

## Artículo original

## Ablación pediátrica con catéter: características y resultados del procedimiento en un centro terciario de referencia



Andrés Alonso-García<sup>a,b</sup>, Felipe Atienza<sup>a,b,c,\*</sup>, Pablo Ávila<sup>a,b</sup>, Clara Ugueto<sup>c</sup>, Miriam Centeno<sup>d</sup>, Reyes Álvarez<sup>d</sup>, Tomás Datino<sup>a,b</sup>, Esteban González-Torrecilla<sup>a,b,c</sup>, Evaristo Castellanos<sup>a,b</sup>, Gerard Loughlin<sup>a,b</sup>, Constanco Medrano<sup>d</sup>, Ángel Arenal<sup>a,b</sup> y Francisco Fernández-Avilés<sup>a,b,c</sup>

<sup>a</sup> Servicio de Cardiología, Hospital General Universitario Gregorio Marañón, Instituto de Investigación Sanitaria Gregorio Marañón (IISGM), Madrid, España

<sup>b</sup> CIBERCV, Centro de Investigación Biomédica en Red de Enfermedades Cardiovasculares, Instituto de Salud Carlos III, Madrid, España

<sup>c</sup> Facultad de Medicina, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España

<sup>d</sup> Servicio de Pediatría, Hospital General Universitario Gregorio Marañón, Instituto de Investigación Sanitaria Gregorio Marañón (IISGM), Madrid, España

## Historia del artículo:

Recibido el 16 de agosto de 2017

Aceptado el 10 de noviembre de 2017

On-line el 26 de diciembre de 2017

## Palabras clave:

Ablación con catéter  
Cardiopatías congénitas  
Crioablación  
Pediátrica  
Radiofrecuencia

## RESUMEN

**Introducción y objetivos:** La ablación con catéter es un método para tratar arritmias en población pediátrica indicada en un creciente número de casos. Hay poca evidencia sobre la experiencia en estos procedimientos en España. El objetivo es describir las características y los resultados de una serie contemporánea de un hospital terciario de referencia nacional.

**Métodos:** Se revisaron los procedimientos de ablación realizados entre 2004 y 2016 en menores de 17 años en el momento de la indicación. Se analizaron características clínicas, metodología de la ablación y resultados agudos y a largo plazo.

**Resultados:** Se realizaron 291 procedimientos en 224 pacientes (mediana de edad, 12,2 años; el 60% varones). El 46% de los pacientes venían derivados desde otras comunidades autónomas. Los sustratos más frecuentemente abordados fueron las vías accesorias (VAC) (el 70,2%; más del 50% septales) y la taquicardia intranodular (TIN) (15,8%). El 16,8% presentaba cardiopatía congénita, familiar o adquirida. El 35,5% de los casos se realizaron con crioablación. El éxito agudo general de los procedimientos primarios fue del 93,5% (el 93,8% en las VAC y el 100% en las TIN). Se repitieron procedimientos por recurrencia en el 18,9% de los casos, con un éxito acumulado del 98,4% (el 99,3% en las VAC y el 100% en las TIN). Se registró un bloqueo auriculoventricular completo (0,37%), sin otras complicaciones mayores.

**Conclusiones:** El elevado porcentaje de éxito con mínimas complicaciones en una serie con alto nivel de complejidad reproduce los resultados publicados en otros países y refrenda el uso de la ablación con catéter en población pediátrica en centros especializados de referencia.

© 2017 Sociedad Española de Cardiología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

## Pediatric Catheter Ablation: Characteristics and Results of a Series in a Tertiary Referral Hospital

## ABSTRACT

**Introduction and objectives:** Catheter ablation has become the treatment of choice in an increasing number of arrhythmias in children and adolescents. There is still limited evidence of its use at a national level in Spain. The aim was to describe the characteristics and results of a modern monocentric series from a referral tertiary care centre.

**Methods:** Retrospective register of invasive procedures between 2004 and 2016 performed in patients under 17 years and recorded clinical characteristic, ablation methodology and acute and chronic results of the procedure.

**Results:** A total of 291 procedures in 224 patients were included. Median age was 12.2 years, 60% male. Overall, 46% patients were referred from other autonomous communities. The most frequent substrates were accessory pathways (AP) (70.2%, > 50% septal AP localization) and atrioventricular nodal reentrant tachycardia (AVNRT) (15.8%). Congenital and acquired heart disease was frequent (16.8%). Cryoablation was used in 35.5% of the cases. Overall acute success of the primary procedure was 93.5% (AP 93.8%; AVNRT 100%). Redo procedures after recurrence were performed in 18.9% of all substrates, with a long-term cumulative efficacy of 98.4% (AP 99.3%; AVNRT 100%). One (0.37%) serious complication occurred, a case of complete atrioventricular block.

## VÉASE CONTENIDO RELACIONADO:

<https://doi.org/10.1016/j.recesp.2018.03.021>

\* Autor para correspondencia: Servicio de Cardiología, Hospital General Universitario Gregorio Marañón, Dr. Esquerdo 46, 28006 Madrid, España. Correo electrónico: [fatienza@secardiologia.es](mailto:fatienza@secardiologia.es) (F. Atienza).

<https://doi.org/10.1016/j.recesp.2017.11.013>

0300-8932/© 2017 Sociedad Española de Cardiología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

**Conclusions:** Our study replicated previous international reports of high success rates with scarce complications in a high complexity series, confirming the safety and efficacy of pediatric catheter ablation in our environment performed at highly experienced referral centers.

Full English text available from: [www.revespcardiol.org/en](http://www.revespcardiol.org/en)

© 2017 Sociedad Española de Cardiología. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

## Abreviaturas

TAF: taquicardia auricular focal  
TAM: taquicardia auricular macrorreentrante  
TIN: taquicardia intranodular  
TV: taquicardia ventricular  
VAC: vía accesoria

## INTRODUCCIÓN

La ablación con catéter es actualmente un método eficaz y seguro para tratar las arritmias de la población pediátrica, y se considera de elección para una amplia gama de situaciones clínicas y perfiles de pacientes<sup>1</sup>. Múltiples registros, tanto prospectivos como retrospectivos, han mostrado un alto porcentaje de éxito agudo y a largo plazo y bajo riesgo de complicaciones graves<sup>2–7</sup>. Además, la utilización cada vez más extendida de sistemas de cartografía electroanatómica y distintas fuentes de ablación ha permitido aumentar la seguridad y mejorar los resultados en casos complejos. Consecuentemente, las recomendaciones de las guías de práctica clínica y consensos de expertos para la realización de procedimientos electrofisiológicos a pacientes adultos se han extendido a la población pediátrica en todo el mundo<sup>1,8,9</sup>.

No obstante, el número de procedimientos de ablación pediátrica continúa siendo relativamente bajo y su complejidad requiere un alto grado de especialización tanto en cardiología pediátrica como en electrofisiología<sup>8</sup>. Por este motivo, los procedimientos de ablación pediátrica deben restringirse a centros de referencia con experiencia y volumen suficientes. En comparación con la extensa experiencia publicada en el mundo, sobre todo Norteamérica, los datos publicados en nuestro medio son muy escasos.

El objetivo de este trabajo es describir las características y los resultados de la ablación en una serie unicéntrica y contemporánea de población pediátrica realizados en un hospital terciario de referencia.

## MÉTODOS

### Muestra del estudio

Se realizó un análisis retrospectivo de los estudios electrofisiológicos de ablación pediátrica practicados en el centro, desde enero de 2004 hasta diciembre de 2016, por el grupo de electrofisiología de adultos del servicio de cardiología en colaboración con los cardiólogos pediatras del servicio de pediatría. La edad límite fijada fue 16 años, aunque se incluyeron segundos procedimientos realizados cuando el paciente ya había superado dicha edad. Se incluyeron todos los casos, independientemente de los antecedentes cardiológicos, la situación clínica o los intentos previos de ablación en otros centros. Se recogieron datos demográficos, como la edad, el sexo, el peso, la concomitancia de cardiopatía congénita y la comunidad autónoma de procedencia.

### Estudio electrofisiológico y ablación

El sustrato arrítmico se clasificó como vía accesoria (VAC) auriculoventricular, taquicardia intranodular (TIN), taquicardia auricular focal (TAF), taquicardia auricular macrorreentrante (TAM), taquicardia ventricular (TV) o taquicardia ectópica de la unión auriculoventricular. Se consignaron la fuente de energía (radiofrecuencia o crioablación) y la vía de abordaje (percutánea o quirúrgica). En caso de que se hubiera optado por un cambio de fuente de energía a mitad del procedimiento, se recogió la última utilizada. Los casos de crioablación se realizaron mediante catéteres con puntas de 4, 6 u 8 mm (CryoCath, Medtronic Inc.; Minneapolis, Minnesota, Estados Unidos); cuando procediera, se utilizó la técnica en 2 tiempos, con criocartografía a  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  seguida de crioablación a  $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Los procedimientos se realizaron con anestesia general. Se registró el uso de sistemas de cartografía electroanatómica tridimensional.

### Resultados a corto y largo plazo

Se utilizaron criterios estándar para determinar el éxito agudo de los procedimientos. En caso de VAC, ausencia de conducción hasta 30 min tras finalizar las aplicaciones; en los casos de TIN, TAF, TAM y TV, tras administración de adenosina y ausencia de inducibilidad durante la infusión de isoproterenol. En los casos de TIN, se aceptó la presencia de una eco nodular<sup>4,8</sup>. Se registró la incidencia de recaídas durante el seguimiento protocolizado en consultas, definidas como documentación de la arritmia tratada originalmente y/o reaparición de la preexcitación o las alteraciones electrocardiográficas correspondientes. Se registraron los procedimientos repetidos sobre el mismo sustrato y se calculó el porcentaje de éxito agudo y a largo plazo del procedimiento primario, así como el éxito acumulado a largo plazo de todos los procedimientos sobre un mismo sustrato, definido como la ausencia de recurrencias hasta el final del seguimiento, excluidos los casos en que no se programaron nuevos procedimientos tras un abordaje primario fallido ( $n = 10$ ).

### Análisis estadístico

Las variables continuas se comunicaron como mediana [intervalo intercuartílico], dado que no seguían una distribución normal. Se compararon mediante el test de Mann-Whitney. Las variables categóricas se presentaron como frecuencia y proporción y se compararon mediante el test de  $\chi^2$  o el exacto de Fisher. Se consideraron significativas las diferencias con  $p < 0,05$ . Se seleccionaron las variables relacionadas con el fracaso agudo o la recurrencia tras el procedimiento mediante un análisis univariable ( $p < 0,1$ ) y se contrastaron mediante regresión logística multivariable con selección de variables mediante exclusión por pasos. Se utilizó Stata 14.0.

**Tabla 1**  
Características demográficas de la muestra en función del sustrato

	Total	Solo diagnóstico	VAC	TIN	TAF	TAM	TV	T. de la unión
Procedimientos	291 (100)	23 (7,9)	188 (64,6)	42 (14,4)	14 (4,8)	7 (2,4)	15 (5,2)	2 (0,7)
Sexo femenino	112 (38,5)	12 (52,2)	80 (42,6)	11 (26,2)	5 (35,7)	2 (28,6)	2 (13,3)	0 (0)
Edad (años)	12,2 [9,1-15,2]	13,1 [9,7-15,4]	12,4 [9,2-15,3]	13 [10,6-14,8]	6 [0,1-11,8]	12,2 [4,7-16,5]	10,3 [8,2-16,4]	7,6 [6-9,1]
Edad ≤ 5 años	33 (11,3)	3 (13)	16 (8,5)	2 (4,8)	7 (50)	3 (42,9)	2 (13,3)	0 (0)
Peso (kg)	44,1 [32-58]	42 [31-55]	44,5 [33-59]	51,2 [38-61]	25 [4,5-34]	28 [18-60]	33,1 [29-57]	31 [30-32]
Peso ≤ 15 kg	22 (7,6)	1 (4,4)	11 (5,9)	2 (4,8)	5 (35,7)	1 (14,3)	2 (13,3)	0 (0)
Cardiopatía congénita	49 (16,8)	5 (21,7)	21 (11,2)	3 (7,1)	5 (35,7)	7 (100)	7 (46,7)	1 (50)
De otra comunidad	133 (45,7)	10 (43,5)	87 (46,3)	17 (40,5)	10 (71,4)	3 (42,9)	4 (26,7)	2 (100)

T. de la unión: taquicardia ectópica de la unión auriculoventricular; TAF: taquicardia auricular focal; TAM: taquicardia auricular macrorreentrante; TIN: taquicardia intranodular; TV: taquicardia ventricular; VAC: vía accesoria.  
Los valores expresan n (%) o mediana [intervalo intercuartílico].

## RESULTADOS

### Características basales e indicaciones

Desde enero de 2004 hasta diciembre de 2016, se realizaron 291 procedimientos de ablación en 224 pacientes, el 60% de ellos varones, con un seguimiento mediano de 6 [2-10] años. Los datos demográficos se muestran en la [tabla 1](#). La mediana de edad era 12,2 [9,1-15,1] años; el 11,4% de los casos eran pacientes de edad ≤ 5 años y en 5 casos, < 2 años. Los pacientes con TAF y con taquicardia ectópica de la unión eran de edad significativamente menor (mediana, 6,0 y 7,6 respectivamente;  $p < 0,001$  respecto a los demás grupos). Por otro lado, solo un 4,7% de las TIN se realizaron en pacientes de 5 o menos años. La mediana general del peso fue 44 [32-58] kg, y el 7,6% cumplía criterios de peso bajo ( $\leq 15$  kg), que en el caso de los procedimientos sobre TAF se elevó hasta el 35,7%. El 45,7% de los pacientes venían derivados desde otra comunidad autónoma.

Se utilizaron sistemas de navegación electroanatómica en el 20,6% de todos los procedimientos, el 15,1% con NavX (St. Jude Medical; St. Paul, Minnesota, Estados Unidos) y el 5,5% con CARTO (Biosense Webster; California, Estados Unidos).

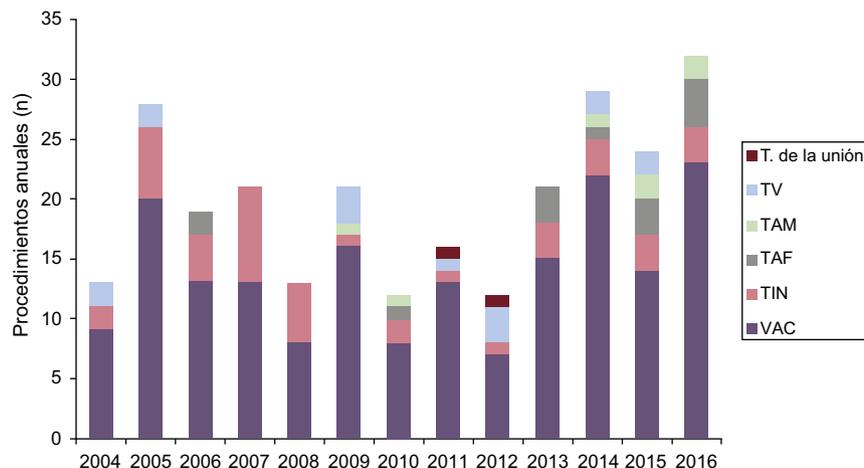
El 7,9% ( $n = 23$ ) de los procedimientos fueron exclusivamente diagnósticos, ya fuera por la ininducibilidad de las arritmias, por observarse una capacidad de conducción anterógrada y/o retrógrada por la VAC de muy bajo riesgo, por negativa del paciente o sus padres una vez informados de los riesgos concretos del procedimiento tras el diagnóstico, y en 1 caso por inducirse TAM de

múltiples morfologías, no cartografiables, y degeneración constante a fibrilación auricular durante el estudio. De los procedimientos terapéuticos, el 70,2% ( $n = 188$ ) se realizó sobre 1 o más VAC; el 15,8% ( $n = 42$ ), para ablación de TIN; el 5,2% ( $n = 14$ ) sobre una TAF; el 2,6% ( $n = 7$ ), sobre una TAM; el 5,6% ( $n = 15$ ), para TV, y 2 casos (0,8%), para ablación de taquicardia ectópica de la unión auriculoventricular.

En la [figura](#) se muestra la distribución anual de los estudios electrofisiológicos realizados; la indicación más frecuente, y de manera constante con el paso de los años, fue la taquicardia supraventricular, fundamentalmente la VAC y la TIN. La TV fue una indicación menos frecuente en términos generales.

### Eficacia

En la [tabla 2](#) se presentan la distribución y los resultados de la ablación en función de la fuente de energía utilizada. El 64,6% de los procedimientos se realizaron con radiofrecuencia y el 35,5%, con crioblación. La elección de la fuente de energía varió en función del sustrato: en el 83,7% de las TIN, se usó crioblación, al igual que en las 2 taquicardias ectópicas de la unión, mientras que se utilizó en un 28,2% de las VAC, de las cuales un 90,7% tenían localización septal. La ablación de TAF, TAM y TV se realizó mayoritariamente con radiofrecuencia. El éxito agudo de ambas fuentes de energía fue similar (el 94,2% con radiofrecuencia frente al 93,4% con crioblación;  $p = 0,813$ ), aunque la tasa de recurrencias fue significativamente mayor con la crioblación, con un



**Figura.** Número de procedimientos anuales en función del sustrato. T. de la unión: taquicardia ectópica de la unión auriculoventricular; TAF: taquicardia auricular focal; TAM: taquicardia auricular macrorreentrante; TIN: taquicardia intranodular; TV: taquicardia ventricular; VAC: vía accesoria.

**Tabla 2**  
Clasificación y resultados según fuente de energía (por procedimiento)

	Radiofrecuencia	Crioablación
<i>Procedimientos totales</i>	173 (64,6)	95 (35,5)
VAC	133 (70,7)	55 (29,3)
Pared libre izquierda	62 (96,9)	2 (3,1)
Pared libre derecha	18 (81,8)	4 (18,2)
Septal	53 (52)	49 (48)
TIN	7 (16,7)	35 (83,7)
TAF	14 (100)	0 (0)
TAM	7 (100)	0 (0)
TV	12 (80)	3 (20)
T. de la unión	0 (0)	2 (100)
Éxito agudo total (%)	94,2	93,4
Éxito largo plazo total (%)	84,8	65,9

T. de la unión: taquicardia ectópica de la unión auriculoventricular; TAF: taquicardia auricular focal; TAM: taquicardia auricular macrorreentrante; TIN: taquicardia intranodular; TV: taquicardia ventricular; VAC: vía accesoria. Salvo otra indicación, los valores expresan n (%).

éxito a largo plazo general del 84,8% con radiofrecuencia frente al 65,9% con crioablación ( $p = 0,001$ ).

En la presentación de recurrencias tras un procedimiento primario con crioablación (que correspondieron todas a VAC septal o TIN), solo en 1 caso se optó por radiofrecuencia en el procedimiento *redo*, con éxito. En el resto de los casos se optó por realizar los procedimientos *redo* solo con crioablación, con lo que se logró un éxito acumulado a largo plazo en el 78% de los casos.

Se utilizó un catéter de punta irrigada en 8 casos: 4 de VAC (éxito agudo, el 75%; a largo plazo, el 50%), 3 de TAF (éxito a largo plazo del 33%) y 1 TV (sin éxito). Excepto los casos de TAF, todos eran procedimientos *redo*.

La **tabla 3** muestra los resultados generales y desglosados por sustrato, agudos y a largo plazo. El éxito agudo del procedimiento primario fue del 93,5%, incluidos 23 procedimientos que debieron realizarse escalonadamente para utilizar un catéter con punta irrigada, otra fuente de energía o navegador electroanatómico para conseguir una ablación exitosa. El porcentaje de éxito fue mayor en las taquicardias supraventriculares por reentrada (93,8-100%) que en las TAF y las TV (80%). El éxito general del procedimiento primario a largo plazo fue del 77,6%, aunque desigual en función de sustrato: mayor en VAC (81,6%) y menor en los demás sustratos, especialmente en TIN (57,1%). La eficacia acumulada a largo plazo incluyendo los procedimientos *redo* sobre un mismo sustrato fue alta en general, del 93,7%.

La **tabla 4** recoge la localización de los procedimientos terapéuticos sobre la VAC. El 37,9% fueron VAC de pared libre izquierda (el 34% de los procedimientos), el 10,3% de pared libre derecha (el 11,7% de los procedimientos) y el 51,7% septales (el 54,3% de los procedimientos). El éxito agudo primario fue mayor en las VAC de pared libre izquierda (98,2%) y menor en las VAC localizadas en la pared libre derecha (93,3%) y septales (90,5%).

**Tabla 3**  
Resultados agudos y a largo plazo en función del sustrato (por paciente)

	Total	VAC	TIN	TAF	TAM	TV	T. de la unión
Éxito agudo primario	188/201 (93,5)	136/145 (93,8)	28/28 (100)	8/10 (80)	6/6 (100)	8/10 (80)	2/2 (100)
Éxito largo plazo primario	146/188 (77,6)	111/136 (81,6)	16/28 (57,1)	6/8 (75)	5/6 (83,3)	6/8 (75)	2/2 (100)
Eficacia acumulada a largo plazo*	179/191 (93,7)	132/138 (95,7)	26/28 (92,9)	7/8 (87,5)	6/6 (100)	6/9 (66,7)	2/2 (100)

T. de la unión: taquicardia ectópica de la unión auriculoventricular; TAF: taquicardia auricular focal; TAM: taquicardia auricular macrorreentrante TIN: taquicardia intranodular; TV: taquicardia ventricular; VAC: vía accesoria.

Los valores expresan n/N (%).

\* Se excluyeron los sustratos con procedimiento primario no exitoso sobre los que no se volvió a actuar.

El éxito acumulado a largo plazo fue del 100% en vías de pared libre izquierda, del 93,3% en las de pared libre derecha y del 92,8% en las septales, con diferencia significativa entre pared libre izquierda y la localización septal. De las vías laterales derechas, 4 eran de tipo Mahaim y en todas la ablación tuvo éxito.

Además, se realizó ablación con éxito en 5 taquicardias alternantes de la unión auriculoventricular de localización posteroseptal derecha. Inicialmente 3 procedimientos se realizaron con crioablación, y en uno de estos casos hubo una recurrencia que se trató con éxito en un segundo procedimiento, sin recaídas posteriores. En 2 casos se empleó radiofrecuencia como primera opción, pero se requirió cambio a crioablación para conseguir el éxito, al realizarse con asistencia mediante oxigenador extracorpóreo de membrana por *shock* cardiogénico (véanse los detalles más adelante).

En 10 casos, el procedimiento primario no tuvo éxito, pero no se programaron procedimientos *redo* por decisión del paciente y su familia o de su médico habitual: 7 casos de VAC, 5 de los cuales tenían preexcitación asintomática sin taquicardias, 2 casos de TAF (un foco epicárdico en la orejuela izquierda y uno en el *ostium* del seno coronario) en los que, aunque no se alcanzaron criterios de éxito agudo, los pacientes permanecieron asintomáticos durante el seguimiento, y 1 caso de TV focal del tracto de salida del ventrículo derecho en el que tampoco se logró la ausencia de inducibilidad, pero que únicamente tenía extrasístolia aislada en el seguimiento. Estos casos no se incluyeron en el análisis de eficacia acumulada a largo plazo.

### Casos complejos

El 15,6% de los pacientes (el 16,8% de los procedimientos) tenían una cardiopatía congénita, familiar o adquirida. De este grupo, 14 pacientes presentaron cardiopatías congénitas moderadas o complejas: fisiología de ventrículo único ( $n = 4$ ), transposición de grandes arterias ( $n = 3$ ), anomalía de Ebstein ( $n = 3$ ), canal auriculoventricular completo ( $n = 2$ ), coartación y estenosis aórtica ( $n = 1$ ) y anomalía coronaria ( $n = 1$ ). Los demás tenían cardiopatías leves (comunicación interauricular [ $n = 1$ ], comunicación interventricular [ $n = 1$ ]), daño multisistémico (enfermedad de Kawasaki con aneurismas coronarios [ $n = 1$ ], síndrome de Noonan [ $n = 1$ ]), trasplante cardiaco ( $n = 2$ ), miocardiopatía dilatada ( $n = 1$ ), miocardiopatía hipertrófica ( $n = 2$ ) y, por último, disfunción ventricular grave que se atribuyó a taquimiocardiopatía ( $n = 5$ ). De estos últimos, 2 presentaron *shock* cardiogénico y un procedimiento se realizó en asistencia mecánica percutánea tipo oxigenador extracorpóreo de membrana, que permitió la crioablación eficaz tras el intento con radiofrecuencia, fallido por el bajo flujo sanguíneo<sup>10</sup>. En la **tabla 5** se compara la eficacia de la ablación en pacientes con y sin cardiopatía congénita, y se muestra que la eficacia aguda y a largo plazo del procedimiento primario fueron similares, mientras que la eficacia acumulada a largo plazo fue significativamente inferior en los pacientes con cardiopatía congénita (el 86,7 frente al 95,0%;  $p = 0,025$ ).

Todos los casos de TAM tenían una cardiopatía congénita, todos circuitos en la aurícula derecha, 4 dependientes del istmo cavotricuspidal y 3 en otras localizaciones.

**Tabla 4**  
Resultados agudos y a largo plazo en función de la localización de la vía accesoria

	Pared libre izquierda (34,0%)	Pared libre derecha (11,7%)	Septal (54,3%)	p general	Pared libre izquierda frente a derecha, p	Pared libre izquierda frente a septal, p
Éxito agudo primario	55/56 (98,2)	14/15 (93,3)	67/74 (90,5)	0,199	0,310	0,071
Éxito largo plazo primario	49/55 (89,1)	11/14 (78,6)	51/67 (76,1)	0,175	0,297	0,064
Eficacia acumulada a largo plazo <sup>a</sup>	55/55 (100)	14/15 (93,3)	64/69 (92,8)	0,353	0,056	< 0,05 <sup>b</sup>

Los valores expresan n/N (%).

<sup>a</sup> Se excluyeron los sustratos con procedimiento primario no exitoso sobre los que no se volvió a actuar.

<sup>b</sup> Estadísticamente significativo.

El 46,7% de los procedimientos de TV se realizaron en pacientes con cardiopatía. Mayoritariamente se debieron a un mecanismo focal con un origen heterogéneo: 5 casos en el ventrículo derecho (3 en el tracto de salida, 1 en la región anterobasal, 1 perihisiana) y 3 en el ventrículo izquierdo (1 en el tracto de salida, 1 en el ápex, 1 polimórfica en varias regiones). El resto de los casos correspondieron a 2 TV fasciculares.

Los casos con abordaje quirúrgico tenían sustratos localizados en el epicardio: una VAC lateral derecha en el paciente con enfermedad de Kawasaki, tratada mediante esternotomía parcial inferior con crioablación, y 2 taquicardias auriculares focales con origen en la orejuela izquierda, mediante toracoscopia de 3 puertos ± minitoracotomía lateral con radiofrecuencia. Los 3 procedimientos se realizaron tras el fracaso del abordaje endocárdico, todos ellos con éxito a largo plazo.

#### Análisis multivariable

La **tabla 6** muestra los resultados del análisis multivariable, cuyas variables asociadas de manera independiente con fracaso del procedimiento o recurrencia a largo plazo fueron la presencia de cardiopatía estructural (*odds ratio* [OR] = 0,09; intervalo de confianza del 95% [IC95%], 1,04-4,21) y el empleo de crioablación como fuente de energía (OR = 1,87; IC95%, 1,06-3,31). En el análisis específico de los procedimientos de ablación de VAC, la localización septal (septal frente a pared libre izquierda (OR = 2,93; IC95%, 1,29-6,70) y las localizaciones en pared libre derecha (pared libre derecha frente a pared libre izquierda, OR = 3,30; IC95%, 1,08-10,12) se asociaron con un peor resultado a largo plazo. Finalmente, se observó una tendencia a mejores resultados a largo plazo de las intervenciones posteriores a 2010, sin que se llegara a alcanzar la significación estadística (OR = 0,59; IC95%, 0,34-1,02).

#### Complicaciones

En total se registraron 7 complicaciones (el 2,6% de los procedimientos terapéuticos): 1 caso de bloqueo auriculoventricular completo (el 0,37% de los procedimientos) y 6 complicaciones leves. El bloqueo auriculoventricular completo se produjo en 2004 durante la ablación exitosa de una TV fascicular con radiofrecuencia en un paciente trasplantado cardiaco. Tres ablaciones de VAC anteroseptal perihisiana exitosas presentaron

bloqueo de la rama derecha del haz de His: 2 realizadas con crioablación y 1 con radiofrecuencia. Una de las ablaciones epicárdicas se complicó con derrame pleural ligero, que se resolvió espontáneamente. Un caso de crioablación exitosa de VAC perihisiana presentó tras el alta episodios de taquicardia ectópica de la unión auriculoventricular, con paroxismos de pocos latidos durante el ejercicio físico, autolimitados, asintomáticos, que no precisaron tratamiento. Por último, un paciente tuvo una parálisis parcial del nervio hipogloso, secundaria a compresión de la mascarilla laríngea durante el procedimiento.

#### DISCUSIÓN

En el presente estudio se presentan los resultados de la ablación en población pediátrica de un centro terciario de referencia desde los años 2004 a 2016, que muestran una elevada eficacia de la ablación en distintos tipos de arritmias y sustratos, con muy baja tasa de complicaciones. Estos resultados se produjeron en una muestra de elevada complejidad, pues incluye a pacientes que procedían de otros centros, con ablaciones fallidas previas y gran proporción de cardiopatías complejas.

#### Experiencia en ablación pediátrica

Estos datos están en consonancia con los hallazgos publicados previamente, muestran el actual estado de desarrollo de la ablación en población pediátrica y son equiparables a los de series realizadas en población adulta<sup>1,10,11</sup>. Los documentos de consenso actuales americanos y europeos recomiendan la ablación con catéter en pacientes pediátricos en casos de mala respuesta a fármacos o repercusión clínica grave (clase I, nivel de evidencia C), así como alternativa al tratamiento farmacológico con el objetivo de evitar tratamientos antiarrítmicos crónicos (clase I, nivel de evidencia C)<sup>1,10</sup>. Todo ello ha tenido como consecuencia el aumento constante del número de procedimientos realizados anualmente en todo el mundo. No obstante, la cifra absoluta de ablaciones en la edad pediátrica continúa siendo baja, en torno a 0,05/1.000 menores de 18 años, lo que supone aproximadamente el 1% de todas las ablaciones realizadas<sup>8</sup>. El motivo principal es que estos procedimientos se realizan mayoritariamente en centros de referencia con alto volumen y experiencia, que además concentran los casos de mayor complejidad. Así, el registro de ablaciones de la

**Tabla 5**  
Resultados agudos y a largo plazo en función de la presencia de cardiopatía congénita

	Cardiopatía congénita	Ausencia de cardiopatía estructural	p
Éxito agudo primario	27/30 (90,0)	161/171 (94,2)	0,394
Éxito a largo plazo primario	20/27 (74,1)	126/161 (78,3)	0,629
Eficacia acumulada a largo plazo <sup>a</sup>	26/30 (86,7)	153/161 (95,0)	0,025 <sup>b</sup>

Los valores expresan n/N (%).

<sup>a</sup> Se excluyeron los sustratos con procedimiento primario no exitoso sobre los que no se volvió a actuar.

<sup>b</sup> Estadísticamente significativo.

**Tabla 6**

Predictores de resultado agudo no exitoso o recurrencia a largo plazo

Variable	Análisis univariable, OR (IC95%)	p	Análisis multivariable, OR (IC95%)	p
Época (> 2010)	0,57 (0,33-0,98)	0,04 <sup>a</sup>	0,59 (0,34-1,02)	0,06
Edad	0,97 (0,90-1,03)	0,29		NS
Edad baja (≤ 5 años)	1,45 (0,65-3,23)	0,37		
Sexo (mujer)	0,96 (0,55-1,67)	0,89		
Peso	0,99 (0,98-1,01)	0,19		NS
Peso bajo (≤ 15 kg)	1,56 (0,61-4,00)	0,35		
De otra comunidad	1,02 (0,60-1,73)	0,94		
Cardiopatía	1,73 (0,89-3,39)	0,11	2,09 (1,04-4,21)	0,04 <sup>a</sup>
Energía (crioablación)	1,74 (1,01-3,01)	0,04 <sup>a</sup>	1,87 (1,06-3,31)	0,03 <sup>a</sup>
Navegador	0,78 (0,53-1,15)	0,20		NS
Procedimiento repetido	0,82 (0,44-1,52)	0,53		
Localización de la VAC (solo VAC) <sup>b</sup>		0,01 <sup>a</sup>		0,01 <sup>a</sup>
Pared libre derecha	3,42 (1,12-10,49)		3,30 (1,08-10,12)	
Septal	3,00 (1,32-6,83)		2,93 (1,29-6,70)	

IC95%: intervalo de confianza del 95%; NS: no significativo; OR: *odds ratio*; VAC: vía accesoria.<sup>a</sup> p < 0,05.<sup>b</sup> Se realizó un análisis multivariable específico de los casos de VAC para evaluar la influencia de la localización.

PACES (*Pediatric and Congenital Electrophysiology Society*) mostró que los grandes centros de referencia (n = 8) realizaron el 76% de todos los procedimientos de ablación pediátrica<sup>11</sup>. En series europeas más recientes, el registro nacional checo<sup>8</sup> y el registro nacional finlandés<sup>12</sup>, se ha publicado una actividad de ablación en centros de referencia entre 20 y 30 procedimientos anuales de media, lo que supone un tamaño similar al descrito en nuestro centro. Los requisitos para la ablación pediátrica se expresan con claridad en los documentos de consenso europeo EHRA-AEPC (*European Heart Rhythm Association-Association for European Paediatric and Congenital Cardiology*) y americano PACES-HRS (*Heart Rhythm Society*)<sup>1,10</sup>. Estos recogen que los procedimientos deben realizarlos electrofisiólogos con experiencia en ablación pediátrica en colaboración con los cardiólogos pediátricos, en centros con experiencia en anestesia y cirugía cardiovascular infantil, equipados de tecnología actual y sistemas navegación electroanatómica y crioablación<sup>1,10</sup>.

La evidencia publicada de series en España es muy escasa. Recientemente, el Registro Español de Ablación con Catéter de la Sección de Electrofisiología y Arritmias de la Sociedad Española de Cardiología de 2016 ha recogido por primera vez la experiencia de los centros españoles en ablación pediátrica, que suponen un 2,7% del total de los procedimientos, y detalla la distribución por sustrato<sup>13</sup>. El registro unicéntrico más relevante es el publicado por Brugada et al.<sup>14</sup>, en el que presentan su experiencia inicial de ablaciones pediátricas, predominantemente TIN y VAC realizadas entre 1992 y 1997, con excelentes resultados y muy baja tasa de complicaciones. Hasta donde se sabe, esta serie es la primera publicada en España que incluye colaboración multidisciplinaria entre cardiólogos y cardiólogos pediátricos, distintos abordajes de acceso y tipos de energía, ablación de todo tipo de sustratos y un alto porcentaje de casos complejos y un número significativo de cardiopatías congénitas y confirma la utilidad de la ablación con catéter en población pediátrica practicada en un centro terciario de referencia.

### Sustrato arritmico y técnicas de ablación

Respecto al perfil de los pacientes y el sustrato ablacionado, destaca que varias series unicéntricas publicadas se centraron en la taquicardia supraventricular y/o los 2 sustratos más comunes, la VAC

y la TIN<sup>4,15-17</sup>. También es frecuente que se excluya a pacientes con cardiopatías congénitas, de cualquier tipo o únicamente las más complejas. Esta serie refleja la actividad diaria real, sin criterios de exclusión por localización del sustrato, cardiopatía estructural o metodología de ablación. Atendiendo a los registros nacionales y a las series publicadas sin restricciones de inclusión<sup>8,12,18</sup>, en la presente serie llama la atención el elevado porcentaje de pacientes complejos (> 16% con cardiopatía congénita). Además, se trató 1 caso de ablación de una VAC en asistencia con oxigenador extracorpóreo de membrana, con normalización de la función ventricular tras el procedimiento<sup>19</sup>. Se debe señalar también la mayor prevalencia de sustratos complejos que habitualmente ofrecen resultados más pobres, como la TAF, la TV y las VAC de pared libre derecha y localización septal. Por último, aunque no se logró recoger de manera sistemática la presencia de intentos de ablación previos en pacientes derivados al centro para un segundo o tercer intento de ablación, el elevado porcentaje de pacientes de otras comunidades autónomas refleja indirectamente la complejidad de los sustratos ablacionados que necesitaron de un segundo o tercer procedimiento en nuestro centro.

En referencia a la fuente de energía, esta serie refleja el cambio de tendencia a lo largo de la última década hacia un mayor uso de la crioablación, especialmente para sustratos perinodulares, fundamentalmente TIN y taquicardia ectópica de la unión, pero también en un número relevante de VAC septales. La principal limitación de la crioablación es la alta tasa de recurrencias, especialmente en las primeras experiencias publicadas, pero la ausencia de riesgo de bloqueo auriculoventricular completo la convierten en una técnica de elección para la ablación de taquicardias perinodulares en población pediátrica<sup>15,20-25</sup>. Por otra parte, el abordaje epicárdico quirúrgico, aunque poco frecuente en población pediátrica, permite ofrecer una posibilidad de éxito en arritmias mediadas por sustratos transmurales, epicárdicos o próximos a la circulación coronaria.

Los resultados de eficacia en la presente serie concuerdan con los publicados en otras, tanto unicéntricas como en registros multicéntricos prospectivos, con un alto porcentaje de éxito agudo y a largo plazo por sustrato incluso en pacientes con cardiopatías complejas<sup>26,27</sup>. La tasa de recurrencias se encuentra en el límite alto de la horquilla publicada, en torno al 20%, a expensas —como se ha descrito previamente— de los sustratos más difíciles, con más

TAF, TV, VAC septal y uso de crioblación. En general, las complicaciones fueron infrecuentes y de escasa repercusión clínica, con un solo caso de bloqueo auriculoventricular completo, que representa un 0,4% de los procedimientos terapéuticos y es uno de los casos complejos del primer año de la serie<sup>24</sup>. A pesar de estar descritas en la literatura médica, no se detectó ninguna alteración electrocardiográfica compatible con isquemia tras el procedimiento<sup>28</sup>.

### Limitaciones

Se trata de un registro retrospectivo con todas las limitaciones inherentes a ellos. El carácter unicéntrico relativiza la validez externa de sus resultados. La ausencia de información completa sobre algunas de las características de los procedimientos impide extraer información sobre el uso de sistemas de navegación, el tipo de acceso a cavidades izquierdas o el tiempo medio de fluoroscopia, que permitirían una descripción más completa de la serie.

### CONCLUSIONES

La ablación con catéter en población pediátrica puede realizarse con alta tasa de eficacia y pocas complicaciones, incluso en casos complejos con cardiopatía asociada, en centros especializados de referencia.

### FINANCIACIÓN

El presente trabajo se ha financiado en parte con fondos procedentes de la Red de Salud Cardiovascular, Instituto de Investigación Carlos III (becas PI13-01882, PI13-00903, PI14/00857, PI16/01123, TEC2013-46067-R, DTS16/0160 y IJCI-2014-22178) y fondos FEDER (Fondo Europeo de Desarrollo Regional).

### CONFLICTO DE INTERESES

F. Atienza es consultor de Medtronic y Livanova.

#### ¿QUÉ SE SABE DEL TEMA?

- La ablación con catéter es un procedimiento indicado para un número creciente de arritmias en población pediátrica. Sin embargo, las características de los centros y los pacientes incluidos y los datos de eficacia y seguridad son muy escasos.

#### ¿QUÉ APORTA DE NUEVO?

- Los resultados del presente estudio demuestran que la ablación pediátrica tiene eficacia y seguridad equiparables a lo previamente publicado sobre adultos, tras incluir todo tipo de sustratos arrítmicos, fuentes de ablación, navegadores electroanatómicos y casos de elevada complejidad. Estos resultados se obtuvieron en servicios de cardiología de referencia con alto volumen en adultos y niños, en colaboración con los servicios de pediatría, anestesia pediátrica y cirugía cardíaca infantil.

### BIBLIOGRAFÍA

- Philip Saul J, Kanter RJ, Abrams D, et al. PACES/HRS expert consensus statement on the use of catheter ablation in children and patients with congenital heart disease. *Heart Rhythm*. 2016;13:e251-e289.
- Van Hare GF, Javitz H, Carmelli D, et al. Prospective assessment after pediatric cardiac ablation: demographics, medical profiles, and initial outcomes. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2004;7:759-770.
- Kugler JD, Danford DA, Houston KA, Felix G. Pediatric radiofrequency catheter ablation registry success, fluoroscopy time, and complication rate for supraventricular tachycardia: comparison of early and recent eras. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2002;4:336-341.
- Lee P-C, Hwang B, Chen S-A, et al. The results of radiofrequency catheter ablation of supraventricular tachycardia in children. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2007;5:655-661.
- Kugler JD. Radiofrequency catheter ablation for supraventricular tachycardia, Should it be used in infants and small children? *Circulation*. 1994;1:639-641.
- Blaufox AD, Felix GL, Saul JP. Pediatric Catheter Ablation Registry. Radiofrequency catheter ablation in infants < / = 18 months old: when is it done and how do they fare?: short-term data from the pediatric ablation registry. *Circulation*. 2001;104:2803-2808.
- Aiyagari R, Saarel EV, Etheridge SP, Bradley DJ, Dick M, Fischbach PS. Radiofrequency ablation for supraventricular tachycardia in children ≤ 15 kg is safe and effective. *Pediatr Cardiol*. 2005;5:622-626.
- Kubus P, Vit P, Gebauer RA, et al. Long-term results of paediatric radiofrequency catheter ablation: a population-based study. *Europace*. 2014;16:1808-1813.
- Brugada J, Blom N, Sarquella-Brugada G, et al. Pharmacological and non-pharmacological therapy for arrhythmias in the pediatric population: EHRA and AEP-Cardiac Arrhythmia Working Group joint consensus statement. *Europace*. 2013;15:1337-1382.
- Ávila P, Atienza F, Centeno M, Pelliza M, Arenal Á, Fernández-Avilés F. Cryoablation in an infant receiving extracorporeal membrane oxygenation support. *Rev Esp Cardiol*. 2017;70:779-781.
- Kugler JD, Danford DA, Deal BJ, et al. Radiofrequency catheter ablation for tachyarrhythmias in children and adolescents. *N Engl J Med*. 1994;330:1481-1487.
- Hiippala A, Happonen J-M. Population-based single-center outcome for pediatric catheter ablation of common supraventricular tachycardias. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2015;38:115-119.
- Fontenla A, García-Fernández J, Ibáñez JL; Spanish Catheter Ablation Registry collaborators. Spanish Catheter Ablation Registry. 16th Official Report of the Spanish Society of Cardiology Working Group on Electrophysiology and Arrhythmias (2016). *Rev Esp Cardiol*. 2017;70:971-982.
- Brugada Terradellas J, Rissech Payret M, Mont Girbau L, et al. Tratamiento de arritmias cardíacas con radiofrecuencia en pediatría. *An Esp Pediatr*. 1998;48:385-388.
- Bravo L, Atienza F, Eidelman G, et al. Safety and efficacy of cryoablation vs. radiofrequency ablation of septal accessory pathways: systematic review of the literature and meta-analyses. *Europace*. 2017. <http://doi.org/10.1093/europace/eux269>
- Calkins H, Yong P, Miller JM, et al. The Atakr Multicenter Investigators Group. Catheter ablation of accessory pathways, atrioventricular nodal reentrant tachycardia, and the atrioventricular junction: final results of a prospective, multicenter clinical trial. *Circulation*. 1999;99:262-270.
- Dieks J-K, Müller MJ, Schneider HE, et al. Catheter ablation of pediatric focal atrial tachycardia: ten-year experience using modern mapping systems. *Pediatr Cardiol*. 2016;37:459-464.
- Nielsen JC. Radiofrequency ablation in children and adolescents: results in 154 consecutive patients. *Europace*. 2006;8:323-329.
- Silva JNA, Erickson CC, Carter CD, et al. Management of pediatric tachyarrhythmias on mechanical support. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2014;7:658-663.
- Kirsh JA, Gross GJ, O'Connor S, Hamilton RM. Transcatheter cryoablation of tachyarrhythmias in children. *J Am Coll Cardiol*. 2005;45:133-136.
- Miyazaki A, Blaufox AD, Fairbrother DL, Saul JP. Cryo-ablation for septal tachycardia substrates in pediatric patients. *J Am Coll Cardiol*. 2005;45:581-588.
- Drago F, De Santis A, Grutter G, Silveti MS. Transvenous cryothermal catheter ablation of re-entry circuit located near the atrioventricular junction in pediatric patients. *J Am Coll Cardiol*. 2005;45:1096-1103.
- Collins KK, Van Hare GF, Kertesz NJ, et al. Pediatric nonpost-operative junctional ectopic tachycardia. *J Am Coll Cardiol*. 2009;53:690-697.
- Schaffer MS, Silka MJ, Ross BA, Kugler JD. Inadvertent atrioventricular block during radiofrequency catheter ablation. Results of the Pediatric Radiofrequency Ablation Registry. Pediatric Electrophysiology Society. *Circulation*. 1996;94:3214-3220.
- Atienza F, Arenal A, Torrecilla EG, et al. Acute and long-term outcome of transvenous cryoablation of midseptal and parahisian accessory pathways in patients at high risk of atrioventricular block during radiofrequency ablation. *Am J Cardiol*. 2004;93:1302-1305.
- Chetaille P, Walsh EP, Triedman JK. Outcomes of radiofrequency catheter ablation of atrioventricular reciprocating tachycardia in patients with congenital heart disease. *Heart Rhythm*. 2004;1:168-173.
- Triedman JK, DeLucca JM, Alexander ME, Berul CI, Cecchin F, Walsh EP. Prospective trial of electroanatomically guided, irrigated catheter ablation of atrial tachycardia in patients with congenital heart disease. *Heart Rhythm*. 2005;2:700-705.
- Schneider HE, Kriebel T, Gravenhorst VD, Paul T. Incidence of coronary artery injury immediately after catheter ablation for supraventricular tachycardias in infants and children. *Heart Rhythm*. 2009;6:461-467.