

Artículo original

Utilidad de la tomografía computarizada de 64 detectores en el diagnóstico y el manejo de los pacientes con cardiopatías congénitas

Montserrat Bret-Zurita^{a,*}, Emilio Cuesta^a, Antonio Cartón^b, Jesús Díez^c, Ángel Aroca^d, José M. Oliver^e y Federico Gutiérrez-Larraya^b^a Servicio de Radiodiagnóstico, Hospital Universitario La Paz, Madrid, España^b Servicio de Cardiología Pediátrica, Hospital Universitario La Paz, Madrid, España^c Unidad de Bioestadística, Hospital Universitario La Paz, Madrid, España^d Servicio de Cirugía Cardíaca Pediátrica, Hospital Universitario La Paz, Madrid, España^e Servicio de Cardiología, Unidad de Cardiopatías Congénitas del Adulto, Hospital Universitario La Paz, Madrid, España

Historia del artículo:

Recibido el 30 de octubre de 2013

Aceptado el 30 de enero de 2014

On-line el 18 de junio de 2014

Palabras clave:

Cardiopatías congénitas

Enfermedad cardiovascular congénita

Tomografía computarizada multidetectores

Impacto

RESUMEN

Introducción y objetivos: Las cardiopatías congénitas son las malformaciones congénitas mayores más frecuentes, y su mortalidad ha ido disminuyendo con las mejoras en el diagnóstico y el tratamiento. Se ha valorado la utilidad de la tomografía computarizada de 64 detectores en el diagnóstico y el manejo de estos pacientes.

Métodos: Estudio observacional analítico sobre una cohorte retrospectiva (5 años). Se incluyeron 222 estudios de tomografía de pacientes con cardiopatías congénitas. Se realizó doble lectura de los casos y revisión de historias clínicas. Se determinó la complejidad de la cardiopatía, del paciente y de la técnica radiológica. Se valoró la aportación de datos nuevos sobre la sospecha clínica y el cambio de diagnóstico. Se fijó un intervalo de confianza del 95% y $p < 0,05$ como valor umbral de la significación estadística de las asociaciones.

Resultados: En el 35,1% de los casos, se realizó procedimiento terapéutico tras tomografía sin otras pruebas. Se realizó cateterismo diagnóstico complementario al 12,5%. Se observaron nuevos hallazgos en el 77% de los casos (el 82,9% con enfermedad compleja), que motivaron cambio de manejo del paciente en el 35,6%. Todos los diagnósticos no esperados resultaron nuevos hallazgos. No se detectaron diferencias significativas por edad, sexo, periodo de estudio, urgencia de la petición, dificultad de los pacientes o técnica empleada.

Conclusiones: La tomografía computarizada de 64 detectores tiene buena capacidad diagnóstica en cardiopatías congénitas, cambia su manejo en más de un tercio de los pacientes y pone de manifiesto hallazgos nuevos sobre la sospecha inicial en el 77% de los casos.

© 2014 Sociedad Española de Cardiología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

Usefulness of 64-detector Computed Tomography in the Diagnosis and Management of Patients With Congenital Heart Disease

ABSTRACT

Introduction and Objectives: Although congenital heart defects are the most common major congenital abnormalities, the associated mortality has been decreasing due to improvements in their diagnosis and treatment. We assessed the usefulness of 64-multidetector computed tomography in the diagnosis and management of these patients.

Methods: This 5-year observational, analytical, retrospective, cohort study included a total of 222 tomographic studies of patients with congenital heart disease. Computed tomography scans were read twice and medical records were reviewed. We assessed the complexity of the disease, patient, and radiological technique, and evaluated the contribution of new data in relation to clinical suspicion and diagnostic change. A confidence interval was set at 95% and a P value of $< .05$ was used as the cutoff for statistical significance.

Results: In 35.1% of patients, the treatment procedure was performed after computed tomography without other tests. Additional diagnostic catheterization was performed in 12.5% of patients. There were new findings in 77% of patients (82.9% with complex disease), which prompted a change in patient management in 35.6%. All unexpected reports described new findings. No significant differences were found by age, sex, study period, urgency of the test order, patient complexity, or difficulty of the technique.

Keywords:

Congenital heart disease

Congenital cardiovascular disease

Multidetector computed tomography

Impact

* Autor para correspondencia: Servicio de Radiodiagnóstico, Hospital Universitario La Paz, P.^o de la Castellana 261, 28046 Madrid, España.
Correo electrónico: m_bretzurita@yahoo.es (M. Bret-Zurita).

Conclusions: Use of 64-detector computed tomography yields good diagnostic performance in congenital heart disease, prompts changes in management in more than one-third of patients, and reveals new findings in relation to the presumed diagnosis in 77% of patients.

Full English text available from: www.revespcardiol.org/en

© 2014 Sociedad Española de Cardiología. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Abreviaturas

CC: cardiopatía congénita
RM: resonancia magnética
TCMD-64: tomografía computarizada de 64 detectores

INTRODUCCIÓN

Las cardiopatías congénitas (CC) se definen como cualquier anomalía cardíaca estructural con significación real o potencial. Su incidencia oscila entre 4 y 12/1.000 recién nacidos vivos, y las malformaciones congénitas mayores son las más frecuentes. Los factores ambientales y las alteraciones cromosómicas aisladas o asociadas a complejos sindrómicos son las causas conocidas más habituales. La mayoría se debe a una alteración del desarrollo entre la semanas 3 y 10 de gestación, y son entidades dinámicas con evolución diferente para cada paciente. La mortalidad sigue disminuyendo progresivamente (mejor diagnóstico y tratamiento), con lo que aumenta la supervivencia (aproximadamente el 85-90% de los pacientes con CC llegarán a la edad adulta)¹.

Aunque es difícil determinar la influencia de las técnicas de imagen en el aumento de la supervivencia, está demostrado un incremento de la detección de CC con la llegada de la tomografía computarizada de 64 detectores (TCMD-64) y la generalización de la resonancia magnética (RM) cardíaca. La información diagnóstica obtenida con bajo riesgo es esencial para el manejo médico y quirúrgico óptimo²⁻⁴ y la imagen perioperatoria ayuda a valorar el éxito del procedimiento^{5,6}.

Los continuos avances en imagen médica permiten diagnosticar a cualquier paciente con enfermedad cardiovascular utilizando diferentes métodos, con gran variación de requerimientos técnicos, beneficios, limitaciones y costes. El uso adecuado de cada uno de ellos requiere la integración de expertos que colaboren con los servicios de diagnóstico clínico^{7,8}. Se tiende a disminuir el uso del cateterismo diagnóstico pese a ser la técnica diagnóstica de referencia, y fundamentalmente se limita a fines terapéuticos⁹.

En el centro se está llevando a cabo un trabajo multidisciplinario en el manejo de las CC, y la incorporación de esta nueva técnica indujo a reflexionar sobre la capacidad de la TCMD-64 para dar respuesta a los problemas clínicos de los pacientes con CC y su repercusión en el manejo posterior. En este trabajo se pretende valorar el impacto en cardiología de la introducción de la TCMD-64 en el manejo de los pacientes con CC.

Hasta donde se sabe, este es el primer trabajo que analiza la aplicación clínica de la TCMD-64 a una larga cohorte de pacientes con CC, predominantemente pediátricos, en cuanto a la información que aporta a los clínicos y define el papel, la precisión y la seguridad de esta técnica para este grupo de pacientes.

MÉTODOS

Diseño del estudio y población

Se ha realizado un estudio observacional analítico sobre una cohorte retrospectiva. Intervino en todos los casos un radiólogo con

más de 10 años de experiencia en diagnóstico de CC (RM y tomografía computarizada [TC] cardíaca) del Servicio de Radiodiagnóstico del Hospital La Paz de Madrid, centro hospitalario de tercer nivel, referencia nacional para CC pediátricas y de adultos. La duración del estudio fue de 5 años (de enero de 2006 a enero de 2011).

Para cumplir la normativa vigente de protección de datos de carácter personal (Ley Orgánica 15/1999 de 5 de marzo de 2011), se codificaron los casos con número ordinal y número de exploración. Todos los estudios se realizaron con el consentimiento firmado del paciente o tutor. Este trabajo fue aceptado por el comité de ética de investigación clínica del centro para su realización (PI-1260).

Todos los pacientes tenían un ecocardiograma transtorácico previo. Se incluyó a pacientes con: sospecha de CC no coronaria (conocida previamente o no); sospecha de CC no coronaria conocida que precisaba control evolutivo o postoperatorio (quirúrgico o endovascular); CC y sospecha de coronariopatía, y pacientes pediátricos con sospecha de hipertensión pulmonar con o sin cardiopatía conocida. Se excluyeron los controles evolutivos que no aportaban datos sobre la indicación o el diagnóstico de la prueba.

Protocolo de estudio

Se utilizó un equipo Aquillion 64 V6.2ER014 (Toshiba Medical Systems Europe). La edad, la enfermedad de sospecha y colaboración de los pacientes determinaron la técnica radiológica empleada (TC simple con contraste intravenoso, angiografía por TC o TC cardíaca) y la necesidad de anestesia (edad < 6 años).

Se administró contraste intravenoso (yodo, 300 mg/ml) con inyector automático de doble cabezal a todos los pacientes a 2 ml/kg de peso, con velocidad de inyección según vía canalizada. Todos los pacientes estaban en ayunas, de 4 h (los neonatos) a 6 h.

Se efectuaron los estudios de TC simple y angiografía por TC en respiración libre, obteniendo una única hélice —salvo en el Fontan extracardiaco, en que se obtuvo una adquisición tardía (70 s) (figura 1)— desde opérculo torácico hasta cúpula diafragmática. Se inició la adquisición a los 35-40 s del inicio de la inyección de contraste intravenoso en las TC simples y con *bolus tracking* automático en las angiografías por TC. En ambos se empleó modulación automática de corriente del tubo, rotación 0,5 s, *pitch* de 1,0-1,5, colimación fina 0,5 × 64 mm y grosor de corte de 0,5 mm.

Se realizaron los estudios de TC cardíaca en apnea (5-15 s), utilizando *bolus tracking* automático, *pitch* de 0,2-0,3 ($p = 0,206$), colimación fina (64 × 0,5 mm), grosor de corte de 0,5 mm, alto kilovoltaje y miliamperaje, sincronización electrocardiográfica retrospectiva y reconstrucciones con un 30-50% de superposición de cortes.

En la consola de trabajo Vitrea[®] 2 (Vital Images, Inc.; MediMark[®] Europe), se reconstruyeron las imágenes con *preset* de aorta, TC cardíaca y vía aérea. Se obtuvieron reconstrucciones volumétricas tridimensionales, multiplanares (MIP [*maximum intensity projection*], MiniIP [*minimum intensity projection*]), y mediciones vasculares siguiendo un análisis secuencial segmentario. Se recuperaron los casos del archivo de imágenes del centro para segunda lectura y se revisó el informe de la TCMD-64 y las historias clínicas para ver la evolución posterior a la TCMD-64.

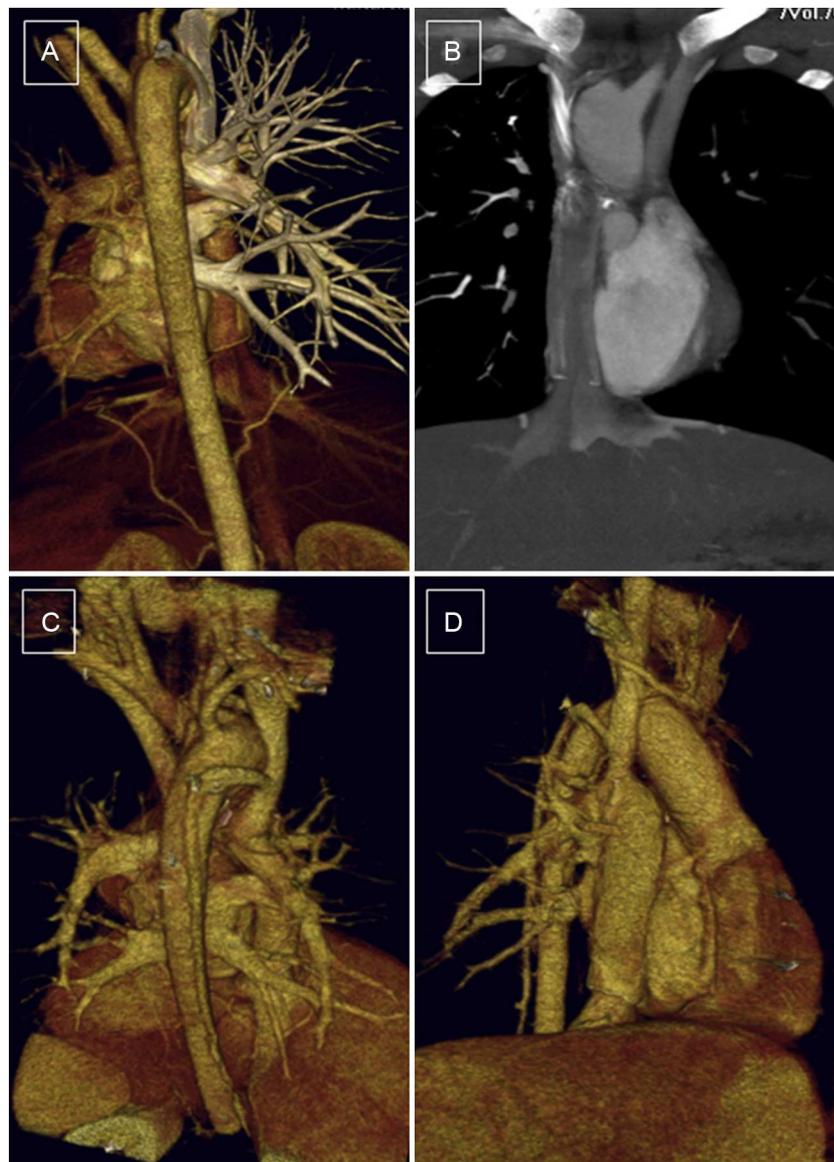


Figura 1. Paciente de 10 años de edad con Glenn bilateral bidireccional y conexión cavopulmonar total. Relleno completo de los conductos sin evidencia de trombos ni estenosis en las conexiones quirúrgicas. A y B: fase arterial, sin relleno de contraste del Glenn izquierdo y el Fontan. C y D: fase venosa, visión posterior y anterior derechas; relleno homogéneo de los conductos.

Variables recogidas

Datos de población: edad, sexo, fecha de realización de la prueba. Información clínica disponible en la petición de la prueba: finalidad y justificación de la prueba y estudio antes o después del tratamiento. Datos de historia clínica: pruebas complementarias previas y posteriores a la TCMD-64. Se calcularon valores de complejidad de la cardiopatía^{10,11} y de cada paciente (*Aristotle score*)^{12,13}. Los estudios se clasificaron por dificultad técnica: TC de tórax simple con contraste intravenoso, angiografía por TC y TC cardiaca de adulto y niño, y se valoró el uso de sincronismo cardíaco.

Se codificaron los hallazgos por grupos anatómicos: afección aórtica, árbol pulmonar, enfermedad coronaria, drenaje venoso pulmonar, CC complejas, complicaciones posquirúrgicas, hipertensión pulmonar y vía aérea y otros (hallazgos que no fueron indicación para la prueba).

Se valoró si el resultado modificaba el manejo clínico, el tratamiento o el modo de vida de los pacientes (1, hallazgos conocidos; 2, nuevos hallazgos sin cambio de manejo; 3, nuevos hallazgos con cambio de manejo; 4, cambio de diagnóstico) y la

concordancia entre diagnóstico de sospecha y diagnóstico con la prueba: existencia de hallazgos esperados o no esperados previamente.

Se definió como nuevos hallazgos cualquier alteración anatómica no objetivada en pruebas previas (ecocardiografía transtóraca, ecocardiografía transesofágica, RM, etc.), que:

- Supone cambio de diagnóstico: cambio de complejidad de la CC, ordenación segmentaria, defectos intracardiacos o grandes vasos diagnosticados previamente:
 - Supone cambio de tratamiento: de cirugía a cateterismo, de cateterismo a cirugía o cambio de técnica de cateterismo o de cirugía.
 - No supone cambio de tratamiento.
- No supone cambio de diagnóstico.

Se definió como hallazgo no esperado el no previsible por los conocimientos de la historia natural o modificada de la alteración anatómica principal.

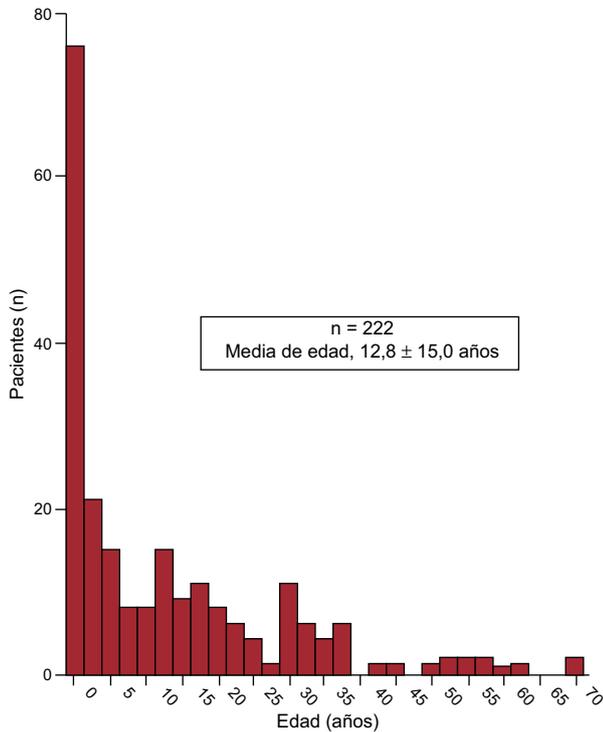


Figura 2. Distribución de la población por edades.

Análisis estadístico

El estudio analítico se llevó a cabo en colaboración con la Sección de Bioestadística del Hospital La Paz (programa SPSS versión 11.5 para Windows). Se fijó un intervalo de confianza del 95% y se consideró significativas las asociaciones estadísticas con $p < 0,05$.

En comparaciones de variables cuantitativas continuas con distribución normal, se utilizó la prueba de la t de Student o análisis de la varianza, o sus equivalentes no paramétricos cuando fue necesario (U de Mann-Whitney o prueba de Kruskal-Wallis). En

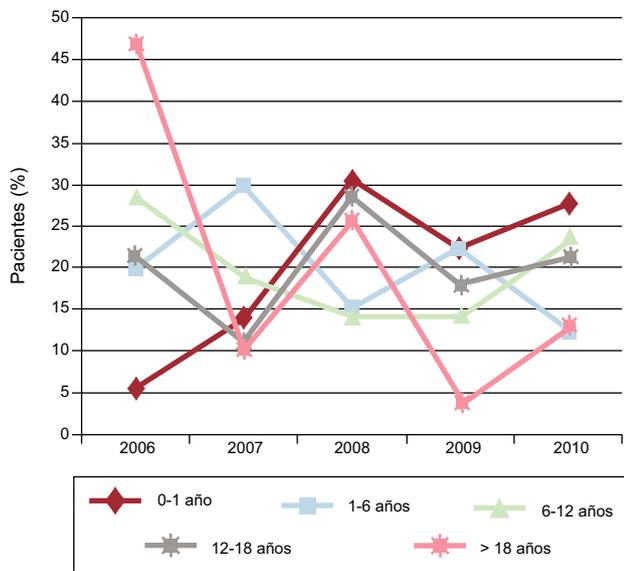


Figura 3. Progresión de grupos de población en el periodo de estudio. Nótese la progresión ascendente de los pacientes < 1 año y la progresión descendente de los > 18 años.

Tabla 1

Relación de los principales diagnósticos registrados

Sospecha diagnóstica		Diagnósticos clínicos obtenidos en TCMD-64	
CCc	76 (34,2)	AP	228 (18,2)
Aorta	56 (25,2)	Complicaciones posquirúrgicas	182 (14,7)
AP	32 (14,4)	Aorta (anillos, coartación, interrupción)	156 (12,4)
Coronarias	19 (8,6)	Coronarias	78 (6,2)
Otros	39 (17,6)	Otros	609 (48,5)
Total	222 (100)	Total	1.253 (100)

AP: arterias pulmonares; CCc: cardiopatías congénitas complejas; TCMD-64: tomografía computarizada de 64 detectores.

En la columna de la izquierda se desglosan los diagnósticos de sospecha más frecuentes (indicación para realizar la prueba), a la derecha, los diagnósticos recogidos después de realizar y analizar los estudios de tomografía computarizada de 64 detectores.

Las cifras expresan n (%).

comparaciones de más de dos grupos realizadas con análisis de la varianza, se utilizó un test *post-hoc* de Bonferroni. La asociación entre variables cualitativas se realizó con la prueba de la χ^2 o la prueba exacta de Fisher.

RESULTADOS

Se incluyeron 222 casos —136 varones y 86 mujeres, población asimétrica—, con una media de edad de 12,8 años (1 día-71 años) (figura 2).

El grupo más frecuente en 2006 eran los pacientes > 18 años (47,5%), que fueron disminuyendo durante el estudio. Solamente el grupo de 0-1 años mostró un crecimiento progresivo y los demás grupos mantuvieron una tendencia homogénea (figura 3). El 71,2% de los pacientes no tenían estudios complementarios, salvo ecocardiografía transtorácica. Las tablas 1 y 2 resumen los principales diagnósticos. El 87,6% de pacientes no precisaron más pruebas diagnósticas, bien por darlos de alta (2,5%), bien por controlarlos en consulta (50%). En el 35,1% de los casos se realizó procedimiento terapéutico sin otras pruebas complementarias. Solo se efectuó cateterismo complementario al 12,5% (figura 4). El 90% de las CC estudiadas eran moderadas-graves y

Tabla 2

Diagnósticos específicos más frecuentes al realizar la tomografía computarizada de 64 detectores

AP	228 (18,2)
Estenosis de AP (principal y ramas)	60 (60)
Hipoplasia de AP	37 (16,2)
Atresia pulmonar + CIV	30 (13,3)
Tetralogía de Fallot	24 (10,5)
Aorta	156 (12,4)
Anillos vasculares	38 (24,4)
Coartación de aorta	36 (23,1)
Hipoplasia/interrupción de arco	20 (12,8)
Otros	62 (39,7)
Coronarias	78 (6,2)
Anomalías congénitas	48 (64,8)
Control tras corrección quirúrgica	12 (18,3)
Estudio previo al tratamiento quirúrgico o cateterismo	13 (16,9)

AP: arterias pulmonares; CIV: comunicación interventricular.

Las complicaciones posquirúrgicas fueron muy variadas, con predominio de presencia de colaterales sistémico-pulmonares sobre las demás entidades.

Las cifras expresan n (%).

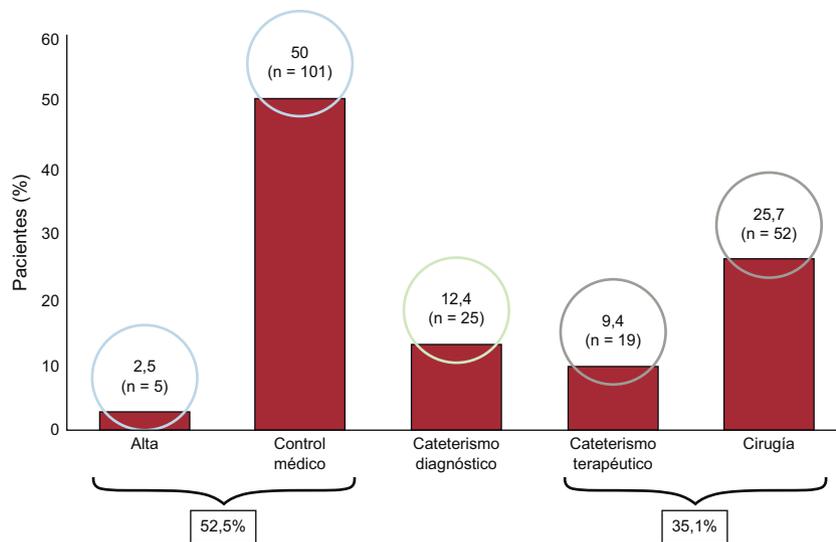


Figura 4. Evolución de los pacientes tras la tomografía computarizada de 64 detectores.

el 80,2% de los pacientes tenían un nivel de complejidad < 3 (nivel I).

Se detectaron hallazgos nuevos en el 77% de los casos, y las categorías excluyentes de tipo dicotomizado fueron: sin cambio de manejo (65,3%) y con cambio de manejo posterior (35,6%), de los que el 11,3% se debió a cambio de diagnóstico (tabla 3). Por enfermedades, el 82,9% de los nuevos hallazgos fue en CC complejas, con cambio de manejo en el 31,6% ($p < 0,0001$) y cambio de diagnóstico en enfermedades aórtica (28,6%) y coronaria (21,1%). En ningún caso de CC complejas hubo cambio de diagnóstico (tabla 4). Por complejidad de la CC, registramos hallazgos nuevos en el 81,8% de las CC graves, con cambio de manejo en el 31,2% y cambio de diagnóstico en CC moderada (18,9%) ($p < 0,05$). La mayor complejidad de los pacientes se acompañó de cambio de diagnóstico, con puntuación media de 2,72 ($p < 0,05$). Los estudios pediátricos de TC cardíacas aportaron nuevos hallazgos con repercusión clínica en el 66,7% ($p < 0,05$). El 80% de las TC cardíacas pediátricas aportaron nuevos hallazgos y cambiaron el manejo posterior en el 30% ($p < 0,05$). El 100% de los diagnósticos no esperados fueron nuevos hallazgos con cambio de manejo en el 86,8% y nuevos diagnósticos en el 47,2% ($p < 0,0001$). Solo hubo cambios de manejo en el 19,5% de los casos con diagnóstico esperado.

En cuanto a la concordancia entre diagnóstico de sospecha y de la prueba, se encontraron más diagnósticos no esperados en 2006 (37,7%) ($p < 0,05$), con predominio en enfermedad aórtica (37,5%) y coronaria (31,6%) ($p < 0,05$), y en 2009 en enfermedad aórtica (56,3%) ($p < 0,05$).

La urgencia para realizar el estudio fue un factor condicionante ($p < 0,005$), y se registró diagnóstico no esperado en el 39,3%,

Tabla 3

Cambio de actitud terapéutica. Categorías excluyentes de tipo dicotomizado

Resultado	Casos, n (%)	Total (%)
<i>Sin cambio de manejo</i>		
Hallazgos conocidos	51 (23,9)	65,3
Nuevos hallazgos	92 (41,4)	
<i>Con cambio de manejo</i>		
Nuevos hallazgos	54 (24,3)	35,6
Nuevo diagnóstico	25 (11,3)	

frente al 14,6 y el 20,3% de las peticiones preferente y normal. Se registraron más diagnósticos no esperados en peticiones urgentes de enfermedad aórtica y < 1 año ($p < 0,01$). Se encontraron diferencias significativas en diagnósticos no esperados de cardiopatías con complejidad media (30,3%) ($p < 0,05$) y en pacientes < 1 año respecto al resto de los grupos de edad ($p < 0,05$). Los valores de complejidad de pacientes fueron superiores en estudios con diagnósticos no esperados (media, 2,3; $p < 0,01$) y pacientes < 1 año (media, 3,12; $p < 0,0001$). Al hacer comparaciones entre grupos 2 a 2 con el test no paramétrico, hemos encontrado diferencias estadísticamente significativas a favor de los pacientes < de 1 año. Por periodo de estudio, se registraron más diagnósticos no esperados en 2009, con mayor complejidad de los pacientes (media, 2,52; $p < 0,0001$) y diferencias significativas entre 2006 y el resto de los grupos ($p < 0,05$).

Por grupos de enfermedad, la complejidad del paciente fue superior en la hipertensión pulmonar (3,17 puntos), aunque sin diferencias al comparar las medias por grupos. La TC simple de niño aportó el 66,7% de diagnósticos no esperados ($p < 0,05$), especialmente en enfermedad aórtica ($p < 0,01$).

El sexo no influyó en el diagnóstico esperado/no esperado, aunque pudiera existir algún factor de confusión (el 35,7 frente al 44,3%) explicable por el azar (factores independientes asociados al diagnóstico).

Tabla 4

Nuevos hallazgos por enfermedades

Enfermedad	NH sin cambio de manejo	NH con cambio de manejo	Cambio de diagnóstico
CCc	39 (51,3)	24 (31,6)	0
Aórtica	19 (33,9)	7 (12,5)	16 (28,6)
Pulmonar	14 (43,8)	10 (31,3)	1 (3,1)
HTP	7 (30,4)	5 (21,7)	2 (8,7)
Coronaria	5 (26,3)	4 (21,1)	4 (21,1)
DVPA	8 (50)	4 (25)	2 (12,5)
Total	92 (41,4)	54 (24,3)	25 (11,3)

CCc: cardiopatías congénitas complejas; DVPA: drenaje venoso pulmonar anómalo; HTP: hipertensión pulmonar; NH: nuevos hallazgos. Los datos expresan n (%).

DISCUSIÓN

La TCMD-64 obtiene excelente calidad anatómica, pero su gran desventaja respecto a la RM es la radiación ionizante. Muchas publicaciones analizan el valor diagnóstico de la TCMD-64 en CC, la mayoría son estudios de primer y segundo nivel (diagnóstico y parámetros técnicos)¹⁴. Hasta donde sabemos, hay muy pocos trabajos que investiguen el impacto de la TCMD-64 en el planteamiento terapéutico y el manejo de estos pacientes¹⁵. Lo ideal sería realizar un estudio aleatorizado y controlado, pero estos estudios son largos, costosos y poco éticos. Por eso se ha llevado a cabo un estudio retrospectivo de las opiniones de los clínicos basadas en el informe de TCMD-64.

Se ha observado que casi la mitad de los datos recogidos en el último periodo eran nuevos hallazgos (más experiencia, más precisión en la técnica y el diagnóstico). Si estos hallazgos fuesen solamente diagnósticos nuevos, la explicación podría ser que los peticionarios son menos expertos o tienen poco acierto diagnóstico, pero el resultado indica mayor precisión diagnóstica. Por edades, fueron más frecuentes los cambios de actitud con los pacientes más jóvenes. De todos los hallazgos no esperados, en el 86,8% de los casos se produjo cambio de manejo. Secchi et al¹⁶, en su estudio de RM encontraron que los casos no esperados se asociaban a categorías clínicamente más importantes y que el 85% de los casos no esperados resultaron en cambio de terapia, de estilo de vida o de diagnóstico. Tampoco encontraron diferencias entre los periodos de estudio, lo que indica que los clínicos utilizaron un criterio congruente al interpretar los informes de las pruebas. En el estudio de Tsai-Goodman et al³, el 70,3% de los pacientes a los que realizaron RM no precisaron cateterismos complementarios. En nuestro estudio, el 78,83% no precisó más estudios complementarios. Por lo tanto, los resultados son mejores y proporcionaron suficiente información. La técnica utilizada tampoco es invasiva y evita gastos y riesgos adicionales. También Eichhorn et al¹⁷ encontraron una elevada precisión diagnóstica, evitando técnicas adicionales para un adecuado planteamiento quirúrgico. Según ellos, la precisión diagnóstica es comparable al cateterismo, pero más precisa para detectar otras complicaciones que pondrían en riesgo la vida del paciente. Khatri et al¹⁸ concluyen que la TCMD-64 tiene muchas ventajas sobre otras técnicas diagnósticas convencionales y proporciona datos clave para el planteamiento quirúrgico e intervencionista. La correlación con la anatomía quirúrgica es excelente y ponen la TCMD-64 a la cabeza en cuanto a

técnica diagnóstica de CC y en la toma de decisiones, y es el primer estudio que se refiere a la TCMD-64 como técnica no invasiva capaz de reemplazar al cateterismo diagnóstico en CC.

En enfermedad coronaria, Juan et al¹⁹ concluyeron que la TCMD-64 es buena técnica diagnóstica en CC, pero no puede reemplazar todavía al cateterismo por falta de posibilidad terapéutica. Nosotros solamente realizamos cateterismo diagnóstico complementario al 21,17%, la mayoría con fines terapéuticos o estudios funcionales complementarios. Lee et al²⁰ no precisaron cateterismos diagnósticos adicionales a los estudios de TCMD-64. Coincidimos con ellos en que la TCMD-64 es capaz de complementar la ecocardiografía transtorácica y sustituir otras técnicas para el diagnóstico anatómico, sobre todo en neonatos, conociendo la tasa de complicaciones pericaterismo, que todavía es del 10-20%, y la mortalidad relacionada, alrededor del 1%. También Vastel-Amzallag et al²¹, en su estudio sobre tetralogía de Fallot, concluyeron que la TCMD-64 evita angiografías adicionales antes de la cirugía correctora. Estos cambios de planteamiento diagnóstico también quedan reflejados en las publicaciones y las guías recientes de los cardiólogos intervencionistas²².

Se evaluó la concordancia entre el diagnóstico de sospecha y el definitivo en términos de porcentaje de resultados no esperados y de cambio de diagnóstico. El diagnóstico no esperado se manifestó con nuevos hallazgos en el 100% de los casos, y motivó el cambio de manejo hasta en el 86,8%, y el 47,2% de estos fueron diagnósticos nuevos. Del grupo de diagnóstico esperado, solo hubo cambio de manejo en el 19,5%. En el estudio de Secchi et al¹⁶, solo en el 13% de los pacientes se obtuvieron resultados no esperados, en el 70% hubo cambio de tratamiento y en el 5%, cambio de diagnóstico. De modo que nuestras cifras son mayores en general. No hubo diferencias significativas con los grupos de edad y diagnóstico esperado/no esperado, lo que indica que el diagnóstico de las CC es independiente de la edad.

Tampoco se encontraron diferencias en la intención del estudio (antes y después de cirugía o cateterismo) y la finalidad de la prueba, y es lógico que la realización de la TCMD-64 y su interpretación no se vean afectadas, por el bien de los pacientes. En el periodo 2009 se observó mayor número de diagnósticos no esperados, la mayoría con enfermedad aórtica urgente²³ (figura 5). Por otro lado, en CC complejas, la proporción de diagnósticos no esperados es muy baja, lo que indica que, para llegar a su diagnóstico se han tenido que categorizar previamente mediante otras técnicas. Con el test no paramétrico se encontraron mayores

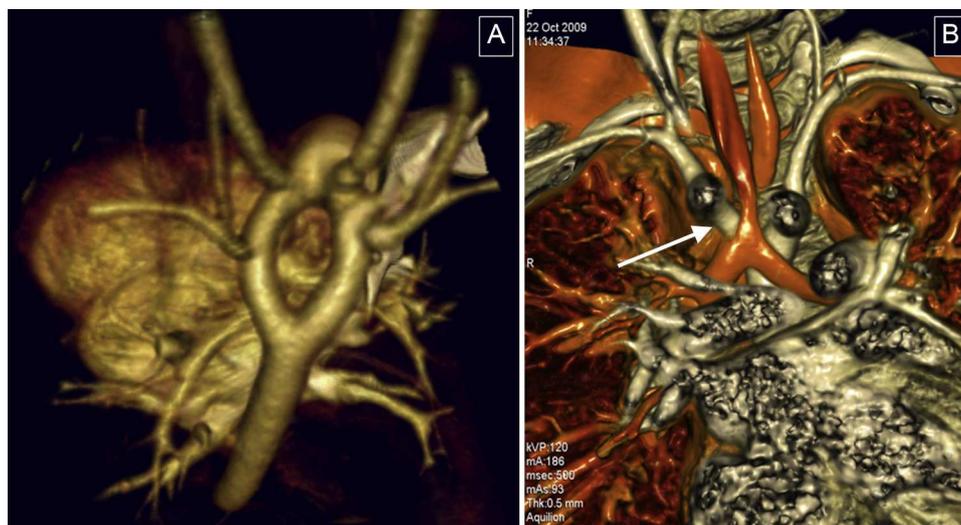


Figura 5. Anillos vasculares, la afección aórtica más frecuente en nuestro estudio. A: reconstrucción volumétrica tridimensional, visión postero-superior; arco aórtico doble completo, con arcos simétricos y origen aislado de los troncos supraaórticos. B: reconstrucción de vía aérea; disminución de la luz traqueal coincidiendo con su paso por el anillo vascular (flecha).



Figura 6. Situación real con neonato de gran complejidad. A: ventilación manual en cuna de traslado. B: preparación previa a la colocación en mesa de exploración de la tomografía computarizada de 64 detectores. C: situación en la mesa con comprobación de todos los cables y las vías de medicación del paciente. D: paciente dentro del equipo durante la adquisición del estudio.

valores de complejidad de los pacientes en estudios con diagnósticos no esperados y pacientes más pequeños con cada grupo de edad, comparados 2 a 2 (figura 6). Otra forma de apreciar el valor clínico de esta técnica es considerar qué hubiera pasado a los pacientes con resultados no esperados. Seguramente, se habría llegado al diagnóstico realizando otras técnicas (RM, cateterismo) o por evolución natural de esa enfermedad. Sin embargo, son conclusiones especulativas, puesto que no se dispone de grupo control²⁴.

Ventajas de la TCMD sobre la RM en CC: permite valorar al mismo tiempo anomalías cardiovasculares, vía aérea, parénquima pulmonar y caja torácica; necesita tiempos de anestesia cortos; tiene mayores resolución espacial y disponibilidad y menor sensibilidad a artefactos metálicos; requiere menos experiencia; se puede hacer TCMD-64 a pacientes con marcapasos y claustrofobia, y la RM todavía no está capacitada para el estudio de arterias coronarias^{6,25,26}.

Con las recomendaciones de las guías existentes^{24,27-30} y la propia experiencia, se pueden resumir las indicaciones para realizar un estudio de TCMD-64 en CC (adultos y niños) en cinco grandes grupos:

1. Origen o curso de arterias coronarias proximal y distal.
2. Contraindicaciones de RM, grandes artefactos metálicos o importantes calcificaciones vasculares.
3. Valoración de vía aérea, parénquima pulmonar o caja torácica (cirugías repetidas).
4. Anomalías con vasos tortuosos y de escaso calibre.
5. Pacientes en situación clínica grave o de difícil control.

Consideraciones prácticas y seguridad

A pesar de que el daño inducido por la radiación ionizante puede llegar a producir cáncer y está directamente relacionado con

la edad del paciente, no existe una relación causa-efecto definida y constante en la incidencia de tumores debidos a la exposición a radiación con fines diagnósticos³¹⁻³³. No hay contraindicación absoluta para realizar TCMD cardiovascular, salvo alergia a contrastes yodados o nefrotoxicidad inducida por contraste. Una vez justificada la realización de la TCMD, el objetivo es reducir al mínimo la dosis de radiación necesaria para obtener la adecuada calidad de imagen para un diagnóstico correcto³⁴.

Limitaciones del estudio

El diseño retrospectivo fue ideal para el análisis estadístico *post-hoc*, pero la definición de los datos esperados se realizó sobre conjeturas de la información clínica de petición, pues saber realmente lo que se esperaba encontrar en el estudio es más difícil. Podría existir un sesgo de selección, ya que los pacientes con CC que acuden a un hospital terciario son casos complejos, que sobrestime el impacto. La existencia de una unidad de neonatología en nuestro centro explica el elevado número de neonatos y niños pequeños en nuestro estudio. No se efectuaron controles de variabilidad interobservador.

CONCLUSIONES

Este trabajo demuestra que la TCMD-64 tiene buena capacidad diagnóstica en pacientes con CC, influye en su evolución y cambia su manejo en más de un tercio de los casos, y pone de manifiesto hallazgos nuevos sobre la sospecha inicial en el 77% de los casos. El 100% de los diagnósticos no esperados se manifestaron con nuevos hallazgos, y en la mayoría de ellos se cambió el manejo del paciente. Aunque sería ideal poder hacer más trabajos de este tipo,

la vertiginosa evolución tecnológica hace difícil llevar a cabo estudios comparativos en el futuro o con otros centros.

CONFLICTO DE INTERESES

Ninguno.

BIBLIOGRAFÍA

- Pradat P, Francannet C, Harris JA, Robert E. The epidemiology of cardiovascular defects, part I: a study based on data from three large registries of congenital malformations. *Pediatr Cardiol.* 2003;24:195-221.
- Hoffman JL, Kaplan S. The incidence of congenital heart disease. *J Am Coll Cardiol.* 2002;39:1890-900.
- Tsai-Goodman B, Geva T, Odegard KC, Sena LM, Powell AJ. Clinical role, accuracy, and technical aspects of cardiovascular magnetic resonance imaging in infants. *Am J Cardiol.* 2004;94:69-74.
- Van der Linde D, Konings EE, Slager MA, Witsenburg M, Helbing WA, Takkenberg JJ, et al. Birth prevalence of congenital heart disease worldwide: a systematic review and meta-analysis. *J Am Coll Cardiol.* 2011;58:2241-7.
- Goo HW, Park IS, Ko JK, Kim YH, Seo DM, Park JJ. Computed tomography for the diagnosis of congenital heart disease in pediatric and adult patients. *Int J Cardiovasc Imaging.* 2005;21:347-65.
- Hlavacek AM. Imaging of congenital cardiovascular disease: the case for computed tomography. *J Thorac Imaging.* 2010;25:247-55.
- Bergersen L, Everett AD, Giroud JM, Martin GR, Franklin RC, Beland MJ, et al. Report from The International Society for Nomenclature of Paediatric and Congenital Heart Disease: cardiovascular catheterisation for congenital and paediatric cardiac disease (Part 1 - Procedural nomenclature). *Cardiol Young.* 2011;21:252-9.
- Thomas JD, Zoghbi WA, Beller GA, Bonow RO, Budoff MJ, Cerqueira MD, et al. ACCF 2008 Training Statement on Multimodality Noninvasive Cardiovascular Imaging A Report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association/American College of Physicians Task Force on Clinical Competence and Training Developed in Collaboration With the American Society of Echocardiography, the American Society of Nuclear Cardiology, the Society of Cardiovascular Computed Tomography, the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance, and the Society for Vascular Medicine. *J Am Coll Cardiol.* 2009;53:125-46.
- Baumgartner H, Bonhoeffer P, De Groot NM, De Haan F, Deanfield JE, Galie N, et al. ESC Guidelines for the management of grown-up congenital heart disease (new version 2010). *Eur Heart J.* 2010;31:2915-57.
- Van der Bom T, Zomer AC, Zwinderman AH, Meijboom FJ, Bouma BJ, Mulder BJ. The changing epidemiology of congenital heart disease. *Nat Rev Cardiol.* 2011;8:50-60.
- Warnes CA, Liberthson R, Danielson GK, Dore A, Harris L, Hoffman JL, et al. Task force 1: the changing profile of congenital heart disease in adult life. *J Am Coll Cardiol.* 2001;37:1170-5.
- Lacour-Gayet F, Clarke D, Jacobs J, Comas J, Daebritz S, Daenen W, et al. Aristotle Committee The Aristotle score: a complexity-adjusted method to evaluate surgical results. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2004;25:911-24.
- Lacour-Gayet F, Clarke DR. Aristotle Committee The Aristotle method: a new concept to evaluate quality of care based on complexity. *Curr Opin Pediatr.* 2005;17:412-7.
- Sardanelli F, Di Leo G. Study design, systematic reviews and levels of evidence. *Biostatistics for radiologists.* Trento: Springer-Verlag Italia; 2009. p. 141-64.
- Carreras F, Leta R, Pons-Lladó G. Impacto de la coronariografía no invasiva por tomografía computarizada con multidetectores en epidemiología: hacia una evidencia directa del riesgo cardiovascular. *Rev Esp Cardiol.* 2013;66:926-8.
- Secchi F, Di Leo G, Papini GD, Nardella VG, Negura D, Carminati M, et al. Cardiac magnetic resonance: impact on diagnosis and management of patients with congenital cardiovascular disease. *Clin Radiol.* 2011;66:720-5.
- Eichhorn JG, Fink C, Long F, Arnold R, Ley S, Ulmer H, et al. Multidetector CT for the diagnosis of congenital vascular anomalies and associated complications in newborns and infants. *Rofó.* 2005;177:1366-72.
- Khatri S, Varma SK, Khatri P, Kumar RS. 64-slice multidetector-row computed tomographic angiography for evaluating congenital heart disease. *Pediatr Cardiol.* 2008;29:755-62.
- Juan CC, Hwang B, Lee PC, Meng CC. Diagnostic application of multidetector-row computed tomographic coronary angiography to assess coronary abnormalities in pediatric patients: comparison with invasive coronary angiography. *Pediatr Neonatol.* 2011;52:208-13.
- Lee T, Tsai IC, Fu YC, Jan SL, Wang CC, Chang Y, et al. Using multidetector-row CT in neonates with complex congenital heart disease to replace diagnostic cardiac catheterization for anatomical investigation: initial experiences in technical and clinical feasibility. *Pediatr Radiol.* 2006;36:1273-82.
- Vastel-Amzallag C, Le Bret E, Paul JF, Lambert V, Rohnean A, El Fassy E, et al. Diagnostic accuracy of dual-source multislice computed tomographic analysis for the preoperative detection of coronary artery anomalies in 100 patients with tetralogy of Fallot. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2011;142:120-6.
- Feltes TF, Bacha E, Beekman 3rd RH, Cheatham JP, Feinstein JA, Gomes AS, et al. Indications for cardiac catheterization and intervention in pediatric cardiac disease: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation.* 2011;123:2607-52.
- Cartón AJ, González Rocafort A, Bret Zurita M. Coartación del lado equivocado del arco aórtico. *Rev Esp Cardiol.* 2013;66:497.
- Hendel RC, Patel MR, Kramer CM, Poon M, Hendel RC, Carr JC, et al. ACCF/ACR/SCCT/SCMR/ASNC/NASCI/SCAI/SIR 2006 appropriateness criteria for cardiac computed tomography and cardiac magnetic resonance imaging: a report of the American College of Cardiology Foundation Quality Strategic Directions Committee Appropriateness Criteria Working Group, American College of Radiology, Society of Cardiovascular Computed Tomography, Society for Cardiovascular Magnetic Resonance, American Society of Nuclear Cardiology, North American Society for Cardiac Imaging, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, and Society of Interventional Radiology. *J Am Coll Cardiol.* 2006;48:1475-97.
- Aviram G, Sharony R, Kramer A, Nesher N, Loberman D, Ben-Gal Y, et al. Modification of surgical planning based on cardiac multidetector computed tomography in reoperative heart surgery. *Ann Thorac Surg.* 2005;79:589-95.
- Kasar PA, Ravikumar R, Varghese R, Kotecha M, Vimala J, Kumar RN. Computed tomographic angiography in tetralogy of Fallot. *Asian Cardiovasc Thorac Ann.* 2011;19:324-32.
- Jhang WK, Park JJ, Seo DM, Goo HW, Gwak M. Perioperative evaluation of airways in patients with arch obstruction and intracardiac defects. *Ann Thorac Surg.* 2008;85:1753-8.
- Silversides CK, Salehian O, Oechslin E, Schwerzmann M, Vonder MI, Khairy P, et al. Canadian Cardiovascular Society 2009 Consensus Conference on the management of adults with congenital heart disease: complex congenital cardiac lesions. *Can J Cardiol.* 2010;26:e98-117.
- Sim K, Abdul Aziz AY, Chin S, Chong F, Choo G, Chew D, et al. The Malaysian consensus statement on utilisation of cardiac CT. *Biomed Imaging Interv J.* 2008;4:e41.
- Tsai IC, Choi BW, Chan C, Jinzaki M, Kitagawa K, Yong HS, et al. ASCI 2010 appropriateness criteria for cardiac computed tomography: a report of the Asian Society of Cardiovascular Imaging Cardiac Computed Tomography and Cardiac Magnetic Resonance Imaging Guideline Working Group. *Int J Cardiovasc Imaging.* 2010;26 Suppl 1:1-15.
- Boxt LM. CT angiography in children: it is accurate, but is it safe? *JACC Cardiovasc Imaging.* 2008;1:340-2.
- Huang B, Law MW, Mak HK, Kwok SP, Khong PL. Pediatric 64-MDCT coronary angiography with ECG-modulated tube current: radiation dose and cancer risk. *AJR Am J Roentgenol.* 2009;193:539-44.
- Mariotti L, Facchetti A, Bertolotti A, Ranza E, Alloni D, Ottolenghi A. Radiation-induced perturbation of cell-to-cell signalling and communication. *Radiat Prot Dosimetry.* 2011;143:294-300.
- Justino H. The ALARA concept in pediatric cardiac catheterization: techniques and tactics for managing radiation dose. *Pediatr Radiol.* 2006;36 Suppl 2: 146-53.