

## Ablación con radiofrecuencia de la taquicardia ventricular izquierda idiopática en niños

Fernando Benito Bartolomé, Cristina Sánchez Fernández-Bernal y Victorio Torres Feded

Unidad de Arritmias. Laboratorio de Electrofisiología Cardíaca Pediátrica.  
Hospital Universitario La Paz. Madrid.

**Introducción.** La ablación con catéter y radiofrecuencia es, en la actualidad, una alternativa al tratamiento médico en la taquicardia ventricular izquierda idiopática en adultos.

**Objetivos.** Evaluar las indicaciones, resultados y evolución a largo plazo de la aplicación de esta técnica en niños.

**Métodos y resultados.** En 5 pacientes consecutivos sin evidencia de cardiopatía estructural, con una edad media de  $8,6 \pm 7,1$  años (rango, 1,3-17) y taquicardia ventricular izquierda resistente al tratamiento médico ( $2,4 \pm 0,9$  antiarrítmicos por paciente) se realizó ablación con radiofrecuencia. La presentación clínica fue palpitaciones en 4 casos (uno con síncope) e insuficiencia cardíaca congestiva en 1. En los 5 pacientes se identificaron 6 tipos de taquicardia (3 incesante y 3 paroxística), sensibles a verapamilo intravenoso. El punto de ablación se seleccionó mediante cartografía de activación durante la taquicardia y cartografía de estimulación. La longitud de ciclo de las taquicardias era de  $275 \pm 123$  ms con bloqueo de rama derecha con eje superior (izquierdo en 4, derecho en 2). En 3 casos el punto de ablación se localizó en la región inferoposterior, en 2 en la inferoapical del septo interventricular y en otro en la apical anterior, precediendo en  $33 \pm 13$  ms al inicio del QRS, y con un patrón de concordancia 12/12 en 5 casos y 9/12 en 1; la ablación fue ineficaz en esta última. Los 4 pacientes con ablación eficaz no han vuelto a tener taquicardias a lo largo de  $35,8 \pm 17$  meses.

**Conclusiones.** La ablación con catéter es un método útil de tratamiento en niños con taquicardia ventricular izquierda idiopática, incluso en menores de 2 años de edad.

**Palabras clave:** Taquicardia. Ablación con catéter. Radiofrecuencia. Pediatría.

(Rev Esp Cardiol 2000; 53: 642-647)

### Radiofrequency Ablation of the Idiopathic Left Ventricular Tachycardia in Children

**Introduction.** Nowadays radiofrequency catheter ablation is an alternative to medical treatment in adult patients with idiopathic left ventricular tachycardia.

**Objectives.** To assess indications, results and long term follow-up of using this technique in children.

**Methods and results.** Radiofrequency catheter ablation was performed in five consecutive patients without structural heart disease, mean age  $8.6 \pm 7.1$  years (range, 1.3 to 17) and suffering from resistance to medical treatment left ventricular tachycardia ( $2.4 \pm 0.9$  antiarrhythmic drugs per patient). Palpitations and syncope were the clinical manifestations in four patients while congestive heart failure in the other one. Six types of tachycardia were identified in the five-patient group. All of them responded to intravenous verapamil. There were 3 incessant tachycardias and the other three were paroxysmal ones. The ablation site was selected using activation mapping during tachycardia and pace-mapping. The Tachycardia cycle length was  $275 \pm 123$  ms and showed right bundle branch block with superior axis (left in 4 and right in 2 cases). The ablation target was located in the mid-septal region of the left ventricle in 3 cases, in the apical and inferior septal region in 2 other cases and in the anterior free wall in the other one. Local activation times preceded in  $33 \pm 13$  ms at QRS beginning and with a 12/12 agreement pattern in 5 cases and 9/12 in 1, in whom ablation was unsuccessful. At follow-up, the 4 patients with effective ablation have been tachycardia-free for  $35.8 \pm 17$  months.

**Conclusions.** Radiofrequency catheter ablation is a useful method of treatment in children with idiopathic left ventricular tachycardia, including those under two years old.

**Key words:** Tachycardia. Catheter ablation. Radiofrequency. Pediatrics.

(Rev Esp Cardiol 2000; 53: 642-647)

Correspondencia: Dr. F. Benito Bartolomé.  
Meléndez Valdés, 22, 5.º B. 28015 Madrid.

Recibido el 21 de junio de 1999.  
Aceptado para su publicación el 4 de noviembre de 1999.

### INTRODUCCIÓN

La taquicardia ventricular (TV) izquierda idiopática, descrita inicialmente por Zipes, se presenta fundamentalmente en adultos jóvenes, y se han descrito pocos casos en niños<sup>1,2</sup>. Suele cursar de forma paroxística y

## ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

TV: taquicardia ventricular.  
 VI: ventrículo izquierdo.  
 RF: radiofrecuencia.

ser sensible al tratamiento con verapamilo i.v. El tratamiento crónico oral es controvertido, habiéndose descrito casos que se controlan a largo plazo con verapamilo y otros con antiarrítmicos del grupo III<sup>3,4</sup>. Si cursa de forma incesante se puede asociar con miocardiopatía secundaria a la taquicardia<sup>5</sup>. El cartografía endocárdica ha permitido localizar el origen de la taquicardia en el tabique interventricular izquierdo, en el tercio apical y medio del septo posterior<sup>6</sup>. Recientemente se han descrito casos de adultos con este tipo de taquicardia curados mediante radiofrecuencia (RF)<sup>7-10</sup>. En este estudio presentamos los resultados y el seguimiento de la ablación mediante RF en 5 niños, dos menores de 2 años de edad, con TV izquierda idiopática.

## MÉTODOS

## Pacientes

Entre septiembre de 1994 y marzo de 1998 se realizó ablación con catéter mediante RF en 5 pacientes consecutivos con TV izquierda idiopática. Se trataba de 2 niñas y 3 niños con edades comprendidas entre 15 meses y 17 años (media  $\pm$  DE =  $8,6 \pm 7,1$ ) y un peso medio de  $36,5 \pm 23,4$  kg (rango, 12-62). Las características clínicas de los pacientes se exponen en la tabla 1. Se descartó la presencia de cardiopatía estructural mediante ecocardiografía 2-D y Doppler, cateterismo cardíaco en 3 pacientes y resonancia nuclear magnética en 2. La manifestación de la taquicardia fue incesante en 2 y paroxística en 3. La duración media de los síntomas fue de  $10 \pm 9,8$  años. Cinco de las seis TV pudieron ser interrumpidas mediante verapamilo i.v. y la otra mediante amiodarona. En el caso 1 se consiguió el control a largo plazo mediante verapamilo

oral. Los otros pacientes fueron tratados con una media de  $2,4 \pm 0,9$  fármacos, que resultaron ineficaces en el control de las taquicardias.

## Estudio electrofisiológico y ablación

En todos los casos se obtuvo el consentimiento informado de los padres. Los fármacos antiarrítmicos se suspendieron al menos 24 h antes del estudio. Todos los pacientes fueron sedados profundamente con midazolam y fentanilo i.v. durante el procedimiento. Se monitorizó la presión arterial con Dinamap (Critikon®) y la saturación periférica de O<sub>2</sub> mediante pulsioximetría (Ohmeda®).

A través de ambas venas femorales se introdujeron percutáneamente 2 o 3 electrocáteteres tetrapolares de 5 Fr hasta la aurícula derecha alta, ápex del ventrículo derecho y haz de His. En el seno coronario se introdujo un catéter decapolar de 5 Fr o tetrapolar de 4 Fr por la vena braquial izquierda en 2 y por la vena yugular derecha en 3. Finalmente, por arteria femoral derecha se introdujo un catéter deflectable bipolar o tetrapolar para cartografía y ablación.

En un equipo de registro electrofisiológico de ocho canales (Horizon 9.000, Mennen Medical Inc.®) se recogieron simultáneamente las derivaciones de superficie I, II y V<sub>1</sub> y cinco endocavitarias bipolares, filtradas entre 30 y 250 Hz, a una velocidad de 25-100 mm/s. Así mismo, se utilizó un electrocardiógrafo convencional (Hewlett Packard®) para el registro de las 12 derivaciones de superficie durante la TV y la cartografía de estimulación. El electroestimulador programable utilizado (SP050MKIV, Medtronic®) libera impulsos de 2 ms de duración al doble del potencial umbral diastólico. El objetivo de la estimulación programada era la inducción de una TV monomórfica sostenida de idéntica morfología a la clínica en los 3 casos en que ésta era paroxística. Para ello se utilizó estimulación programada auricular y ventricular en el ápex del ventrículo derecho e izquierdo basalmente o durante la infusión de isoproterenol ( $0,025$  a  $0,05$   $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ ). El mecanismo de la taquicardia se definió en función de la observación de encarrilamiento con fusión, habitualmente desde el tracto de salida del ventrículo derecho, y a la forma de inducción y terminación.

TABLA 1. Características clínicas de los pacientes

| Paciente n.º | Edad (años) | Sexo | Peso (kg) | Duración (años) | Clínica                | Tratamientos previos | Seguimiento (meses) |
|--------------|-------------|------|-----------|-----------------|------------------------|----------------------|---------------------|
| 1            | 9           | V    | 36        | 9               | Palpitaciones          | D, A, V              | 48                  |
| 2            | 1,8         | V    | 14,5      | 0,7             | Palpitaciones          | V, P, A              | 45                  |
| 3            | 17          | M    | 62        | 12              | Palpitaciones, síncope | D, A, P              | 42                  |
| 4            | 14          | M    | 58        | 12              | Palpitaciones          | V                    | 38                  |
| 5            | 1,3         | V    | 12        | 0,1             | ICC                    | A, V                 | 6                   |

A: amiodarona; D: digoxina; P: propranolol; V: verapamilo; ICC: insuficiencia cardíaca congestiva.

La localización del punto de ablación se realizó utilizando de forma conjunta las técnicas de cartografía mediante estimulación y activación. Una vez inducida la TV se buscó un punto en el tabique interventricular en el que la concordancia fuese 12/12 y en el que la activación precediese al menos en 20 ms al inicio del QRS en el ECG de superficie. En los casos de localización inferoposterior e inferoapical, se intentó el registro de un potencial de Purkinje que precediese a la activación ventricular. La posición del catéter de ablación se confirmó con dos proyecciones fluoroscópicas (oblicua anterior derecha e izquierda). La aplicación de RF se realizó utilizando un generador con posibilidad de ser programado con potencia o temperatura (0610E Atakr, Medtronic CardioRhythm® o EP-Shuttle Stockert, Cordis®). La corriente de RF fue liberada entre el electrodo distal del catéter de ablación y un parche adhesivo situado en la región escapular izquierda. Se programaron 60 °C cuando se utilizó control de temperatura y 25 W en los demás casos, durante 60 s. La aplicación era interrumpida si la taquicardia continuaba tras 10 s, la temperatura en el termopar no superaba los 45 °C o si se producía un aumento brusco en la impedancia.

El procedimiento se consideró concluido cuando desaparecieron las taquicardias y no pudieron inducirse por estimulación programada 30 min después de la ablación con/sin administración de isoproterenol i.v.

## Seguimiento

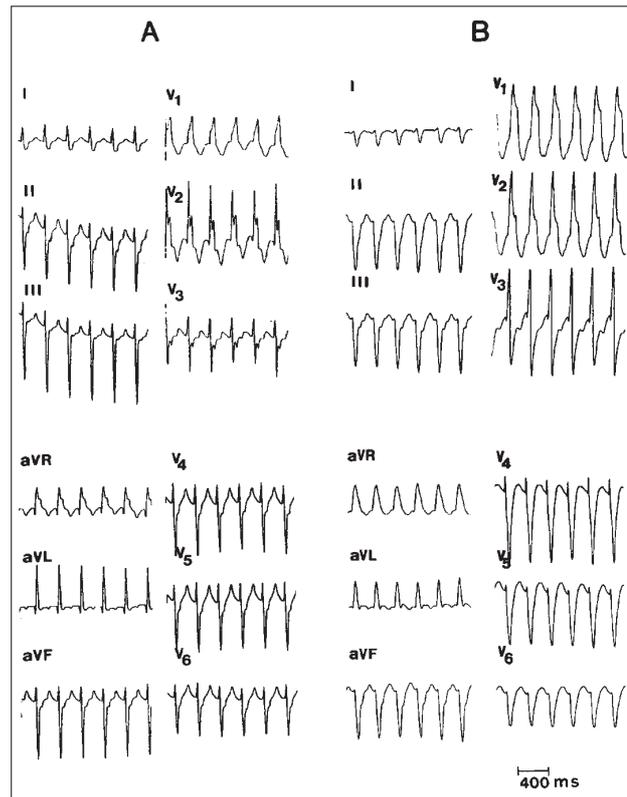
Todos los pacientes permanecieron ingresados durante 24 h con monitorización continua de ECG. Se realizó ecocardiograma en todos los casos al finalizar el procedimiento. Se administró aspirina como antiagregante plaquetario durante seis semanas (5 mg/kg/día, máxima dosis 250 mg). El seguimiento se realizó con ECG de superficie, radiografías de tórax y ecocardiogramas periódicos.

## RESULTADOS

### Estudio electrofisiológico

Los datos electrofisiológicos de los pacientes se encuentran resumidos en la tabla 2. Durante el estudio, la taquicardia fue incesante en 2 pacientes, induciéndose en los tres casos restantes una TV monomórfica sostenida igual a la clínica. En estos 3 últimos casos, en los que la taquicardia era paroxística, la TV se indujo mediante estimulación ventricular izquierda, en dos durante la infusión de isoproterenol.

La longitud de ciclo de la taquicardia fue de  $275 \pm 123$  ms (rango, 250-350). En 4 taquicardias se demostró encarrilamiento con fusión, asumiéndose por tanto un mecanismo de reentrada. De los seis tipos de TV identificados, el origen de 2 se localizó en la región in-



**Fig. 1.** Registro electrocardiográfico de los 2 tipos de taquicardia. A: se observa el primer tipo con morfología de bloqueo de rama derecha y eje superoizquierdo ( $-75^\circ$ ) localizada en el tercio medio del tabique posteroinferior. B: se registra el otro tipo, con eje superior y derecho (indeterminado) en el plano frontal y cuya ablación se obtuvo en el tercio inferoapical, más anterior que la previa.

feroapical, 3 en la posteroinferior y el restante en la anteroapical del tabique interventricular izquierdo. En 5 casos, la TV puso de manifiesto la morfología del bloqueo completo de rama derecha con el eje del QRS en el plano frontal superior (izquierdo en 4 y derecho en 2) (fig. 1).

### Ablación con catéter

En cinco de las seis TV se llevó a cabo la ablación en un único procedimiento (83%, intervalo de confianza del 95% = 41-99%), sin complicaciones. En las 5 taquicardias localizadas en la región inferoposterior e inferoapical izquierda del tabique interventricular, el punto de ablación se localizó tras identificar, mediante cartografía durante la TV, un punto donde la activación endocárdica más precoz con respecto al inicio del QRS en el ECG de superficie demostrase, además, electrogramas presistólicos, aislados de los sistólicos y los monopares por una morfología QS (fig. 2). En el caso restante, de origen en la región anterior, el sitio de la ablación se obtuvo mediante una combinación de las técnicas de cartografía de activación y de estimulación. En el sitio de la ablación eficaz el ven-

TABLA 2. Datos electrofisiológicos y de ablación

| Paciente n.º | LC (ms) | Morf/eje QRS | Local VI        | Act presis | N.º aplicaciones de RF | Temperatura (°C) | Potencia (W) | T term (s) | T proc (h) | T Rx (min) | Resultado |
|--------------|---------|--------------|-----------------|------------|------------------------|------------------|--------------|------------|------------|------------|-----------|
| 1            | 310     | BCRD/SI      | Posteroinferior | -35        | 3                      | 56               | 37           | 2,3        | 3,5        | 25         | Eficaz    |
| 2            | 320     | BCRD/SI      | Posteroinferior | -25        | 1                      | 60               | 35           | 1          | 4          | 30         | Eficaz    |
| 3            | 330     | BCRD/SI      | Posteroinferior | -30        | 3                      | 55               | 31           | 1          | 3,5        | 15         | Eficaz    |
| 4            | 270     | BCRD/SD      | Inferoapical    | -30        | 7                      | 60               | 47           | 1          | 5          | 50         | Eficaz    |
| 5            | 280     | BCRD/SI      | Inferoapical    | -30        | 1                      | -                | 25           | 0,8        | 4          | 55         | Eficaz    |
|              | 250     | BCRD/SD      | Anteroapical    | -40        | 3                      | -                | 25           | -          | -          | -          | Ineficaz  |

Act presis: tiempo de activación presistólica en ms; BCRD: bloqueo completo de rama derecha; ID: derecho. LC: longitud de ciclo de la taquicardia en ms; local VI: localización del origen de la taquicardia en el ventrículo izquierdo; morf/eje QRS: morfología y eje del QRS en el plano frontal durante la taquicardia; SD: superoderecho; SI: superoizquierdo; T proc: tiempo total del procedimiento en horas; T Rx: tiempo de escopia en minutos; T term: tiempo de finalización de la taquicardia en segundos.

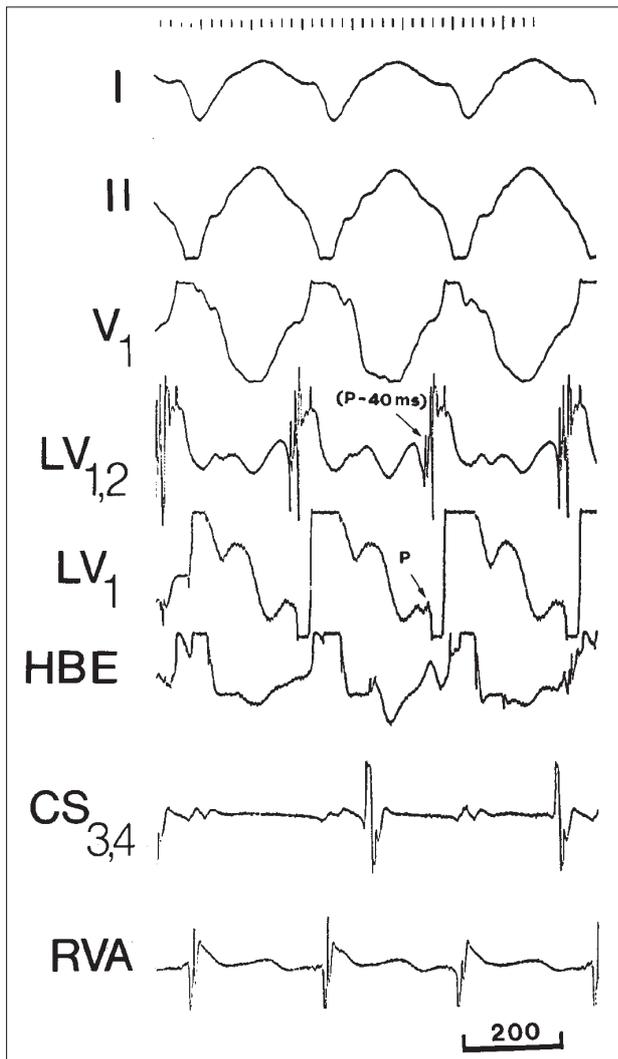


Fig. 2. Registros de las derivaciones de superficie I, II y V<sub>1</sub> y electrogramas endocavitarios durante la cartografía bipolar (LV<sub>1,2</sub>) y unipolar (LV<sub>1</sub>) de la taquicardia en el paciente 3. En el punto de la ablación eficaz, el electrograma bipolar pone de manifiesto potenciales presistólicos de Purkinje que preceden en 40 ms al comienzo del QRS y la morfología del monopolar es QS, reflejando que la activación se aleja de dicho punto. El resto de los electrogramas corresponden al haz de His (HBE), seno coronario proximal (CS<sub>3,4</sub>) y ápex del ventrículo derecho (RVA).

tricolograma local precedía al inicio del QRS en  $33 \pm 13$  ms (rango, 20-45). En todos los casos en los que se realizó cartografía-estimulación, excepto en 1 caso en el que la ablación fue ineficaz, se logró reproducir casi exactamente la morfología de la TV en las 12 derivaciones (fig. 3).

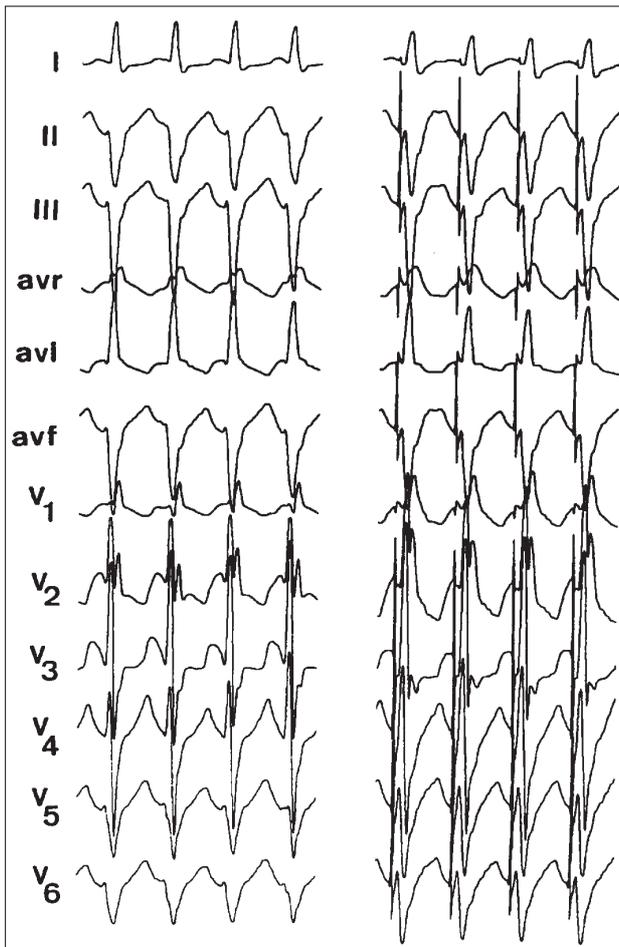
La ablación fue eficaz en todos los pacientes excepto en el segundo tipo de TV en el paciente 5 en el que, a pesar de la obtención de una precocidad de hasta 40 ms, no se consiguió la reproducción de la morfología del QRS de la TV en todas las derivaciones. Los cinco procedimientos requirieron una media de  $4,7 \pm 4$  aplicaciones de RF para conseguir la eliminación de las taquicardias. La temperatura alcanzada en el termopar durante las aplicaciones eficaces en los 4 procedimientos realizados con control de temperatura fue de  $55-60$  °C ( $58 \pm 2$ ), requiriendo una potencia de  $34,8 \pm 8,4$  W (rango, 24-47). La taquicardia desapareció a los  $2,3 \pm 1,9$  s de iniciarse la aplicación. En ningún procedimiento hubo un aumento brusco de la impedancia. La duración total del procedimiento fue de  $3,8 \pm 1,2$  h (rango, 2,5-4). El tiempo total de escopia fue de  $32 \pm 16$  min (rango, 24-44).

### Seguimiento

El paciente 5, en el que no se consiguió la ablación del segundo tipo de taquicardia, fue controlado con amiodarona oral, previamente ineficaz. Tras un seguimiento de  $35,8 \pm 17$  meses (mediana de 42), el resto de los pacientes se encuentran sin taquicardias y no reciben ningún tratamiento.

### DISCUSIÓN

Los resultados de este trabajo demuestran que la ablación con RF, al igual que en adultos, puede ser un método útil en el tratamiento definitivo de la TV izquierda en niños y adolescentes sin cardiopatía estructural aparente. El elevado grado de eficacia y la ausencia de complicaciones hacen de este método de tratamiento la técnica de elección, incluso en niños



**Fig. 3.** Cartografía mediante estimulación en el primer tipo de taquicardia en el paciente 5. El ECG de 12 derivaciones de la taquicardia con morfología de bloqueo de rama derecha y eje superior es reproducido a un ciclo ligeramente inferior al de la taquicardia desde el punto donde se registraban los electrogramas más precoces.

menores de 2 años de edad y con miocardiopatía inducida por la taquicardia.

En la TV que aparece en el corazón normal se puede demostrar su mecanismo electrofisiológico sobre la base de: *a*) tipo de iniciación y terminación; *b*) respuesta a la infusión de ATP e isoproterenol, y *c*) presencia de encarrilamiento con fusión. Se pudo demostrar encarrilamiento con fusión en 4 de las 6 taquicardias, por lo que fueron consideradas como TV por reentrada, aunque el registro de potenciales QS en las derivaciones monopares en la zona de ablación eficaz iría en principio en contra de un mecanismo de reentrada, donde el circuito no tendría inicio ni fin.

Las series publicadas, todas ellas en pacientes adultos, presentan una eficacia variable dependiendo del método de cartografía empleado. Calkins et al<sup>7</sup>, utilizando cartografía de estimulación, consiguieron la ablación en el 50% de los casos, mientras que en la serie de Nagakawa<sup>8</sup>, con cartografía de activación, la eficacia fue del 100%. En otras series y utilizando carto-

grafía de activación y estimulación la efectividad del procedimiento de ablación fue del 85-100%<sup>9,10</sup>. En nuestra serie conseguimos una eficacia similar a las publicadas (83%), fracasando únicamente en el segundo tipo del caso 5 en el que, a pesar de conseguir electrogramas con una precocidad de 40 ms, no logramos reproducir su morfología con estimulación.

Las indicaciones de la ablación en esta serie fueron por TV refractaria al tratamiento antiarrítmico y síncope en 4 casos y miocardiopatía inducida por la taquicardia en el otro. Tres de los pacientes (casos 1, 2 y 5) tenían menos de dos años en el momento del diagnóstico. En el primero, con taquicardia incesante, se consiguió el control con verapamilo oral, practicándose la ablación a los 9 años de edad, mientras que en los otros 2 casos la ablación se realizó por debajo de los 2 años. En el caso 2 la ablación se decidió tras resultar la TV refractaria al tratamiento con verapamilo, propranolol y amiodarona, y en el 5, por la presencia de miocardiopatía inducida por la taquicardia, de comportamiento incesante a pesar del tratamiento con amiodarona y verapamilo. La aplicación de esta técnica en niños menores de 2 años de edad es posible utilizando una técnica cuidadosa, pocas aplicaciones de RF y catéteres con electrodo distal de 3 mm. La selección del punto de ablación mediante la obtención de potenciales presistólicos de Purkinje, junto con una concordancia de al menos 11/12 con la estimulación, posibilitó la ablación de 5 de las 6 taquicardias con una media de  $4,7 \pm 4$  aplicaciones de RF y sin complicaciones.

La ablación con RF en pacientes de menos de 2 años y sobre todo con taquicardia ventricular incesante tiene un gran significado clínico, ya que tradicionalmente estos pacientes han sido considerados subsidiarios de ablación quirúrgica, por considerarse la TV secundaria a un tumor cardíaco del tipo del hamartoma miocárdico<sup>11,12</sup>. El presente trabajo demuestra que la ablación con RF puede curar la taquicardia en estos casos, evitando la cirugía y el tratamiento antiarrítmico a largo plazo.

Por último, recalcar que se precisan estudios futuros que informen sobre los potenciales efectos adversos de la RF sobre el miocardio ventricular y las arterias coronarias, fundamentalmente en aquellos de menor edad y que han recibido muchas aplicaciones de RF.

#### BIBLIOGRAFÍA

1. Zipes DP, Foster PR, Troup PJ, Pedersen DH. Atrial induction of ventricular tachycardia: reentry versus triggered automaticity. *Am J Cardiol* 1979; 44: 1-8.
2. Lin FC, Finley CD, Rahimtola SH, Wu D. Idiopathic paroxysmal ventricular tachycardia with a QRS pattern of right bundle branch

- block and left axis deviation: a unique entity with specific properties. *Am J Cardiol* 1983; 52: 95-100.
3. Ohe T, Aihara N, Kamakura S, Kurita T, Shimizu W, Shimomura K. Long-term outcome of verapamil-sensitive sustained left ventricular tachycardia in patients without structural heart disease. *J Am Coll Cardiol* 1995; 25: 54-58.
  4. Benito F, Sánchez C. Taquicardia ventricular izquierda idiopática en la infancia: control a largo plazo con verapamil. *Rev Esp Cardiol* 1998; 51: 252-254.
  5. Ma JS, Kim BJ, Cho JG. Verapamil responsive incessant ventricular tachycardia resulting in severe ventricular dysfunction in a young child: successful management with oral verapamil. *Heart* 1997; 77: 286-287.
  6. Ohe T, Shimomura K, Aihara N, Kamakura S, Matsuhisa M, Sato I et al. Idiopathic sustained left ventricular tachycardia: clinical and electrophysiologic characteristics. *Circulation* 1988; 77: 560-568.
  7. Calkins H, Kalbfleisch SJ, El-Atassi R, Langberg JJ, Morady F. Relation between efficacy of radiofrequency catheter ablation and site of origin of idiopathic ventricular tachycardia. *Am J Cardiol* 1993; 71: 827-833.
  8. Nakagawa H, Beckman KJ, McClelland JH, Wang X, Arruda M, Santoro I et al. Radiofrequency catheter ablation of idiopathic left ventricular tachycardia guided by a Purkinje potential. *Circulation* 1993; 88: 2607-2617.
  9. Wen MS, Yeh SJ, Wang CC, Lin FC, Chen IC, Wu D. Radiofrequency ablation therapy in idiopathic left ventricular tachycardia with no obvious structural heart disease. *Circulation* 1994; 89: 1690-1696.
  10. Peinado R, Arenal J, Almendral J, Villacastín J, Merino JL, Martínez-Alday DA et al. Ablación con catéter mediante radiofrecuencia de taquicardias ventriculares en pacientes sin cardiopatía estructural aparente. *Rev Esp Cardiol* 1994; 47: 803-810.
  11. Garson A, Gillette PC, Titus JL, Hawkins E, Ott D, Cooley DA et al. Surgical treatment of ventricular tachycardia in infants. *N Engl J Med* 1984; 310: 1443-1445.
  12. Benito F, Sánchez C, Jiménez S. Taquicardia ventricular incesante y hamartomas miocárdicos en la infancia: remisión a largo plazo tras resección quirúrgica. *Rev Esp Cardiol* 1997; 50: 205-207.