

## Archivos de Cardiología de México

Volumen **75**  
Volume

Número **4**  
Number




Octubre-Diciembre **2005**  
October-December

*Artículo:*

### Diagnóstico de las cardiopatías congénitas complejas por resonancia magnética

Derechos reservados, Copyright © 2005  
Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez

**Otras secciones de  
este sitio:**

-  **Índice de este número**
-  **Más revistas**
-  **Búsqueda**

***Others sections in  
this web site:***

-  ***Contents of this number***
-  ***More journals***
-  ***Search***



## Diagnóstico de las cardiopatías congénitas complejas por resonancia magnética

A Meave González,\* M Hernández González,\*\* E Alexánderson Rosas,\* C Vázquez Antona,\*\*\* J Ermenger Orellana,\*\*\* S Solorio Meza,\*\* JL Romero Ibarra,\* A Buendía Hernández\*\*\*\*

### Resumen

**Objetivo:** Analizar la utilidad de la resonancia magnética para el diagnóstico morfológico en las cardiopatías congénitas complejas comparada con el ecocardiograma transtorácico. **Método:** Se incluyeron 45 pacientes con sospecha clínica de cardiopatía congénita grave, se les realizó una resonancia magnética y ecocardiograma transtorácico y se comparó anatomía y tamaño de cavidades cardíacas. Para el análisis se empleó estadística descriptiva y análisis de Bland-Altman para la concordancia entre ambos métodos. **Resultados:** No hubo diferencias significativas en mediciones obtenidas por ambos métodos, excepto en la fracción de expulsión del ventrículo izquierdo ( $66.56 \pm 9.47$  por ECO vs  $52.32 \pm 13.85$  por RM,  $p = 0.0001$ ) y la medición del diámetro de la rama izquierda de la arteria pulmonar ( $9.77 \pm 6.80$  por ECO vs  $13.83 \pm 8.46$  por RM,  $p = 0.05$ ). La sensibilidad, especificidad y los valores predictivos de la RM fueron elevados para analizar la conexión AV y VA, no así para el situs atrial y los drenajes venosos (pulmonar y sistémico) donde el ECO tiene baja resolución. La concordancia de las mediciones de la FE, índice de McGoon y tamaño del VD mostró pocos valores extremos. **Conclusiones:** La RM y el ECO son similares para el diagnóstico morfológico de las cardiopatías congénitas graves, pero la RM puede superar al ECO en la visualización de estructuras extracardíacas.

### Summary

#### DIAGNOSIS OF COMPLEX CONGENITAL HEART DISEASE THROUGH MAGNETIC RESONANCE

**Objective:** To analyze the usefulness of magnetic resonance for the morphological diagnosis in complex congenital cardiopathies and compare it with the transthoracic echocardiogram. **Method:** We included 45 patients with clinical suspicion of severe congenital cardiopathy. A magnetic resonance and a transthoracic echocardiogram were performed and the anatomy and size of the cardiac cavities were compared. Descriptive statistics were used and Bland-Altman test was used to analyze concordance between both methods. **Results:** There were no significant differences in the measures obtained with either method, except for the left ventricle ejection fraction ( $66.56 \pm 9.47$  with ECO vs  $52.32 \pm 13.85$  with MR,  $p = 0.0001$ ) and for diameter of the left branch of the pulmonary artery ( $9.77 \pm 6.80$  with ECO vs  $12.83 \pm 8.46$  with MR,  $p = 0.05$ ). The sensitivity, specificity, and predictive values of MR were high to analyze the AV and VA connection, but not for the atrial sinus and the venous drainages (pulmonary and systemic). Concordance of ejection fraction measures, McGoon index, and size of VD revealed few extreme values. **Conclusions:** MR and ECO are similar for the morphological diagnosis of severe congenital cardiopathies, but MR can be better than ECO for the visualization of extracardiac structures.

(Arch Cardiol Mex 2005; 75: 435-440)

\* Departamento de Resonancia Magnética Cardiovascular y Cardiología Nuclear, Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez".

\*\* Unidad de Epidemiología Clínica. Unidad Médica de Alta Especialidad No. 1. Bajío. Instituto Mexicano del Seguro Social.

\*\*\* Departamento de Ecocardiografía, Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez".

\*\*\*\* Departamento de Cardiología Pediátrica. Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez".

Correspondencia: Dra. Aloha Meave González. Departamento de Resonancia Magnética Cardiovascular y Cardiología Nuclear. Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez" (INCICH, Juan Badiano Núm. 1, Col. Sección XVI, 14080. Talpan, México, D.F.) Tel 5272-2886, Fax 5272-2678. E-mail: meavea@yahoo.com.mx

Recibido: 16 de noviembre de 2005

Aceptado: 17 de noviembre de 2005

**Palabras clave:** Cardiopatías congénitas complejas. Aspectos anatómicos. Aspectos hemodinámicos. Resonancia magnética. Ecocardiograma bidimensional.

**Key words:** Complex congenital cardiopathies. Anatomical aspects. Hemodynamic aspects. Magnetic resonance. 2-Dimensional echocardiogram.

## Introducción

**P**ara entender el comportamiento de las cardiopatías congénitas, con fines de brindar al paciente la mejor alternativa de tratamiento e incluso establecer el pronóstico, es indispensable el conocer con exactitud la anatomía, para lo cual se han utilizado herramientas de diagnóstico no invasivas como el ecocardiograma en sus diversas modalidades (transtorácico, transesofágico, tridimensional) e invasivas como el cateterismo cardíaco.<sup>1,2</sup> En fechas recientes se ha propuesto la utilización de la resonancia magnética para la evaluación de diversas patologías cardiovasculares como la cardiopatía isquémica y las valvulopatías con una adecuada concordancia con los procedimientos de diagnóstico ya conocidos.<sup>3,4</sup> El objetivo del presente estudio es analizar la utilidad de la resonancia magnética para el diagnóstico morfológico en las cardiopatías congénitas graves, al compararlo con el método más utilizado en forma no invasiva que es el ecocardiograma transtorácico bidimensional.

## Material y métodos

**Muestra.** Se incluyeron pacientes en edad pediátrica, menores de 18 años de edad, con sospecha clínica de cardiopatía congénita grave definida por la evidencia clínica de insuficiencia cardíaca, cianosis e hipertensión pulmonar, que no tuvieran marcapaso, desfibrilador implantable, clips férricos intracraneales, cuerpo extraño metálico intraocular, claustrofobia, paciente crítico o la presencia de arritmias. Se obtuvo el consentimiento informado por sus padres o tutores para la realización de ambos procedimientos: ecocardiograma transtorácico y resonancia magnética. En menores de 6 años la adquisición de imágenes se realizó bajo sedación e intubación endotraqueal mo-

nitorizada por un anestesiólogo, quien se encontraba a la cabecera del enfermo.

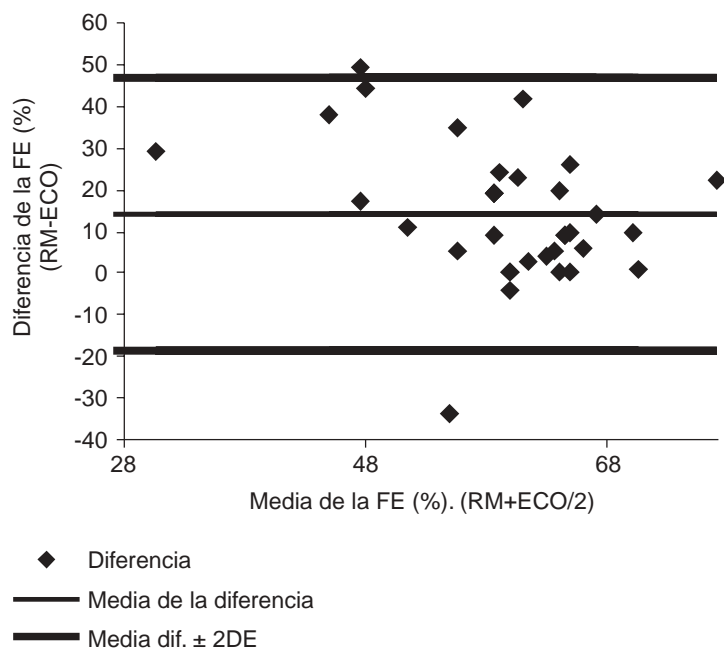
**Ecocardiograma transtorácico.** Se utilizó equipo Hewlett Packard Sonos 5500 provisto de transductores electrónicos de 3.5 y 5 mHz, utilizando las proyecciones convencionales con el fin de determinar el situs abdominal, el auricular, las conexiones atrioventriculares y ventriculoarteriales, la posición del corazón y los drenajes venosos tanto pulmonar como sistémico. Se midieron los diámetros de las cavidades ventriculares tanto izquierda como derecha, el tamaño de la aurícula, de las arterias pulmonar y aorta, el índice de McGoon y la fracción de expulsión del ventrículo izquierdo por el método de Teicholtz.<sup>5</sup> La evaluación fue por expertos ecocardiografistas que desconocían los resultados de la resonancia magnética.

**Resonancia magnética cardiovascular.** Se empleó un equipo Somaton Sonata de 1.5 teslas (Siemens) y mediante Spin Eco con cortes en múltiples planos para obtener imágenes en eje corto, cuatro y dos cámaras con y sin gadolinium-DPTA, en secuencias T1 para el análisis morfológico del corazón analizando los situs (abdominal y auricular), las conexiones atrioventriculares y ventriculoarteriales, la posición del corazón y los drenajes venosos tanto pulmonar como sistémico. Al igual que con el ecocardiograma se midieron los diámetros de las cavidades del corazón, de los anillos valvulares, el índice de McGoon y la fracción de expulsión trazando de forma manual el contorno endocárdico y epicárdico. Los estudios fueron evaluados por un experto que desconocía el resultado del ecocardiograma.

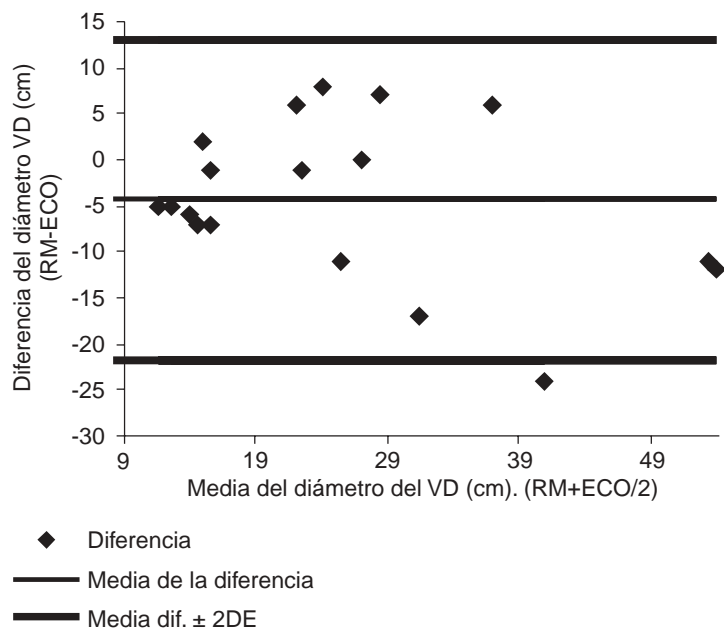
La conclusión diagnóstica de los dos procedimientos se correlacionó con los hallazgos quirúrgicos o de autopsia.

**Tabla I.** Análisis bayesiano para la morfología cardíaca.

Parámetro	Sensibilidad	Especificidad	Valor predictivo positivo	Valor predictivo negativo
Situs auricular	0.66	1.0	1.0	0.95
Conexión atrioventricular	0.81	0.97	0.90	0.94
Conexión ventriculoarterial	0.84	0.96	0.94	0.89
Drenaje venoso pulmonar	0.14	0.94	0.50	0.85
Drenaje venoso sistémico	0.50	0.97	0.50	0.98



**Fig. 1.** Análisis de Bland-Altman para fracción de expulsión. Medición de la media de la Fracción de Expulsión (%) (RM+ECO/2)



**Fig. 2.** Análisis de Bland-Altman para el tamaño del ventrículo derecho.

**Análisis estadístico.** Para las características morfológicas se calculó sensibilidad, especificidad y los valores predictivos mediante el método bayesiano.

La concordancia entre ambos métodos respecto a la fracción de expulsión, el diámetro diastóli-

co del ventrículo izquierdo, el tamaño del ventrículo derecho y el índice de McGoon se evaluaron mediante el análisis propuesto por Bland-Altman.<sup>6</sup>

Las variables cuantitativas continuas se compararon mediante la prueba t de Student para muestras independientes, asumiendo distribución normal y considerando como significativo un valor de  $p < 0.05$ .

## Resultados

### Anatomía cardíaca

Los resultados de la sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo de la RM respecto al ecocardiograma se muestran en la *Tabla I*, donde se puede ver que aunque la sensibilidad es relativamente baja para el situs auricular y los drenajes venoso pulmonar y sistémico, el resto de los parámetros tiene sensibilidad y especificidad aceptable y todos los valores predictivos tanto positivos como negativos son elevados (*Tabla I*). Lo anterior se debe a que el ECO contra el cual se comparó la RM no es un método tan adecuado para identificar las estructuras vasculares.

### Fracción de expulsión del ventrículo izquierdo, tamaño del ventrículo derecho, diámetro diastólico del ventrículo izquierdo e índice de McGoon

La concordancia entre los dos métodos para la evaluación de estos parámetros es buena, pues como se observa en el análisis visual de Bland-Altman, la mayoría se distribuyen cerca del promedio y son pocos los valores extremos por arriba o debajo de dos desviaciones estándar (*Figs. 1, 2 y 3*).

### Tamaño de cavidades y de anillos pulmonar y aórtico

No hubo diferencia estadística significativa al comparar los diámetros de las cavidades y del anillo pulmonar y aórtico, entre ambos procedimientos lo que nos habla que los resultados son equiparables (*Tabla II*).

### Diagnóstico

En 7 enfermos hubo divergencia en el diagnóstico entre el ecocardiograma y la resonancia magnética, aunque la descripción de la morfología por esta última correlacionó con los hallazgos de cirugía o autopsia. En 38 pacientes (84%) se obtuvo el mismo diagnóstico tanto con el eco-

cardiograma como con la resonancia magnética y fueron 6 con doble vía de salida del ventrículo derecho, 7 con atresia tricuspídea, uno con hemitronco, uno con síndrome de ventrículo izquierdo hipoplásico, 4 con ventrículo único, 5 con transposición de las grandes arterias, 5 con atresia pulmonar, 3 con defectos septales e hipertensión pulmonar y 4 con canal atrioventricular completo (Fig. 4). En dos pacientes tanto el ecocardiograma como la resonancia concluyeron tetralogía de Fallot cuando por cirugía en realidad correspondía a comunicación interauricular más estenosis valvular pulmonar crítica.

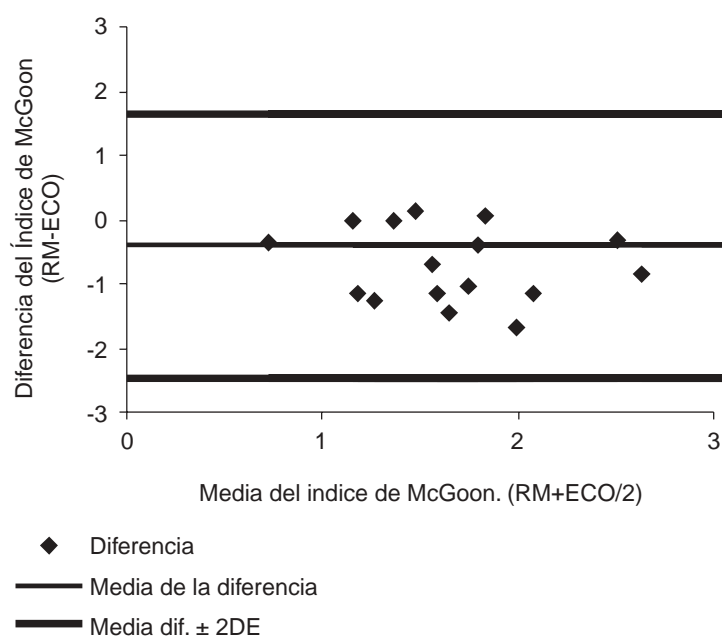


Fig. 3. Análisis de Bland-Altman para el índice de McGoon.

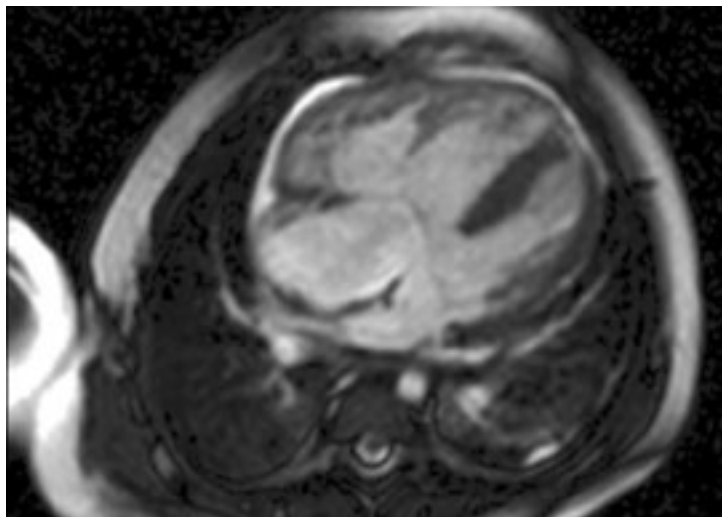
## Discusión

Hasta la fecha el ecocardiograma transtorácico bidimensional y Doppler es el método de diagnóstico no invasivo de elección para el diagnóstico de cardiopatías congénitas tanto simples como complejas, porque permite definir las anomalías intracardíacas, es accesible y de bajo costo; sin embargo se encuentra limitado por la ventana acústica, la incapacidad del método para penetrar hueso y aire, un campo de visión muy corto que impide el análisis de estructuras extracardíacas en su totalidad y ser operador dependiente.<sup>7</sup> Es esta última limitante la que nos explica la baja sensibilidad y especificidad de la ecocardiografía para el análisis del tipo de drenaje venoso tanto pulmonar como sistémico al compararla con la resonancia magnética, porque definitivamente en estas estructuras vasculares el ultrasonido no es un buen método y la resonancia magnética es superior, incluso con resultados semejantes o los que se obtienen mediante el cateterismo cardíaco.<sup>8,9</sup>

Desde finales de los 80 Kersting-Sommerhoff demostró la utilidad de la resonancia magnética para el análisis segmentario del corazón con alta sensibilidad y especificidad,<sup>10</sup> como ocurrió con nuestro estudio, donde el método es capaz de identificar con certeza el tipo de conexión atrioventricular y ventriculoarterial. Para el situs abdominal la sensibilidad es pobre (66%) debido a que el ecocardiograma transtorácico no es el método más adecuado para el análisis morfológico de las orejuelas, quizá la correlación con el ecocardiograma transesofágico o el tridimensional sea mejor al ser técnicas que visualizan mejor el situs auricular.<sup>11</sup> La resonancia magnética identifica adecuadamente la anatomía de ambas

Tabla II. Comparación del tamaño de las cavidades, del anillo pulmonar y aórtico.

Parámetro	Ecocardiograma	Resonancia magnética	p
Diámetro diastólico del ventrículo izquierdo	32.8 ± 12.93	35.40 ± 13.19	NS
Diámetro sistólico del ventrículo izquierdo	20.67 ± 9.91	22.20 ± 9.78	NS
Grosor septal en sístole	7.31 ± 2.25	6.36 ± 2.45	NS
Grosor de la pared posterior en sístole	6.61 ± 2.49	6.10 ± 2.49	NS
Raíz aórtica	16.83 ± 6.86	18.86 ± 7.32	NS
Aorta descendente	13.33 ± 6.01	12.98 ± 5.33	NS
Aurícula izquierda	22.10 ± 9.63	26.60 ± 10.10	NS
Anillo pulmonar	13.50 ± 9.03	17.67 ± 9.17	NS
Rama izquierda de la arteria pulmonar	9.77 ± 6.80	13.83 ± 8.46	.05
Rama derecha de la arteria pulmonar	11.44 ± 9.51	13.23 ± 6.81	NS
Índice de McGoon	1.8240 ± 1.4657	2.1005 ± 0.7535	NS
Ventrículo derecho	24.11 ± 12.15	27.33 ± 13.00	NS
Fracción de expulsión del ventrículo izquierdo	66.56 ± 9.47	52.32 ± 13.85	0.0001



**Fig. 4.** Canal atrioventricular completo, proyección cuatro cámaras por resonancia magnética. Observe la ausencia del septum atrioventricular, una sola válvula atrioventricular que cabalga en el remanente del septum interventricular.

orejuelas incluso aun cuando existe yuxtaposición auricular.<sup>12</sup>

Se sabe que la fracción de expulsión y el tamaño del ventrículo izquierdo son variables predictoras de mortalidad en la corrección quirúrgica biventricular de las cardiopatías congénitas que así lo ameriten,<sup>13-15</sup> igual que el tamaño del ventrículo derecho o la cuantificación del índice de McGoon para la cirugía paliativa (fístulas sistémico-pulmonares) o correctiva (Montan).<sup>16</sup> Este estudio muestra que los resultados obtenidos con la resonancia magnética son semejantes a los

del ecocardiograma, como se observa en el análisis de Bland-Altman, el cual señala en forma gráfica la cuantificación de las diferencias en cada par de mediciones y la variabilidad de esas diferencias; e incluso superiores ya que la resonancia magnética permite evaluar la función de ambos ventrículos mediante la planimetría del contorno epi y endocárdico en cerca de 200 imágenes obtenidas en eje corto<sup>17</sup> mientras que el método empleado por la ecocardiografía (Teicholz) es uniplanar con alta variabilidad inter e intraobservador.<sup>18</sup>

Ambos métodos son seguros, permiten hacer el diagnóstico preciso en la mayoría de los casos, aunque la resonancia magnética es superior en la valoración de las estructuras extracardíacas y en pacientes con sospecha de heterotaxia puede, además en el mismo procedimiento, identificar si existe bazo único, múltiple o ausente, lo cual influye en el pronóstico de los pacientes con cardiopatía congénita compleja.<sup>19</sup>

## Conclusiones

En base a nuestros resultados podemos concluir que en el diagnóstico morfológico de las cardiopatías congénitas graves la resonancia magnética y el ecocardiograma bidimensional son similares, sin embargo, la resonancia magnética lo supera en la evaluación de las estructuras extracardíacas, por lo que el empleo combinado de ambos procedimientos permitirá obviar el cateterismo cardíaco o bien que éste sea dirigido a la identificación de una estructura específica o como procedimiento terapéutico.

## Referencias

1. SEWARD JB: *Multiplane transesophageal echocardiography: image orientation, examination technique, anatomic correlations, and clinical applications*. Mayo Clin Proc 1993; 68: 523-530.
2. ALLEN HD, BEEKMAN RH, GARSON A, HUAZI ZM, MULLINS C, O'LAUGHLIN MP, ET AL: *Pediatric therapeutic cardiac catheterization. A statement for healthcare professionals from the council on cardiovascular disease in the young, American Heart Association*. Circulation 1998; 97: 609-625.
3. SCHULZ-MENGER J, GROSS M, MESSROGLI D, UHLICH F, DIETZ R, FRIEDRICH MG: *Cardiovascular magnetic resonance of acute myocardial infarction at a very early stage*. J Am Coll Cardiol 2003; 42(3): 513-8.
4. KUPFAHL C, HONOLD M, MEINHARDT G, VOGELSBURG H, WAGNER A, MAHRHOLDT H, ET AL: Evaluation of aortic stenosis by cardiovascular magnetic resonance imaging: comparison with established routine clinical techniques. Heart 2004; 90: 893-901.
5. POMBO JF, TROY BL, RUSSELL RO: *Left ventricular volumes and ejection fraction by echocardiography*. Circulation 1971; 43: 480-490.
6. BLAND JM, ALTMAN DG: *Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement*. Lancet 1986; 1: 307-10.
7. HARAMATI LB, GLICKSTEIN JS, ISSENBERG HJ, HARAMATI N, CROOKE GA: *MR Imaging and CT of vascular anomalies and connections in patients with congenital heart disease: Significance in surgical planning*. RadioGraphics 2002; 22: 337-349.
8. MASUI T, SEELOS KC, KERSTING-SOMMERHOFF BA, HIGGINS CB: *Abnormalities of the pulmonary veins: evaluation with MR imaging and comparison with*

- cardiac angiography and echocardiography. *Radiology* 1991; 181: 645-9.
9. PILLEUL F, MERCHANT N: MRI of the pulmonary veins: *Comparison between 3D MR, angiography and T1-Weighted Spin Echo*. *J Comp Assist Tomogr* 2000; 24(5): 683-687.
  10. KERSTING-SOMMERHOFF B, DIETHELM L, TEITEL D, SOMMERHOF C, HIGGINS S, HIGASHINO S, ET AL: *Magnetic Resonance Imaging of congenital heart disease: sensitivity and specificity using receiver operating characteristic curve analysis*. *Progress in Cardiol* 1989; 118: 155-161.
  11. STOLLBERGER C, ERNST G, BONNER E, FINSTERER J, SLANY J: *Left atrial appendage morphology: comparison of transesophageal images and postmortem casts*. *Zeitschrift für Kardiologie* 2003; 92(4): 303-8.
  12. MOTOYASU M, SAKUMA H, IWASAKI H, ONISHI K, OKINAKA T, ISAKA N, ET AL: *A case of inverted left atrial appendage mimicking a tumor*. *J Comput Assist Tomogr* 2003; 27(4): 501-4.
  13. DOS L, TERUEL L, FERREIRA IJ, RODRIGUEZ-LARREA J, MIRO L, GIRONA J, ET AL: *Late outcome of Senning and Mustard procedures for correction of transposition of the great arteries*. *Heart* 2005; 91(5): 652-6.
  14. ATTIE F, ROSAS M, GRANADOS N, ZABAL C, BUENDIA A, CALDERON J: *Surgical treatment for secundum atrial septal defects in patients > 40 years old. A randomized clinical trial*. *J Am Coll Cardiol* 2001; 38(7): 2035-42.
  15. ATTIE F: *Cardiopatías congénitas del adulto*. Elsevier España. 2003: 3-66.
  16. HOFBECK M, SINGER H, SCHARF J, WILD F, RIES M, MAHMOUD O, BLUM U, VON DER EMDE J: *Total cavopulmonary anastomosis: selection criteria related to postoperative results*. *Thorac & Cardiovasc Surg* 1993; 41(1): 28-33.
  17. VAN DER GEEST RJ, BULLER VG, JANSEN E, LAMB HJ, BAUR LH, VAN DER WALL EE, ET AL: *Comparison between manual and semiautomated analysis of left ventricular volume parameters from short-axis MR images*. *J Comput Assist Tomogr* 1997; 21(5): 756-765.
  18. KUECHERER HF, KEE LL, MODIN G, CHEITLIN MD, SCHILLER NB: *Echocardiography in serial evaluation of left ventricular systolic and diastolic function: importance of image acquisition, quantitation, and physiologic variability in clinical and investigational applications*. *J Am Soc Echocardiogr* 1991; 4: 203-214.
  19. HONG YK, PARK YW, RYU SJ, WON JW, CHOI JY, SUL JH, ET AL: *Efficacy of MRI in complicated congenital heart disease with visceral heterotaxy syndrome*. *J Comp Assist Tomogr* 2000; 24(5): 671-682.

