

## Artículo original

## Seguridad de la extracción transvenosa de electrodos en las cardiopatías congénitas del adulto: una perspectiva nacional

Xiaofan Guo<sup>a,b,\*</sup>, Robert M. Hayward<sup>c</sup>, Eric Vittinghoff<sup>bd</sup>, Sun Yong Lee<sup>c</sup>, Ian S. Harris<sup>c,d</sup>, Mark J. Pletcher<sup>b</sup> y Byron K. Lee<sup>c</sup><sup>a</sup> Department of Cardiology, First Hospital of China Medical University, Shenyang, Liaoning, China<sup>b</sup> Department of Epidemiology and Biostatistics, University of California, San Francisco, California, Estados Unidos<sup>c</sup> Division of Cardiology, Department of Medicine, University of California, San Francisco, California, Estados Unidos<sup>d</sup> Cardiovascular Research Institute, University of California, San Francisco, California, Estados Unidos

## Historia del artículo:

Recibido el 13 de febrero de 2020

Aceptado el 12 de agosto de 2020

On-line el 10 de diciembre de 2020

## Palabras clave:

Extracción transvenosa de electrodos

Cardiopatía congénita

Complicación

Mortalidad

## RESUMEN

**Introducción y objetivos:** Hay poca información sobre los resultados de la extracción transvenosa de electrodos (ETE) en adultos con cardiopatías congénitas (CC). Nuestro objetivo fue evaluar la seguridad del procedimiento de la ETE en pacientes con CC a partir del análisis de bases de datos nacionales de series de pacientes durante 10 años.**Métodos:** Se analizaron las bases de datos *Healthcare Cost and Utilization Project Nationwide Inpatient Sample* para identificar los procedimientos de la ETE en pacientes adultos con y sin CC entre los años 2005 y 2014, centrándose en los números sobre mortalidad hospitalaria y complicaciones.**Resultados:** Se encontró que 132.068 pacientes adultos se sometieron a ETE, 1.939 con CC simple, 657 con CC compleja y 626 con CC no especificada. El número de procedimientos de ETE en adultos con CC aumentó ligeramente de 236 casos en 2005 a 445 casos en 2014, con fluctuaciones durante el periodo de estudio. La tasa general de cualquier complicación en el procedimiento de ETE fue del 16,6% en el grupo de CC frente al 10,1% en el de pacientes sin CC ( $p < 0,001$ ). En una cohorte emparejada por puntuación de propensión, la CC se asoció con un mayor riesgo de cualquier complicación después del ajuste completo en comparación con los pacientes sin CC (ORa = 1,49; IC95%, 1,11-1,99;  $p = 0,007$ ). Las CC simples y complejas se asociaron respectivamente con un riesgo 1,5 y 2,1 veces mayor de cualquier complicación relacionada con la ETE. La CC no se asoció con un mayor riesgo de mortalidad hospitalaria (ORa = 0,77; IC95%, 0,42-1,39;  $p = 0,386$ ).**Conclusiones:** Los pacientes adultos con CC simples y complejas sometidos a ETE fueron más propensos a sufrir complicaciones, sin que ello supusiera un aumento de la mortalidad en comparación con los pacientes sin CC.

© 2020 Sociedad Española de Cardiología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

## Safety of transvenous lead removal in adult congenital heart disease: a national perspective

## ABSTRACT

**Introduction and objectives:** Data are scarce on outcomes of transvenous lead removal (TLR) in adult congenital heart disease (CHD). We evaluated the safety of the TLR procedure in adult CHD patients from a 10-year national database.**Methods:** We used the Healthcare Cost and Utilization Project Nationwide Inpatient Sample to identify TLR procedures in adult patients with and without CHD from 2005 to 2014. Outcomes included in-hospital mortality and complications.**Results:** Of 132 068 adult patients undergoing TLR, 1939 had simple CHD, 657 had complex CHD, and 626 had unclassified CHD. The number of TLR procedures in adult CHD slightly increased from 236 in 2005 to 445 in 2014, with fluctuations over the study period. The overall rate of any complications in the TLR procedure was 16.6% in patients with CHD vs 10.1% in patients without CHD ( $P < .001$ ). In a propensity score-matched cohort, CHD was associated with a higher risk of any complication after full adjustment vs patients without CHD (adjusted odd ratio, 1.49; 95% confidence interval, 1.11-1.99;  $P = .007$ ). Simple and complex CHD were associated with 1.5- and 2.1-fold increased risks of any TLR-related complication, respectively. CHD was not associated with an increased risk of in-hospital mortality (adjusted odd ratio, 0.77; 95% confidence interval, 0.42-1.39;  $P = .386$ ).

## Keywords:

Transvenous lead removal

Congenital heart disease

Complication

Mortality

\* Autor para correspondencia: Department of Cardiology, First Hospital of China Medical University, 155 Nanjing North Street, Heping District, Shenyang 110001, China. Correo electrónico: guoxiaofan1986@hotmail.com (X. Guo).

**Conclusions:** Compared with patients without CHD, adult patients with simple and complex CHD undergoing TLR are more likely to have complications but show no increase in mortality.

© 2020 Sociedad Española de Cardiología. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

## Abreviaturas

CC: cardiopatía congénita  
 CIE: Clasificación Internacional de Enfermedades  
 ETE: extracción transvenosa de electrodos  
 HCUP-NIS: *Healthcare Cost and Utilization Project Nationwide Inpatient Sample*

## INTRODUCCIÓN

Las cardiopatías congénitas (CC) son el defecto congénito de mayor prevalencia en Estados Unidos y afectan aproximadamente a un 0,4-1% de los nacidos vivos<sup>1-3</sup>. La supervivencia de las personas con CC ha aumentado notablemente con la mejora de la asistencia quirúrgica, médica e intervencionista<sup>4,5</sup>. Por consiguiente, la población de pacientes adultos con CC y con CC complejas va en aumento<sup>6,7</sup>. Como ha resaltado la *Adult Congenital Heart Association*, hay menos evidencia respecto a la población adulta con CC que sobre la población neonatal e infantil con CC<sup>8</sup>.

La carga significativa de arritmias cardíacas en los pacientes con CC como consecuencia del propio defecto congénito o de su reparación quirúrgica<sup>9</sup> crea unas dificultades específicas para los procedimientos electrofisiológicos<sup>10</sup>. La población adulta con CC necesita cada vez más marcapasos y desfibriladores automáticos implantables<sup>11</sup>. A medida que se implantan más dispositivos cardíacos y se producen más fallos de los electrodos en los pacientes con CC<sup>12</sup>, la extracción transvenosa de electrodos (ETE) en estos pacientes es cada vez más inevitable. Es preciso conocer los resultados de la ETE en las CC para planificar el tratamiento. Sin embargo, se sabe poco sobre los resultados y la seguridad de la ETE en los pacientes con CC en Estados Unidos. Aunque varios estudios de casos han investigado este tema, los resultados se limitan principalmente a niños o adultos jóvenes y tienen la dificultad de su pequeño número de casos<sup>13-18</sup>. Solo 2 estudios, con 16 y 22 pacientes respectivamente, han presentado resultados sobre CC en adultos e indican una tasa de complicaciones mayores superior y una tasa de extracciones satisfactorias inferior en esos pacientes<sup>13,14</sup>. En el presente estudio, se evalúan los resultados de los procedimientos de ETE en pacientes adultos con CC procedentes de una base de datos representativa del ámbito nacional de los ingresos hospitalarios de Estados Unidos entre 2005 y 2014.

## MÉTODOS

Se llevó a cabo un análisis transversal de la información de alta hospitalaria correspondiente a los años 2005 a 2014 de los archivos administrativos del *Healthcare Cost and Utilization Project Nationwide Inpatient Sample* (HCUP-NIS)<sup>19</sup>. La NIS es la mayor base de datos de acceso público de pacientes hospitalizados, de todos los pagadores, en Estados Unidos<sup>20</sup>. Incluye datos de alta de unos 8 millones de hospitalizaciones al año y tiene una muestra estratificada de aproximadamente el 20% de los ingresos hospitalarios en Estados Unidos. La ponderación del muestreo estadístico proporcionada por el NIS permite realizar inferencias para

una población representativa de todo el país<sup>21</sup> y se ha validado mediante la comparación con otros registros hospitalarios<sup>22</sup>. Cada registro incluido en el NIS incluye información clínica y sobre la utilización de recursos, con todos los códigos de procedimientos y diagnósticos de la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE) de cada alta hospitalaria de un paciente. Se ha aprovechado esta base de datos integral de ámbito nacional para identificar las complicaciones y la mortalidad hospitalarias de la ETE en los pacientes con y sin CC.

Se utilizaron los siguientes códigos de procedimientos de la CIE-9 para seleccionar a los pacientes sometidos a ETE: 37.77, 37.79, 37.89 y 37.99<sup>23-26</sup>. Solo se incluyó en el estudio a los pacientes de edad  $\geq 18$  años. Para evitar posibles factores de confusión en las complicaciones, se excluyó a los pacientes sometidos a otras intervenciones invasivas durante el ingreso, así como aquellos cuyos datos de edad, sexo y mortalidad no estaban disponibles. El total de registros fue de 27.347.

Se clasificó a los pacientes con CC en CC simples, complejas o no clasificadas, en función de lo indicado en el informe de la 32.ª Conferencia de Bethesda<sup>27</sup>. La lista de categorías, junto con sus códigos de la CIE-9, se presenta en la [tabla 1 del material adicional](#), adaptada de una publicación previa<sup>11</sup>. Se clasificó en las CC complejas a los pacientes con una CC simple y otras lesiones complejas concomitantes o con hipertensión pulmonar, según las recomendaciones de la clasificación de Bethesda<sup>27</sup>.

En el presente estudio, las variables demográficas independientes fueron: edad (en franjas de 18-34, 35-49, 50-64, 65-79 y  $\geq 80$  años), sexo, origen étnico (blancos, negros, hispanos, otros o desconocido), mediana de ingresos del hogar según el código postal del paciente (cuartiles), pagador principal (Medicare, Medicaid, privado, pago personal/sin cargo/otros) y tipo de ingreso hospitalario (programado o no programado). La gravedad de las comorbilidades se definió usando la modificación de Deyo del índice de comorbilidad de Charlson<sup>28</sup>. Este índice utiliza 17 comorbilidades con ponderaciones diferentes y las puntuaciones totales van de 0 a 33, de manera que las puntuaciones más altas corresponden a una mayor carga de comorbilidad. Las variables independientes relativas a las características del hospital fueron: tamaño del hospital por número de camas (pequeño, medio o grande), región hospitalaria (nordeste, oeste medio, sur u oeste), ubicación (urbana o rural) y carácter docente (universitario o no universitario). Los volúmenes hospitalarios relativos a la ETE se definieron anualmente según los criterios de la *European Heart Rhythm Association* (centro de volumen bajo,  $< 15$  intervenciones/año; centro de volumen medio, 15-30 intervenciones/año, y centro de volumen alto,  $\geq 30$  intervenciones/año)<sup>29,30</sup>. El estudio se divide también en 2 periodos de 5 años (2005-2009 y 2010-2014).

Los resultados principales evaluados fueron la mortalidad hospitalaria y las complicaciones en los procedimientos de ETE. Las complicaciones de los procedimientos se basaron en lo indicado en la literatura médica previa sobre complicaciones de la ETE<sup>23,31</sup>. Se identificaron mediante sus códigos de la CIE-9 ([tabla 2 del material adicional](#)) y se clasificaron en las categorías de lesión vascular, hemorragia (con necesidad o no de transfusión), complicaciones pericárdicas (hemopericardio, taponamiento cardíaco, pericardio-centesis, pericardiotomía), neumotórax o hemotórax (con necesidad o no de drenaje con tubo torácico), infarto o hemorragia cerebrovascular iatrogénicos, insuficiencia renal aguda con nece-

sidad de hemodiálisis y necesidad de reparación del corazón o el pericardio. Cualquier complicación se definió como la aparición de al menos 1 de las complicaciones del procedimiento enumeradas.

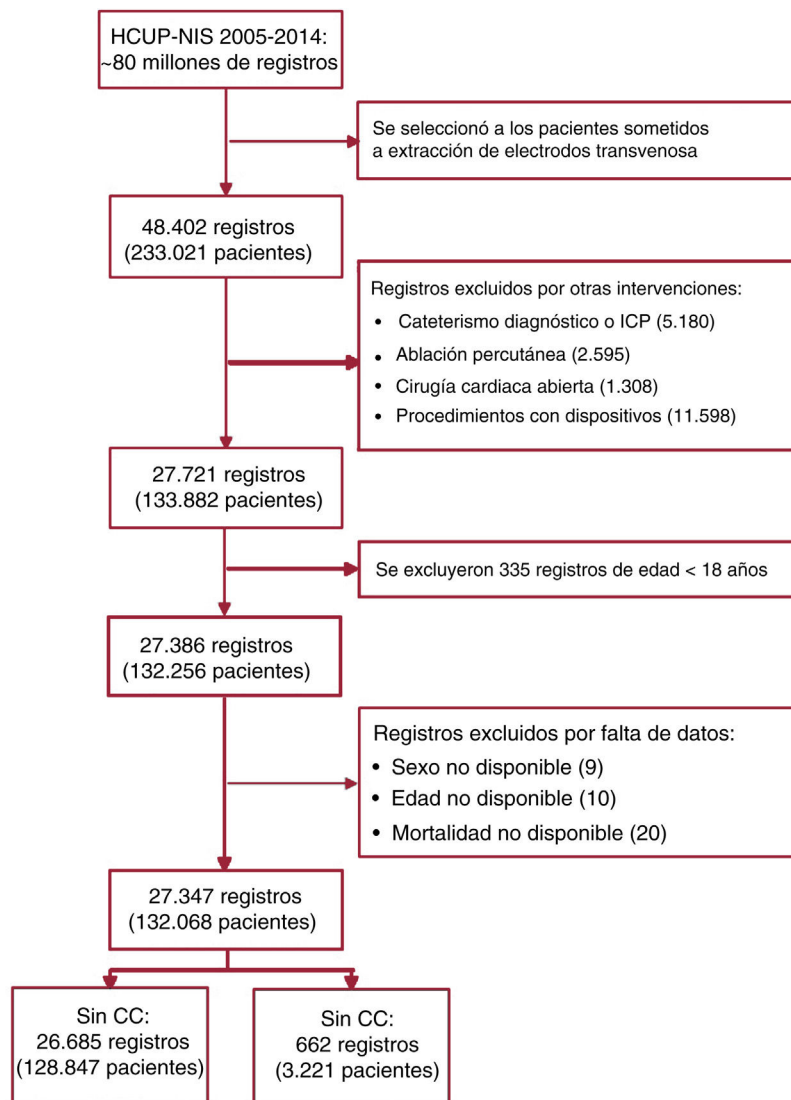
Las características demográficas y clínicas se compararon con la prueba de la  $\chi^2$  para las variables cualitativas. Se utilizó la prueba exacta de Fisher cuando procedía. En el análisis se tuvieron en cuenta las ponderaciones del muestreo y la agrupación. Se utilizaron las ponderaciones de muestreo del NIS para calcular el número de ETE en pacientes con CC de todo el país a lo largo del tiempo. Se crearon modelos jerárquicos en 2 niveles para determinar los riesgos relativos ajustados de mortalidad hospitalaria y complicaciones y se incorporó el número de identificación específico del hospital como efecto aleatorio en el modelo. Los resultados se presentan en forma de *odds ratio* (OR) con sus intervalos de confianza del 95% (IC95%). Primero se llevó a cabo el análisis de regresión en el modelo 1 (modelo sin ajustar), seguido de un ajuste para todas las variables independientes incluidas en el estudio en el modelo 2. En el modelo 3, se introdujo también un ajuste respecto a la infección del dispositivo. Dado que no se dispuso de información respecto a la raza del 16,3% de la población, no se incluyó en el modelo. Para tener en cuenta las diferencias en las características iniciales, se emparejó mediante puntuación de propensión a los pacientes con y sin CC. Se

calculó la puntuación de propensión de cada paciente con un modelo de regresión logística que incluía 13 variables iniciales. Se aplicó la puntuación de propensión para emparejar a cada paciente con CC con 2 individuos sin CC mediante el método del vecino más próximo con un margen de calibración de 0,25 y sin reemplazo. Se evaluó la calidad del emparejamiento mediante las diferencias estandarizadas absolutas, y un valor  $< 0,1$  se consideró no significativo. Los análisis estadísticos se llevaron a cabo con los programas Stata/SE 14.0 (StataCorp., Estados Unidos) y SPSS 23.0 (IBM Corporation, Estados Unidos). Se consideraron significativos los valores de  $p < 0,05$  bilaterales.

Se anonimizó la información de los pacientes antes del análisis, y se obtuvo una certificación del empleo de estos datos de HCUP anonimizados proporcionada por el Comité de Investigación Humana de la University of California (San Francisco).

## RESULTADOS

Se identificó a un total de 233.021 pacientes sometidos a ETE entre 2005 y 2014. En la *figura 1* se presenta el diagrama de flujo de selección de las cohortes. Se excluyó a los pacientes sometidos a



**Figura 1.** Diagrama de flujo de la selección de las cohortes. Los registros indican el número de personas incluidas en la base de datos y los pacientes indican el número de individuos de todo el país calculado mediante ponderaciones. CC: cardiopatía congénita; HCUP-NIS: *Healthcare Cost and Utilization Project Nationwide Inpatient Sample*; ICP: intervención coronaria percutánea.

**Tabla 1**

Características demográficas, clínicas y hospitalarias de pacientes adultos con y sin cardiopatías congénitas sometidos a extracción de electrodos transvenosa en Estados Unidos entre los años 2005 y 2014

	Con CC (n=3.221)	Sin CC (n=128.847)	p
<i>Grupo de edad (años)</i>			
18-34	17,9	3,2	< 0,001
35-49	22,8	9,2	
50-64	32,9	25,5	
65-79	21,3	36,6	
≥ 80	5,1	25,4	
<i>Sexo</i>			0,996
Varones	60,8	60,7	
Mujeres	39,2	39,3	
<i>Raza</i>			< 0,001
Blancos	57,3	64,9	
Negros	9,0	11,8	
Hispanos	6,3	5,6	
Otros*	4,5	3,9	
Desconocido	23,0	13,8	
<i>Mediana de ingresos del hogar, percentil</i>			0,001
0-25	20,8	27,2	
26-50	25,0	25,9	
51-75	26,9	23,5	
76-100	25,0	21,4	
<i>Pagador principal</i>			< 0,001
Medicare	34,0	67,5	
Medicaid	11,9	7,1	
Privado	47,0	21,0	
Pago personal/sin cargo/otros	6,7	4,2	
<i>Comorbilidad</i>			
Obesidad	8,6	8,9	0,74
Hipertensión	42,6	63,2	< 0,001
Diabetes	15,0	29,5	< 0,001
Insuficiencia cardiaca congestiva	30,8	41,7	< 0,001
Valvulopatía	48,9	20,4	< 0,001
Trastornos de la circulación pulmonar	13,0	7,5	< 0,001
Enfermedad pulmonar crónica	13,4	19,7	< 0,001
Enfermedad vascular periférica	9,7	8,1	0,101
Parálisis o trastornos neurológicos	11,5	9,5	0,115
Insuficiencia renal	10,7	20,6	< 0,001
Trastornos hidroelectrolíticos	22,0	19,3	0,092
Anemia ferropénica o hemorrágica	14,7	16,4	0,263
Déficit de la coagulación	12,9	7,7	< 0,001
<i>Índice de comorbilidad de Charlson/Deyo</i>			< 0,001
0	38,5	24,9	
1	30,1	27,5	
≥ 2	31,4	47,6	
<i>Tipo de ingreso</i>			< 0,001
No programado	56,7	69,1	
Programado	42,7	30,5	
<i>Tamaño del hospital por número de camas</i>			< 0,001
Pequeño	5,2	6,4	
Medio	11,5	19,1	
Grande	82,9	74,0	
<i>Región hospitalaria</i>			< 0,001
Nordeste	16,1	19,5	
Medio Oeste	33,8	23,6	
Sur	31,9	39,5	
Oeste	18,2	17,3	

**Tabla 1** (Continuación)

Características demográficas, clínicas y hospitalarias de pacientes adultos con y sin cardiopatías congénitas sometidos a extracción de electrodos transvenosa en Estados Unidos entre los años 2005 y 2014

	Con CC (n = 3.221)	Sin CC (n = 128.847)	p
<i>Ubicación del hospital</i>			0,349
Rural	3,1	3,9	
Urbano	96,5	95,5	
<i>Carácter docente del hospital</i>			< 0,001
No universitario	21,3	32,8	
Universitario	77,5	65,6	
<i>Volumen del hospital</i>			< 0,001
Bajo	14,8	25,0	
Medio	13,2	23,2	
Alto	72,0	51,8	
<i>Periodo</i>			0,299
2005-2009	48,8	47,0	
2010-2014	51,2	53,0	

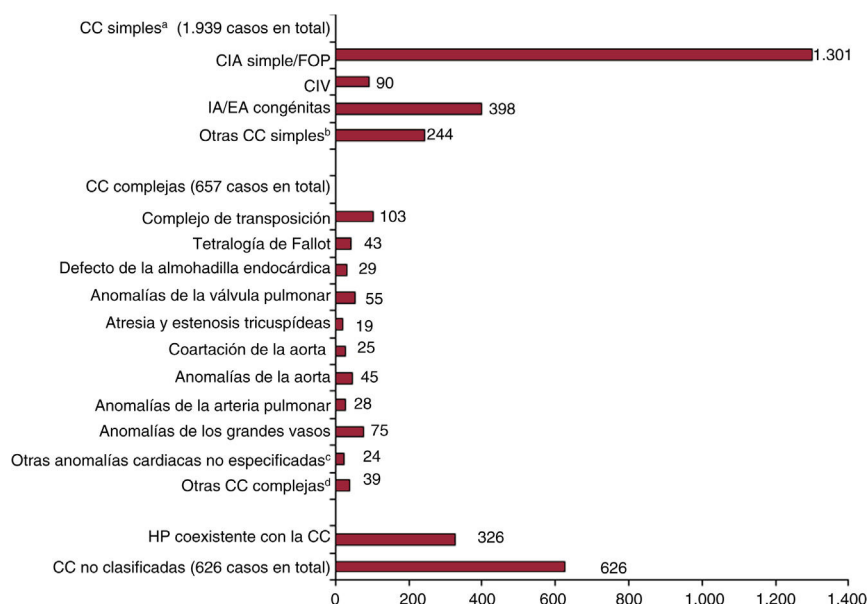
CC: cardiopatía congénita.

Los valores expresan porcentajes, que pueden no sumar 100% a causa de los datos no disponibles. En general, los datos no disponibles fueron menos del 4% excepto por lo que respecta a la raza, en que hubo un 14% de falta de datos.

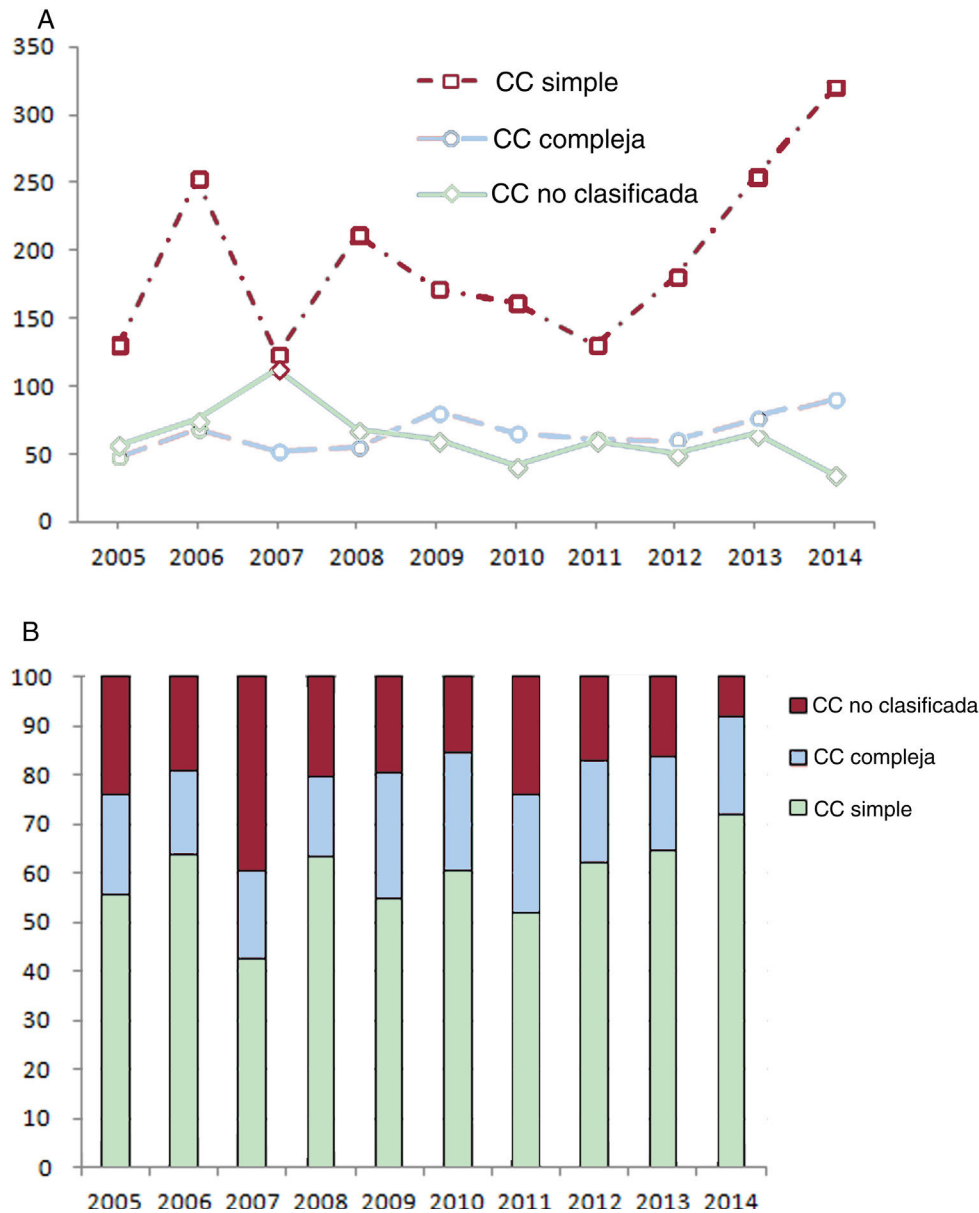
\* Incluye asiáticos o de islas del Pacífico, nativos estadounidenses y otros.

otros procedimientos, incluidos los de cateterismo diagnóstico o intervención coronaria percutánea (n = 5.180), ablación percutánea (n = 2.595), cirugía cardíaca abierta (n = 1.308) y procedimientos para otros dispositivos (n = 11.598). Se excluyeron también los registros de los que faltaban valores de edad (n = 10), sexo (n = 9) y mortalidad (n = 20). La cohorte de estudio final la formaron 132.068 pacientes; 3.221 (2,4%) de ellos eran pacientes con CC. Las características demográficas y del hospital fueron diferentes entre los pacientes con y sin CC, todos ellos con intervenciones de ETE (tabla 1). En el grupo de CC había unos

porcentajes superiores de individuos de 18-34 y 35-49 años. No hubo diferencias entre los 2 grupos en cuanto al sexo. Fue menos probable que los pacientes con CC fueran de raza blanca y residieran en un código postal del nivel de ingresos más bajo. En el grupo de CC hubo una proporción mucho menor de pacientes cuyo pagador principal fuera Medicare (el 34,0 frente al 67,5%). Los pacientes con CC mostraron una proporción inferior de casos con comorbilidades graves (índice de Charlson/Deyo  $\geq 2$ , el 31,4 frente al 47,6%) y fue más probable el ingreso programado (el 42,7 frente al 30,5%) que para los pacientes sin CC. En total, los procedimientos



**Figura 2.** Tipos de cardiopatía congénita de los pacientes sometidos a extracción de electrodos transvenosa. CC: cardiopatía congénita; CIA: comunicación interauricular; CIV: comunicación interventricular; EA: estenosis aórtica; FOP: foramen oval permeable; HP: hipertensión pulmonar; IA: insuficiencia aórtica. <sup>a</sup>No tenía en cuenta a los pacientes con hipertensión pulmonar concomitante. <sup>b</sup>Incluye estenosis mitral congénita, insuficiencia mitral congénita, anomalía arterial coronaria, otras anomalías del bulbo arterioso (*bulbus cordis*) o defectos del tabique, defecto del tabique no especificado y bloqueo cardíaco congénito. <sup>c</sup>Incluye estenosis subaórtica, *cor triatriatum*, estenosis de válvula pulmonar infundibular y anomalías obstructivas del corazón no especificadas. <sup>d</sup>Incluye tronco arterioso, ventrículo común, *cor biloculare*, síndrome de hemicardio izquierdo hipoplásico, conducto arterioso permeable y anomalía de Ebstein.



**Figura 3.** Procedimientos de extracción de electrodos transvenosa en cardiopatías congénitas por años, con el número (A) y la proporción (B) de diferentes tipos de CC. CC: cardiopatía congénita.

del 77,5% de los pacientes con CC se realizaron en un hospital universitario, en comparación con el 65,6% del grupo sin CC ( $p < 0,001$ ). Para los pacientes con CC sometidos a ETE, fue más probable el ingreso en hospitales grandes en número de camas y de volumen alto (ambos,  $p < 0,001$ ).

Tal como se muestra en la figura 2, se identificó a 1.939 pacientes con CC simples, 657 con CC complejas y 626 con CC no clasificadas sometidos a ETE entre 2005 y 2014. En total, la comunicación interauricular simple o el foramen oval permeable fueron los defectos congénitos más frecuentes. La insuficiencia y la estenosis aórticas congénitas fueron las CC simples más frecuentes. De entre las CC complejas, los complejos de transposición y las anomalías de grandes vasos fueron las más frecuentes. En total, 326 pacientes tenían también hipertensión pulmonar al ingreso. El número de procedimientos de ETE practicados en CC complejas aumentó ligeramente, de 48 en 2005 a 90 en 2014, con fluctuaciones a lo largo del periodo de estudio (figura 3A). Los

procedimientos de ETE en pacientes con CC simples aumentaron de 131 en 2005 a 320 en 2014, con un incremento sustancial a partir de 2011. En la figura 3B se presentan las proporciones de los 3 tipos de CC en cada año.

Como se indica en la tabla 2, las tasas totales de complicaciones en el procedimiento de ETE fueron del 16,6% de los pacientes con CC y el 10,1% de los pacientes sin CC ( $p < 0,001$ ). No hubo diferencias significativas en la tasa de mortalidad hospitalaria total entre los 2 grupos. En los pacientes con CC, las complicaciones más frecuentes fueron cualquier tipo de hemorragia sin necesidad de transfusiones de sangre (7,4%), seguida de lesión vascular (5,5%), complicaciones pericárdicas (3,5%), hemorragia con necesidad de transfusiones de sangre (2,7%) e insuficiencia renal aguda con necesidad de inicio de hemodiálisis (2,2%). Las tasas de complicaciones fueron uniformemente superiores en los pacientes con CC en comparación con los pacientes sin CC, tanto en 2005-2009 como en 2009-2014 (figura 4).



**Tabla 2**

Tasas de complicaciones y mortalidad de la extracción de electrodos transvenosa en pacientes con y sin cardiopatías congénitas

Resultado	Pacientes sin CC (n = 128.847)		Pacientes con CC			p*
			CC simple (n = 1.939)	CC compleja (n = 657)	CC no clasificada (n = 626)	
Lesión vascular	2,3	5,1	9,7	2,3	5,5	< 0,001
Hemorragia	5,3	7,7	9,0	4,7	7,4	0,015
Hemorragia con necesidad de transfusión	1,5	2,5	3,7	2,3	2,7	0,013
Complicaciones pericárdicas	1,6	4,1	4,4	0,8	3,5	< 0,001
Neumotórax o hemotórax	1,3	2,1	2,7	0,6	1,9	0,080
Neumotórax o hemotórax que requiere tubo de drenaje torácico	0,6	0,7	1,3	0,0	0,7	0,624
Infarto o hemorragia cerebrovascular iatrogénicos	0,2	0,7	0,0	0,0	0,5	0,177
Insuficiencia renal aguda que requiere inicio de hemodiálisis	1,4	1,7	3,6	2,3	2,2	0,055
Necesidad de reparación de corazón y pericardio	0,4	1,5	0,0	0,7	1,1	0,021
Cualquier complicación	10,1	16,8	22,2	10,0	16,6	< 0,001
Mortalidad	2,8	2,3	2,9	3,0	2,5	0,701

CC: cardiopatía congénita.

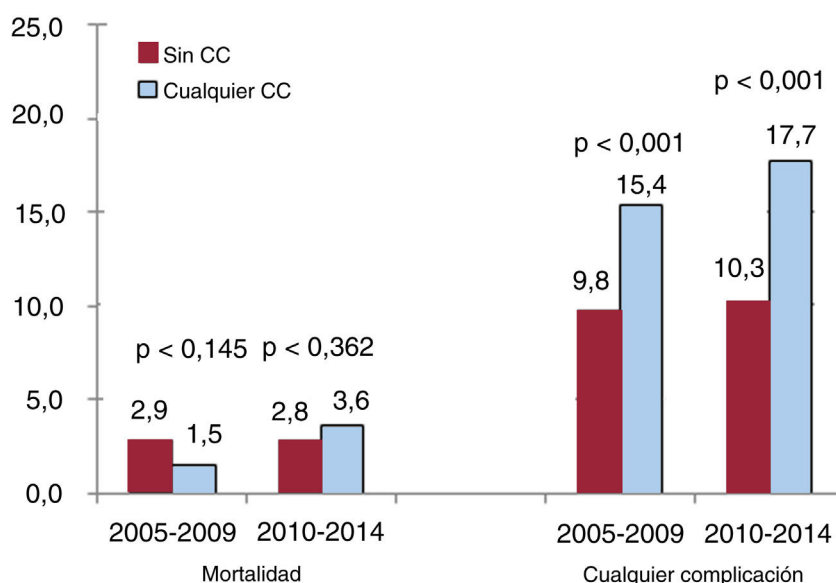
La presencia de cualquier complicación se identificó por la aparición de al menos 1 lesión vascular, hemorragia, complicaciones pericárdicas, neumotórax o hemotórax, infarto o hemorragia cerebrovascular iatrogénicos, insuficiencia renal aguda que requiriera iniciar hemodiálisis o necesidad de una reparación del corazón o el pericardio.

Se indica el número de individuos en todo el país, calculado mediante ponderaciones.

\* Comparación entre pacientes con cualquier CC y pacientes sin CC.

Para el emparejamiento por puntuación de propensión se incluyó a 1.981 pacientes: 662 en el grupo de CC y 1.319 en el grupo sin CC. Las características basales tenían una distribución igual en los 2 grupos de estudio tras el emparejamiento (figura 1 del material adicional). En la tabla 3 se presentan los análisis de regresión relativos al riesgo de mortalidad y complicaciones relacionadas con la ETE en los pacientes con y sin CC de la cohorte de pacientes emparejados. Tras un ajuste respecto a todas las variables demográficas y clínicas independientes incluidas en el estudio, la CC no mostró asociación con un aumento del riesgo de mortalidad hospitalaria (OR ajustada [ORa] = 0,77; IC95%, 0,42-1,39; p = 0,386). Al analizar por separado los 3 tipos de CC, ninguno se asoció con un aumento del riesgo de mortalidad en ninguno de los modelos. Las CC se asociaron con

mayor riesgo de sufrir alguna complicación, incluso tras el ajuste respecto a la infección del dispositivo (ORa = 1,49; IC95%, 1,11-1,99; p = 0,007). Concretamente, las CC simples y complejas se asociaron con un aumento de alrededor de 1,5 y 2,1 veces en el riesgo de sufrir alguna complicación relacionada con la ETE (CC simple, ORa = 1,46; IC95%, 1,03-2,05; p = 0,032; CC compleja ORa = 2,12; IC95%, 1,31-3,42; p = 0,002). Los resultados de la regresión fueron similares en la población total (tabla 3 del material adicional). Teniendo en cuenta el elevado porcentaje de pacientes con CC no clasificadas, se realizó un análisis de sensibilidad excluyendo a esos pacientes. Los resultados coincidieron también entre los pacientes con y sin CC, tanto en la cohorte emparejada como en la población total, tras un ajuste completo (cohorte con emparejamiento, ORa = 0,72; IC95%, 0,37-1,39; p = 0,323 para la

**Figura 4.** Tasas de mortalidad y de complicaciones en pacientes con y sin cardiopatías congénitas en 2 periodos de tiempo. CC: cardiopatía congénita.

**Tabla 3**

Mortalidad hospitalaria y complicaciones relacionadas con la extracción de electrodos transvenosa en pacientes con cardiopatías congénitas comparadas con las de pacientes sin cardiopatías congénitas tras emparejamiento por puntuación de propensión

	Mortalidad			Cualquier complicación		
	OR	(IC95%)	p	OR	(IC95%)	p
<b>Modelo 1</b>						
Sin CC	1,0 (ref.)	1,0 (ref.)				
CC simple	0,71	0,34-1,50	0,371	1,66	1,19-2,30	0,003
CC compleja	0,90	0,31-2,61	0,846	2,15	1,35-3,42	0,001
CC no clasificada	0,96	0,33-2,82	0,945	0,87	0,47-1,61	0,654
Cualquier CC	0,80	0,44-1,44	0,457	1,58	1,20-2,09	0,001
<b>Modelo 2</b>						
Sin CC	1,0 (ref.)	1,0 (ref.)				
CC simple	0,68	0,32-1,44	0,311	1,51	1,07-2,11	0,018
CC compleja	0,74	0,25-2,21	0,592	2,18	1,35-3,51	0,001
CC no clasificada	1,19	0,40-3,54	0,757	0,98	0,52-1,84	0,946
Cualquier CC	0,77	0,43-1,39	0,391	1,54	1,15-2,04	0,003
<b>Modelo 3</b>						
Sin CC	1,0 (ref.)	1,0 (ref.)				
CC simple	0,67	0,32-1,44	0,309	1,46	1,03-2,05	0,032
CC compleja	0,74	0,25-2,20	0,589	2,12	1,31-3,42	0,002
CC no clasificada	1,18	0,40-3,54	0,764	0,94	0,50-1,78	0,848
Cualquier CC	0,77	0,42-1,39	0,386	1,49	1,11-1,99	0,007

CC: cardiopatía congénita; IC95%: intervalo de confianza del 95%; OR: *odds ratio*; ref.: referencia.

Modelo 1: modelo sin ajustar.

Modelo 2: ajustado por edad, sexo, ingresos del hogar, pagador principal, índice de comorbilidad de Charlson/Deyo, tipo de ingreso, tamaño del hospital por número de camas, región del hospital, ubicación del hospital, carácter docente del hospital, volumen del hospital y periodo.

Modelo 3: ajustado por el modelo 2 y por infección del dispositivo.

Se realizó un análisis por toda CC y por los 3 tipos de CC en 2 procesos de regresión distintos, tomando como referencia el grupo sin CC.

mortalidad; ORa = 1,63; IC95%, 1,20-2,22; p = 0,002 para alguna complicación; población total, ORa = 1,08; IC95%, 0,61-1,91; p = 0,801 para la mortalidad; ORa = 1,66; IC95%, 1,30-2,11; p < 0,001 para alguna complicación).

## DISCUSIÓN

A partir de una base de datos de ámbito nacional de las altas hospitalarias de todas las aseguradoras de Estados Unidos, se obtuvieron los siguientes resultados principales: a) los procedimientos de ETE se realizaron con más frecuencia a pacientes con CC simples (~50%) que a quienes tenían tipos complejos o no clasificados, con un ligero aumento del número de ETE practicadas a pacientes con CC entre 2005 y 2014; b) la CC se asoció con mayor riesgo de complicaciones relacionadas con la ETE tras un ajuste por los posibles factores de confusión, de tal manera que las CC simples y complejas se asociaron, respectivamente, con un riesgo de complicaciones de las ETE aproximadamente 1,5 y 2,1 veces superior que el de los pacientes sin CC, y c) la mortalidad hospitalaria tras la ETE fue similar en los pacientes adultos con y sin CC. Hasta donde sabemos, nuestro estudio es el primero que presenta una experiencia nacional de la ETE en la población adulta con CC y aporta datos de la práctica clínica real que van más allá de la experiencia de unos pocos centros de referencia especializados.

En el presente estudio, los pacientes con CC sometidos a ETE fueron generalmente de menor edad y tenían menos comorbilidades, lo cual coincide con lo observado en los procedimientos de implante de otros dispositivos<sup>32</sup>. No es de extrañar que el número de procedimientos de ETE realizados en pacientes adultos con CC no aumentara de manera significativa entre 2005 y 2014 a pesar de los avances en el instrumental y las técnicas de extracción de

electrodos, como el uso de vainas telescópicas o de láser<sup>31,33</sup>. Aunque se observó un aumento apreciable de las ETE en los pacientes con CC después de 2011, el número total estimado de casos siguió siendo < 500 en 2014 en el conjunto de Estados Unidos. Este resultado indica que los electrofisiólogos continúan teniendo dudas a la hora de realizar una ETE a pacientes con CC, posiblemente porque la literatura sobre los resultados del procedimiento es escasa.

Hay muy poca información de base poblacional sobre la seguridad de los procedimientos de ETE en pacientes con CC, ya que los estudios de ingresos por CC han tendido a describir las enfermedades o procedimientos frecuentes importantes, como la insuficiencia cardíaca o la intervención coronaria percutánea<sup>11,34</sup>. La mayor parte de los casos existentes son de procedimientos realizados en pacientes con CC pediátricos o adultos jóvenes. Cooper et al.<sup>16</sup> presentaron los datos de 14 niños y adultos jóvenes con CC en los que se realizaron 15 procedimientos de extracción para retirar 21 electrodos. En 7 de los pacientes, se había corregido la CC; 2 de esos pacientes sufrieron complicaciones (29%), incluida la necesidad de transfusiones de sangre por hemorragia muscular y el desalojo temprano del electrodo auricular. Los otros 7 pacientes descritos en el estudio tenían un corazón estructuralmente normal, pero presentaban una miocardiopatía o una enfermedad eléctrica primaria. No falleció ninguno de los pacientes. En otro estudio de 57 pacientes con CC, de una media de edad de alrededor de 18 años, se observaron 3 hemorragias de tipo menor, 3 hematomas, 1 derrame pericárdico, 1 extracción quirúrgica y otras 10 complicaciones de tipo menor tras la extracción del electrodo<sup>15</sup>, lo cual indica una elevada tasa de complicaciones de la ETE en esa población. El 47% de los pacientes con CC de este estudio tenían un bloqueo cardíaco congénito, pero no se indicaron los tipos específicos de CC de los demás pacientes. No falleció ninguno de



los 57 pacientes. El tamaño muestral máximo de los estudios existentes son los 144 pacientes pediátricos con CC de Cecchin et al.<sup>17</sup>. Los autores llegaron a la conclusión de que, si bien la mayor parte de los electrodos implantados en pacientes pediátricos con CC pueden extraerse satisfactoriamente, la intervención conlleva un riesgo de complicaciones graves. Varios otros estudios han incluido a pacientes con CC pediátricos o adultos jóvenes sometidos a procedimientos de extracción de un electrodo<sup>35,36</sup>. Sin embargo, los resultados tuvieron la limitación de su pequeño tamaño muestral o la falta de información detallada sobre la CC.

Resulta difícil comparar las tasas de complicaciones de este estudio con las de otros. Solo 2 presentaciones de casos han descrito los resultados de la ETE en pacientes adultos con CC de una media de edad superior a 35 años, lo cual está relativamente cerca de la media de edad de la población de nuestro estudio. Además, el porcentaje difiere en función de las diferencias en la definición de las complicaciones. Khairy et al.<sup>13</sup> compararon la eficacia de la ETE y sus complicaciones en 16 pacientes adultos con CC y 159 pacientes sin CC. Aunque los autores llegaron a la conclusión de que la extracción de electrodos mediante láser podía realizarse con seguridad y eficacia favorables en pacientes adultos con CC adecuadamente seleccionados, también detectaron una tasa de complicaciones mayores superior en el grupo de CC que en el grupo sin CC (el 6,3 frente al 3%). En un estudio de casos y controles, se comparó la experiencia en la aplicación de la ETE en 22 pacientes con CC y 22 pacientes sin CC de iguales edad y sexo<sup>14</sup>. Se registró una tasa de extracciones satisfactorias inferior en los pacientes adultos con CC (el 74 frente al 92%) y tan solo hubo 1 complicación en el conjunto de toda la cohorte. De nuevo, estos estudios tuvieron la limitación de su pequeño tamaño muestral. En nuestro estudio se observó una tasa de pacientes con alguna complicación muy superior en el grupo de CC que en el grupo sin CC (el 16,6 frente al 10,1%). La hemorragia y la lesión vascular fueron las 2 complicaciones más frecuentes, seguidas de las complicaciones pericárdicas, todas ellas descritas en presentaciones de casos previas<sup>15,16</sup>. Varios estudios de población amplios han mostrado una tasa de complicaciones superior en otros procedimientos cardiacos en los pacientes adultos con CC, como en el caso del implante de un desfibrilador automático implantable, lo cual indica que esta población tiene un mayor riesgo de sufrir complicaciones<sup>32,37</sup>. Se observó inesperadamente que la tasa de complicaciones de la ETE en esta población fue incluso superior en 2009–2014 que en 2005–2009.

Las posibles explicaciones del aumento de riesgo de complicaciones en los pacientes con CC incluyen la anatomía venosa anormal, la morfología cardiaca anormal, los cortocircuitos intracardiacos y la hemodinámica anormal. Estos trastornos son frecuentes en los pacientes con CC complejas. Sin embargo, se observó una tasa de complicaciones elevada en los pacientes con CC simples, que presentaron un riesgo 1,5 veces superior de sufrir alguna complicación de la ETE. Las mayores tasas de complicaciones en las CC simples se debieron principalmente a una mayor tasa de complicaciones pericárdicas y de reparaciones del corazón y el pericardio. Una posible explicación son las adherencias de calcio. La calcificación del material de las prótesis, que a menudo se extiende al tejido nativo contiguo, como el miocardio o el pericardio, se describe con frecuencia tras la reparación quirúrgica de una CC<sup>38,39</sup>. Las adherencias calcificadas se consideraron un importante factor del fallo de la ETE en muchos estudios previos<sup>13,14,40</sup>. Dado el uso frecuente de material protésico en las CC simples, como parte de los parches o las reparaciones valvulares, parece plausible suponer que haya una mayor incidencia de desgarros del corazón a causa de adherencias calcificadas.

Aunque se observaron unas tasas de complicaciones superiores en los pacientes con CC sometidos a ETE, estos no mostraron un

aumento del riesgo de mortalidad aguda. Esto concuerda con lo indicado por las diversas series de casos antes mencionadas. Es de destacar que en la base de datos no se dispuso de información sobre muchos factores importantes, como la antigüedad del electrodo, la indicación para la extracción y los tipos de electrodos e instrumentos empleados para la extracción. Aunque se llevó a cabo un emparejamiento por puntuación de propensión para equilibrar posibles factores de confusión, no se pudo introducir un control por algunas posibles variables. Por lo tanto, los resultados de estimación del riesgo deben interpretarse con precaución y serán necesarios nuevos estudios amplios con información detallada de las variables.

## Limitaciones

Este estudio tiene varias limitaciones. En primer lugar, al usar el NIS, una gran base de datos administrativa, este estudio presenta una evaluación transversal de la ETE. Es posible que los datos longitudinales permitan obtener un conocimiento más completo de los resultados clínicos en los pacientes con CC sometidos a ETE. En segundo lugar, los códigos de la CIE-9 muestran una sensibilidad y una especificidad imperfectas<sup>41</sup>. Sin embargo, es previsible que el sesgo fuera el mismo en los pacientes con y sin complicaciones de la ETE (igualdad de clasificación errónea), lo cual tendería a introducir un sesgo en las medidas de asociación tendente al resultado nulo. En tercer lugar, aunque se identificaron más de 27.000 registros de procedimientos de ETE, hubo pocas muertes en el grupo de CC, incluso al combinar todos los tipos de CC. No se puede descartar un efecto de magnitud moderada de las CC en la mortalidad hospitalaria después de la ETE. Además, la exclusión de los pacientes sometidos a otras intervenciones invasivas, aun siendo coherente con lo descrito en la literatura<sup>42</sup>, puede limitar la posibilidad de generalización de los resultados del estudio, pero centra el análisis en las complicaciones debidas a la ETE, con lo que se minimizan los factores de confusión. Por último, como ya se ha mencionado, no se dispuso de datos clínicos completos, por ejemplo, en cuanto a la técnica del procedimiento, el tipo y el número de electrodos, la antigüedad de los electrodos o la prescripción de medicamentos. Por consiguiente, no se pudo tener en cuenta todos los factores de confusión.

## CONCLUSIONES

En este amplio análisis de base poblacional, se observó que la ETE en pacientes con CC sigue planteando un verdadero reto a los electrofisiólogos. Entre 2005 y 2014 hubo un ligero aumento de los procedimientos de ETE practicados a pacientes adultos con CC. La hemorragia, la lesión vascular y las complicaciones pericárdicas fueron las 3 complicaciones más frecuentes asociadas con la ETE. Aunque los pacientes con CC tuvieron mayor probabilidad de ser tratados en hospitales universitarios de volumen alto, mostraron un mayor riesgo de complicaciones asociadas con la ETE, pero no de mortalidad hospitalaria, lo cual indica la mayor necesidad de medidas intensivas de prevención para esa población con alto riesgo. Estos datos justifican la realización de más estudios para establecer enfoques novedosos y más seguros para la ETE en los pacientes con CC.

## CONFLICTO DE INTERESES

Ninguno.

## ¿QUÉ SE SABE DEL TEMA?

- Los marcapasos y los desfibriladores automáticos implantables son cada vez más necesarios en la población adulta con cardiopatías congénitas.
- A medida que se implantan más dispositivos cardiacos y se producen más fallos de los electrodos, se hace inevitable la ETE en pacientes con cardiopatías congénitas.
- Solo ha habido estudios de pequeño tamaño en los que se haya investigado la ETE en las cardiopatías congénitas, y los resultados han sido poco uniformes.

## ¿QUÉ APORTA DE NUEVO?

- En Estados Unidos, los procedimientos de ETE se realizaron con más frecuencia a pacientes con cardiopatías congénitas simples (~50%) que a aquellos con cardiopatías complejas o no clasificadas.
- El número de procedimientos de ETE realizados a pacientes adultos con cardiopatías congénitas aumentó ligeramente entre 2005 y 2014.
- La hemorragia, la lesión vascular y las complicaciones pericárdicas fueron las 3 complicaciones más frecuentes asociadas con la ETE.
- Las cardiopatías cardiacas simples y complejas mostraron un riesgo de complicaciones asociadas con la ETE 1,5 y 2,1 veces mayor que el de las cardiopatías adquiridas.
- La mortalidad hospitalaria tras la ETE fue similar en los pacientes con y sin cardiopatías congénitas.

## ANEXO. MATERIAL ADICIONAL

Se puede consultar material adicional a este artículo en su versión electrónica disponible en <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2020.08.031>

## BIBLIOGRAFÍA

- Hoffman JI, Kaplan S. The incidence of congenital heart disease. *J Am Coll Cardiol*. 2002;39:1890–1900.
- Botto LD, Correa A, Erickson JD. Racial and temporal variations in the prevalence of heart defects. *Pediatrics*. 2001;107:E32.
- Ferencz C, Rubin JD, McCarter RJ, et al. Congenital heart disease: prevalence at livebirth. The Baltimore-Washington Infant Study. *Am J Epidemiol*. 1985;121:31–36.
- 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;89:923–930.
- Wren C, O'Sullivan JJ. Survival with congenital heart disease and need for follow up in adult life. *Heart*. 2001;85:438–443.
- Marelli AJ, Mackie AS, Ionescu-Ittu R, Rahme E, Pilote L. Congenital heart disease in the general population: changing prevalence and age distribution. *Circulation*. 2007;115:163–172.
- Marelli AJ, Ionescu-Ittu R, Mackie AS, Guo L, Dendukuri N, Kaouache M. Lifetime prevalence of congenital heart disease in the general population from 2000 to 2010. *Circulation*. 2014;130:749–756.
- Gurvitz M, Burns KM, Brindis R, et al. Emerging Research Directions in Adult Congenital Heart Disease: a report from an NHLBI/ACHA Working Group. *J Am Coll Cardiol*. 2016;67:1956–1964.
- Furer SK, Gomes JA, Love B, Mehta D. Mechanism and therapy of cardiac arrhythmias in adults with congenital heart disease. *Mt Sinai J Med*. 2005;72:263–269.
- Khairi P. EP challenges in adult congenital heart disease. *Heart Rhythm*. 2008;5:1464–1472.
- Opatowsky AR, Siddiqi OK, Webb GD. Trends in hospitalizations for adults with congenital heart disease in the U.S. *J Am Coll Cardiol*. 2009;54:460–467.
- Fortescue EB, Berul CI, Cecchin F, Walsh EP, Triedman JK, Alexander ME. Patient, procedural, and hardware factors associated with pacemaker lead failures in pediatrics and congenital heart disease. *Heart Rhythm*. 2004;1:150–159.
- Khairi P, Roux JF, Dubuc M, et al. Laser lead extraction in adult congenital heart disease. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2007;18:507–511.
- McCanta AC, Kong MH, Carboni MP, Greenfield RA, Hranitzky PM, Kanter RJ. Laser lead extraction in congenital heart disease: a case-controlled study. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2013;36:372–380.
- Shepherd E, Stuart G, Martin R, Walsh MA. Extraction of SelectSecure leads compared to conventional pacing leads in patients with congenital heart disease and congenital atrioventricular block. *Heart Rhythm*. 2015;12:1227–1232.
- Cooper JM, Stephenson EA, Berul CI, Walsh EP, Epstein LM. Implantable cardioverter defibrillator lead complications and laser extraction in children and young adults with congenital heart disease: implications for implantation and management. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2003;14:344–349.
- Cecchin F, Atallah J, Walsh EP, Triedman JK, Alexander ME, Berul CI. Lead extraction in pediatric and congenital heart disease patients. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2010;3:437–444.
- Maytin M, Henrikson CA, Schaerf RH, Epstein LM, John RM. Multicenter experience with transvenous lead extraction in arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy (ARVC). *Pacing Clin Electrophysiol*. 2013;36:1280–1283.
- Healthcare Cost and Utilization Project (HCUP). Overview of the National (Nationwide) Inpatient Sample (NIS). Disponible en: [www.hcup-us.ahrq.gov/nisoverview.jsp](http://www.hcup-us.ahrq.gov/nisoverview.jsp). Consultado 24 Jul 2020.
- Healthcare Cost and Utilization Project (HCUP). Facts and Figures: Statistics on Hospital-Based Care in the United States, 2009. Disponible en: [https://www.hcup-us.ahrq.gov/reports/factsandfigures/2009/TOC\\_2009.jsp](https://www.hcup-us.ahrq.gov/reports/factsandfigures/2009/TOC_2009.jsp). Consultado 24 Jul 2020.
- Healthcare Cost and Utilization Project (HCUP). HCUP Methods Series. Disponible en: [http://www.hcup-us.ahrq.gov/reports/methods/methods\\_topic.jsp](http://www.hcup-us.ahrq.gov/reports/methods/methods_topic.jsp). Consultado 24 Jul 2020.
- Whalen D, Houchens R, Elixhauser A. 2004 HCUP Nationwide Inpatient Sample (NIS) Comparison Report. HCUP Method Series Report # 2007-03. Agency for Healthcare Research and Quality. Disponible en: <https://www.hcup-us.ahrq.gov/db/nation/nis/reports/2004niscomparisonrpt.jsp>. Consultado 24 Jul 2020.
- Deshmukh A, Patel N, Noseworthy PA, et al. Trends in use and adverse outcomes associated with transvenous lead removal in the United States. *Circulation*. 2015;132:2363–2371.
- Voigt A, Shalaby A, Saba S. Continued rise in rates of cardiovascular implantable electronic device infections in the United States: temporal trends and causative insights. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2010;33:414–419.
- Sohail MR, Henrikson CA, Braid-Forbes MJ, Forbes KF, Lerner DJ. Mortality and cost associated with cardiovascular implantable electronic device infections. *Arch Intern Med*. 2011;171:1821–1828.
- Guo X, Hayward RM, Vittinghoff E, et al. Safety of transvenous lead removal in patients ≥70 years of age in the United States from 2005 to 2012. *Am J Cardiol*. 2018;122:799–805.
- Warnes CA, Liberthson R, Danielson GK, et al. Task force 1: the changing profile of congenital heart disease in adult life. *J Am Coll Cardiol*. 2001;37:1170–1175.
- Deyo RA, Cherkin DC, Ciol MA. Adapting a clinical comorbidity index for use with ICD-9-CM administrative databases. *J Clin Epidemiol*. 1992;45:613–619.
- Dehara JC, Bongiorno MG, Rozkovec A, et al. Pathways for training and accreditation for transvenous lead extraction: a European Heart Rhythm Association position paper. *Europace*. 2012;14:124–134.
- Di Monaco A, Pelargonio G, Narducci ML, et al. Safety of transvenous lead extraction according to centre volume: a systematic review and meta-analysis. *Europace*. 2014;16:1496–1507.
- Wilkoff BL, Love CJ, Byrd CL, et al. Transvenous lead extraction: Heart Rhythm Society expert consensus on facilities, training, indications, and patient management: this document was endorsed by the American Heart Association (AHA). *Heart Rhythm*. 2009;6:1085–1104.
- Hayward RM, Dewland TA, Moyers B, et al. Device complications in adult congenital heart disease. *Heart Rhythm*. 2015;12:338–344.
- Starck CT, Falk V. Lead extraction technology and techniques: a surgeon's perspective. *Multimed Man Cardiothorac Surg*. 2016. 2016:mmw009. Disponible en: <https://mmcts.org/tutorial/956>. Consultado 24 Jul 2020
- Agarwal S, Sud K, Menon V. Nationwide hospitalization trends in adult congenital heart disease across 2003–2012. *J Am Heart Assoc*. 2016;5:e002330.
- Sadagopan SN, Veldtman GR, Roberts PR. Extraction of chronic pacing lead and angioplasty for complete superior baffle obstruction in complex congenital heart disease. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2008;31:1661–1663.
- Moak JP, Freedenberg V, Ramwell C, Skeete A. Effectiveness of excimer laser-assisted pacing and ICD lead extraction in children and young adults. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2006;29:461–466.
- Vehmeijer JT, Brouwer TF, Limpens J, et al. Implantable cardioverter-defibrillators in adults with congenital heart disease: a systematic review and meta-analysis. *Eur Heart J*. 2016;37:1439–1448.
- Becker AE, Essed CE. The heart after surgery for congenital heart disease. *Am J Cardiovasc Pathol*. 1988;1:301–317.
- Halpern DG, Steigler ML, Prabhu SP, Valente AM, Sanders SP. Cardiac calcifications in adults with congenital heart defects. *Congenit Heart Dis*. 2015;10:396–402.
- Gilligan DM, Dan D. Excimer laser for pacemaker and defibrillator lead extraction: techniques and clinical results. *Lasers Med Sci*. 2001;16:113–121.
- Quan H, Parsons GA, Ghali WA. Validity of information on comorbidity derived from ICD-9-CCM administrative data. *Med Care*. 2002;40:675–685.
- Reynolds MR, Cohen DJ, Kugelmass AD, et al. The frequency and incremental cost of major complications among Medicare beneficiaries receiving implantable cardioverter-defibrillators. *J Am Coll Cardiol*. 2006;47:2493–2497.