: aorta; AP: arteria pulmonar; VD: ventrículo morfológicamente derecho; VI: ventrículo morfológicamente izquierdo.

el que actúa como ventrículo sistémico⁶. Son muy frecuentes las anomalías asociadas como la CIV, la estenosis pulmonar y las anomalías valvulares de tipo Ebstein.

Al igual que en la TGA, en la TCGA la RM es una técnica de gran relevancia clínica. Permite conocer las cardiopatías asociadas y cuantificar de manera exacta y reproducible la función biventricular. El estudio de la TCGA se debe iniciar con secuencias anatómicas que permitan realizar un análisis segmentario cardiovascular. Posteriormente se adquieren las secuencias cine siguiendo los ejes cardíacos. En los pacientes con TCGA es especialmente importante cuantificar con exactitud la función ventricular derecha, sobre todo para el seguimiento evolutivo.

Válvula aórtica bicúspide

Se estima que la prevalencia de válvula aórtica bicúspide en la población general es de 0,9-2%^{24,25}. En estos pacientes la válvula aórtica consta de dos valvas, con frecuencia de distinto tamaño; la valva de mayor tamaño suele presentar una falsa hendidura. Aunque hasta en un 20% de los casos puede asociarse a otras CC como la coartación de aorta o el *ductus arterioso persistente*, la válvula aórtica bicúspide se suele manifestar de manera aislada²⁶. La válvula aórtica bicúspide sufre fenómenos degenerativos (calcificación) décadas antes que la válvula tricúspide normal, provocando estenosis aórtica. Estas válvulas también pueden ser insuficientes y causar síntomas por insuficiencia aórtica^{27,28}.

La RM permite identificar una válvula aórtica bicúspide, mostrar la morfología de las valvas, calcular el área de apertura valvular por planimetría y evaluar así la gravedad de la estenosis (fig. 7) y cuantificar la insuficiencia de forma indirecta (diferencia de volúmenes ventriculares) o de forma directa con secuencias de codificación de fase. La RM aporta, además, información del tamaño y función del ventrículo izquierdo y la angio-RM 3D muestra alteraciones asociadas como aneurisma o coartación.

Estenosis subaórtica

La obstrucción subvalvular del tracto de salida del ventrículo izquierdo puede mostrar una morfología en rodete o en túnel. La obstrucción con forma de rodete (la más frecuente) está causada por un estrechamiento fibromuscular que rodea parcial o completamente el tracto de salida del ventrículo izquierdo por debajo del plano valvular aórtico (fig. 8A). La obstrucción con morfología de túnel está causada por un canal fibromuscular largo que afecta a la mayor parte del tracto de salida del ventrículo izquierdo. Ocasionalmente la obstrucción subvalvular se puede asociar a CIV⁶.

La morfología de la obstrucción y de las anomalías asociadas (CIV, válvula aórtica bicúspide, estenosis mitral, miocardiopatía hipertrófica), la cuantificación de la función del ventrículo izquierdo y de la hipertrofia miocárdica y la severidad de la estenosis subaórtica (fig. 8B) se pueden determinar con secuencias espín-eco, cine-RM y codificación de fase.

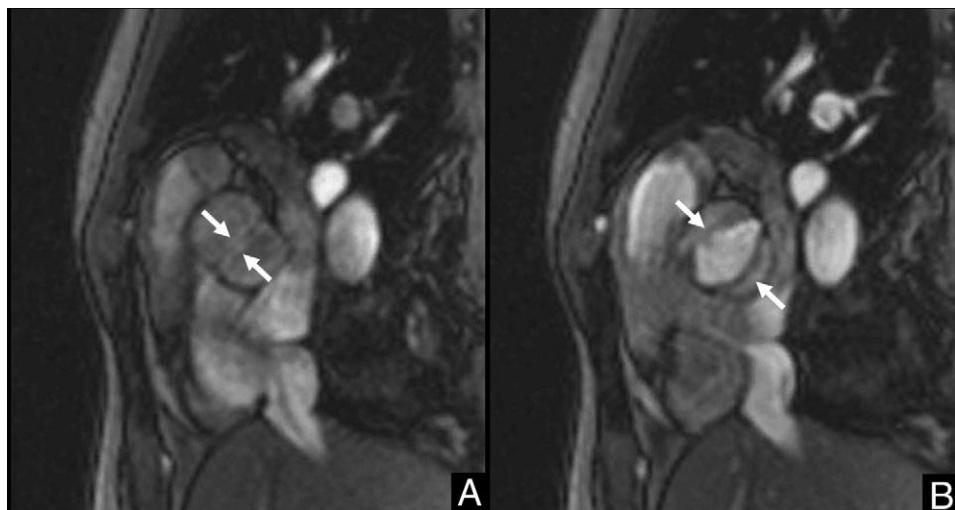


Fig. 7.—Válvula aórtica bicúspide. Secuencia FLASH. (A) Válvula cerrada. (B) Válvula abierta. Válvula aórtica bicúspide en paciente con coartación de aorta. Área de apertura valvular normal.

Coartación de la aorta

La coartación de la aorta es una entidad que afecta predominantemente a varones en una proporción de tres a uno. Su etiología es desconocida y su morfología variable. Se produce como consecuencia de un estrechamiento de la aorta a la altura del ligamento arterioso. La coartación de la aorta puede ser localizada o se puede asociar a hipoplasia del istmo o del cayado. A su vez, la coartación de la aorta puede manifestarse de manera aislada (coartación simple) o asociarse a anomalías intracardíacas graves, como CIV, *ductus arterioso persistente*, etc. (coartación compleja).

Las secuencias anatómicas permiten obtener una visión global de la aorta (fig. 9A) y medir la longitud y diámetro de la estenosis. Las secuencias cine en los planos habituales son útiles para conocer la función del ventrículo izquierdo y evaluar otras lesiones cardíacas²⁹. Se requieren al menos dos planos (sagital oblicuo y coronal) con secuencias cine para estudiar la coartación. Las secuencias de contraste de fase son útiles para cuantificar el gradiente de presión a través de la coartación. La angiografía por RM es de gran utilidad para conocer la anatomía proximal y distal de la aorta, localizar y cuantificar la coartación, demostrar la circulación colateral existente y conocer la relación de la coartación con respecto al origen de las arterias subclavias (fig. 9B).

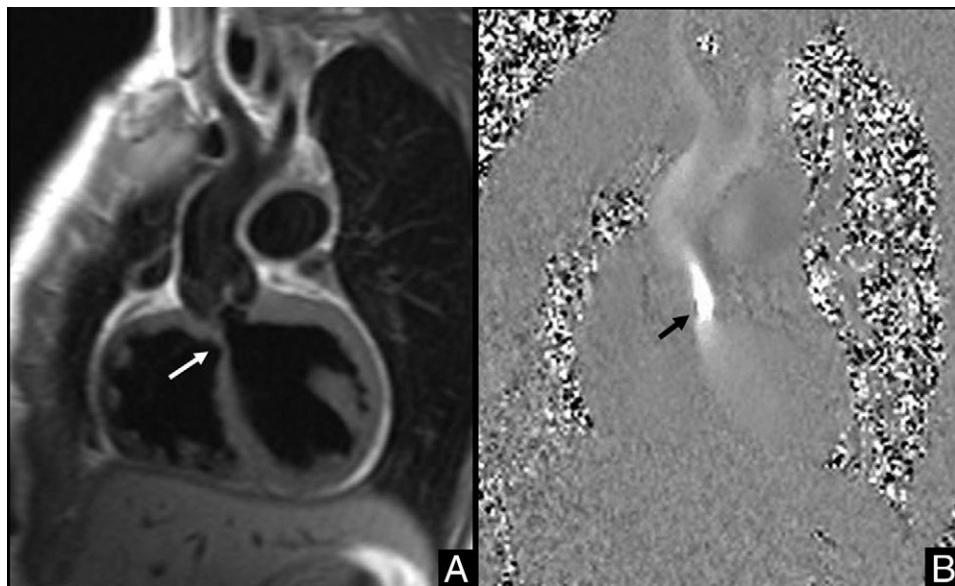


Fig. 8.—Estenosis aórtica subvalvular. Plano coronal oblicuo. (A) Secuencia anatómica TSE potenciada en T1. Estenosis aórtica subvalvular con forma de rolete producida por un estrechamiento fibromuscular que rodea parcialmente el tracto de salida del ventrículo izquierdo por debajo del plano valvular aórtico (flecha). (B) Secuencia de flujo (Fase). La velocidad pico calculada fue de 3 m/s (gradiente de presión estimado de 36 mmHg).

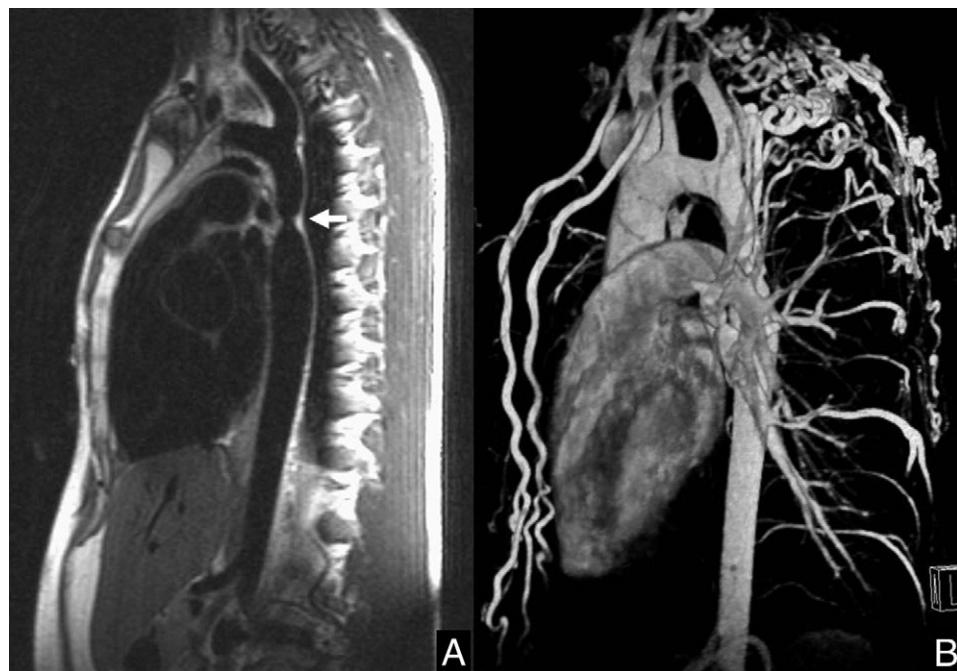


Fig. 9.—Coartación de aorta. (A) Secuencia anatómica TSE potenciada en T1. Coartación de aorta postductal (flecha). (B) Angiografía 3D. Se demuestra la anatomía proximal y distal de la aorta y la prominente circulación colateral.

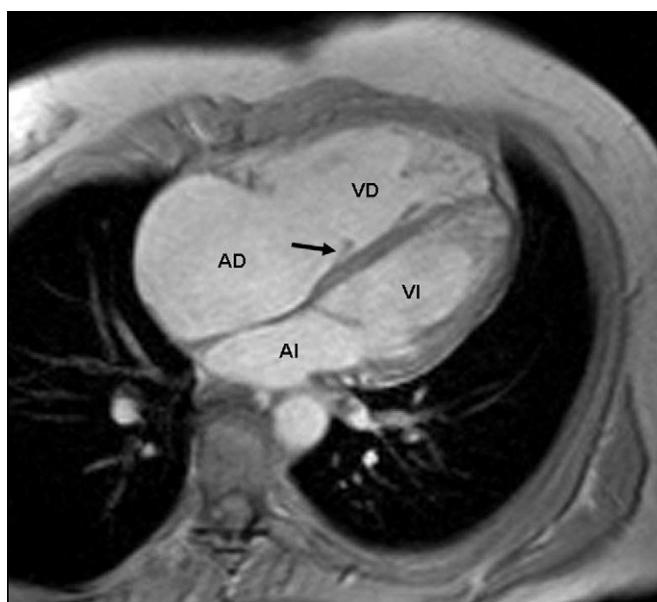


Fig. 10.—Anomalía de Ebstein, secuencia FLASH. Plano cuatro cámaras. Desplazamiento apical de la valva septal de la válvula tricúspide (flecha), con atrialización del ventrículo derecho. AD: aurícula derecha; AI: aurícula izquierda; VD: ventrículo derecho; VI: ventrículo izquierdo.

Anomalía de Ebstein

La anomalía de Ebstein se da en un 0,5% de los pacientes con CC y supone el 40% de las malformaciones congénitas de la válvula tricúspide³⁰. Se caracteriza por una valva septal tricúspide anormal que se encuentra desplazada apicalmente, lo que provoca atrialización del ventrículo derecho (fig. 10). Como conse-

cuencia del desplazamiento apical de las valvas se produce una insuficiencia tricúspide, lo que contribuye a aumentar el diámetro de la aurícula derecha. La CC asociada con mayor frecuencia a la anomalía de Ebstein es la comunicación interauricular³¹.

La ecocardiografía es el método habitualmente empleado para diagnosticar la anomalía de Ebstein³². La RM permite determinar el desplazamiento apical de la valva septal, es útil para conocer el tamaño de la parte atrializada del ventrículo derecho y permite cuantificar la función de este ventrículo³³. Mediante RM se puede cuantificar el grado de insuficiencia tricúspide (secuencias de flujo) e identificar cardiopatías asociadas.

CONCLUSIÓN

La RM es una técnica inocua y útil para el diagnóstico y seguimiento de las CC en el adulto. Mediante un protocolo de estudio la RM permite valorar en una misma exploración anatomía, función y alteraciones del flujo de estas cardiopatías. La angiografía por RM es de especial utilidad para conocer la anatomía de los grandes vasos, su relación con las estructuras adyacentes y realizar el seguimiento postquirúrgico.

BIBLIOGRAFÍA

- Hoffman JI, Kaplan S. The incidence of congenital heart disease. *J Am Coll Cardiol*. 2002;39(12):1890-900.
- Martínez Oloron P, Romero Ibarra C, Alzina de Aguilar V. Incidencia de las cardiopatías congénitas en Navarra (1989-1998). *Rev Esp Cardiol*. 2005;58(12):1428-34.
- Moller JH, Taubert KA, Allen HD, Clark EB, Lauer RM. Cardiovascular health and disease in children: current status. A Special Writing Group from the Task Force on Children and Youth, American Heart Association. *Circulation*. 1994;89(2):923-30.

4. Oliver Ruiz JM, Mateos García M, Bret Zurita M. Evaluación de las cardiopatías congénitas en el adulto. *Rev Esp Cardiol.* 2003;56(6): 607-20.
5. Pennell DJ, Sechtem UP, Higgins CB, Manning WJ, Pohost GM, Rademakers FE, et al. Clinical indications for cardiovascular magnetic resonance (CMR): consensus panel report. *Eur Heart J.* 2004;25(21): 1940-65.
6. Therrien J, Webb G. Cardiopatías congénitas en adultos. En: Braunwald E, Zipes DP, Libby P, editores. *Braunwald's Cardiología "El libro"* de medicina cardiovascular. Madrid: Marbán Libros, S.L.; 2004. p. 1944-81.
7. Herregods MC, De Paep G, Bijnens B, Bogaert JG, Rademakers FE, Bosmans HT, et al. Determination of left ventricular volume by two-dimensional echocardiography: comparison with magnetic resonance imaging. *Eur Heart J.* 1994;15(8):1070-3.
8. Rumberger JA, Behrenbeck T, Bell MR, Breen JF, Johnston DL, Holmes DR, Jr., et al. Determination of ventricular ejection fraction: a comparison of available imaging methods. The Cardiovascular Imaging Working Group. *Mayo Clin Proc.* 1997;72(9):860-70.
9. Semelka RC, Tomei E, Wagner S, Mayo J, Kondo C, Suzuki J, et al. Normal left ventricular dimensions and function: interstudy reproducibility of measurements with cine MR imaging. *Radiology.* 1990; 174(3 Pt 1):763-8.
10. Samyn MM. A review of the complementary information available with cardiac magnetic resonance imaging and multi-slice computed tomography (CT) during the study of congenital heart disease. *Int J Cardiovasc Imaging.* 2004;20(6):569-78.
11. Didier D, Ratib O, Beghetti M, Oberhaensli I, Friedli B. Morphologic and functional evaluation of congenital heart disease by magnetic resonance imaging. *J Magn Reson Imaging.* 1999;10(5):639-55.
12. Rebergen SA, Niezen RA, Helbing WA, van der Wall EE, de Roos A. Cine gradient-echo MR imaging and MR velocity mapping in the evaluation of congenital heart disease. *Radiographics.* 1996;16(3): 467-81.
13. Hartnell GG, Meier RA. MR angiography of congenital heart disease in adults. *Radiographics.* 1995;15(4):781-94.
14. Moodie DS, Sterba R. Long-term outcomes excellent for atrial septal defect repair in adults. *Cleve Clin J Med.* 2000;67(8):591-7.
15. Wu JC, Child JS. Common congenital heart disorders in adults. *Curr Probl Cardiol.* 2004;29(11):641-700.
16. Diethelm L, Dery R, Lipton MJ, Higgins CB. Atrial-level shunts: sensitivity and specificity of MR in diagnosis. *Radiology.* 1987;162 (1 Pt 1):181-6.
17. Brenner LD, Caputo GR, Mostbeck G, Steiman D, Dulce M, Cheitlin MD, et al. Quantification of left to right atrial shunts with velocity-encoded cine nuclear magnetic resonance imaging. *J Am Coll Cardiol.* 1992;20(5):1246-50.
18. Boxt LM. Magnetic resonance and computed tomographic evaluation of congenital heart disease. *J Magn Reson Imaging.* 2004;19(6): 827-47.
19. Jacobstein MD, Fletcher BD, Goldstein S, Riemschneider TA. Evaluation of atrioventricular septal defect by magnetic resonance imaging. *Am J Cardiol.* 1985;55(9):1158-61.
20. Therrien J, Webb G. Clinical update on adults with congenital heart disease. *Lancet.* 2003;362(9392):1305-13.
21. Dabizzi RP, Teodori G, Barletta GA, Caprioli G, Baldrighi G, Baldrighi V. Associated coronary and cardiac anomalies in the tetralogy of Fallot. An angiographic study. *Eur Heart J.* 1990;11(8):692-704.
22. Oosterhof T, Mulder BJ, Vliegen HW, de Roos A. Cardiovascular magnetic resonance in the follow-up of patients with corrected tetralogy of Fallot: a review. *Am Heart J.* 2006;151(2):265-72.
23. Norton KI, Tong C, Glass RB, Nielsen JC. Cardiac MR imaging assessment following tetralogy of fallot repair. *Radiographics.* 2006;26 (1):197-211.
24. Roberts WC. The congenitally bicuspid aortic valve. A study of 85 autopsy cases. *Am J Cardiol.* 1970;26(1):72-83.
25. Nistri S, Basso C, Marzari C, Mormino P, Thiene G. Frequency of bicuspid aortic valve in young male conscripts by echocardiogram. *Am J Cardiol.* 2005;96(5):718-21.
26. Stewart AB, Ahmed R, Travill CM, Newman CG. Coarctation of the aorta life and health 20-44 years after surgical repair. *Br Heart J.* 1993;69(1):65-70.
27. Fenoglio JJ, Jr., McAllister HA, Jr., DeCastro CM, Davia JE, Cheitlin MD. Congenital bicuspid aortic valve after age 20. *Am J Cardiol.* 1977;39(2):164-9.
28. Roberts WC, Morrow AG, McIntosh CL, Jones M, Epstein SE. Congenitally bicuspid aortic valve causing severe, pure aortic regurgitation without superimposed infective endocarditis. Analysis of 13 patients requiring aortic valve replacement. *Am J Cardiol.* 1981;47(2): 206-9.
29. McCrindle BW. Coarctation of the aorta. *Curr Opin Cardiol.* 1999;14 (5):448-52.
30. Hauck AJ, Freeman DP, Ackermann DM, Danielson GK, Edwards WD. Surgical pathology of the tricuspid valve: a study of 363 cases spanning 25 years. *Mayo Clin Proc.* 1988;63(9):851-63.
31. Attenhofer Jost CH, Connolly HM, Edwards WD, Hayes D, Warnes CA, Danielson GK. Ebstein's anomaly - review of a multifaceted congenital cardiac condition. *Swiss Med Wkly.* 2005;135(19-20): 269-81.
32. Oechslin E, Buchholz S, Jenni R. Ebstein's anomaly in adults: Doppler-echocardiographic evaluation. *Thorac Cardiovasc Surg.* 2000;48(4):209-13.
33. Choi YH, Park JH, Choe YH, Yoo SJ. MR imaging of Ebstein's anomaly of the tricuspid valve. *AJR Am J Roentgenol.* 1994;163(3): 539-43.

Declaración de conflicto de intereses.

Declaramos no tener ningún conflicto de intereses.