

Ablación con catéter mediante radiofrecuencia de la taquicardia por reentrada intranodal en niños y adolescentes

Fernando Benito Bartolomé y Cristina Sánchez Fernández-Bernal

Unidad de Arritmias. Laboratorio de Electrofisiología Cardíaca Clínica.
Hospital Infantil La Paz. Madrid.

ablación con catéter / adolescencia / electrocardiografía / electrofisiología / infancia / taquicardia atrioventricular nodal de reentrada / taquicardia supraventricular

Introducción. La ablación mediante radiofrecuencia de la vía lenta es, en la actualidad, el tratamiento no farmacológico de elección de la taquicardia por reentrada intranodal.

Objetivos. Evaluar los resultados y evolución a largo plazo de la modificación del nodo auriculoventricular mediante catéter y radiofrecuencia en el tratamiento de la taquicardia por reentrada intranodal en niños y adolescentes en nuestro centro.

Métodos y resultados. En una serie de 15 casos, 7 varones y 8 mujeres, de $8,7 \pm 5,5$ años de edad (rango 4-18) con taquicardia por reentrada intranodal se realizó modificación del nodo auriculoventricular mediante radiofrecuencia. Seis pacientes habían sido tratados previamente con $1,4 \pm 1,1$ fármacos antiarrítmicos y nueve no habían recibido tratamiento. En todos los casos se intentó la ablación de la vía lenta utilizando un abordaje anatómico. En 14 de los 15 pacientes se realizó la ablación de la vía lenta y en uno, por fracaso de la anterior, de la vía rápida. En un caso se realizó un segundo procedimiento de ablación de la vía lenta por recurrencia de la taquicardia. Tras la ablación de la vía lenta en 14 pacientes, el intervalo más corto al cual se mantenía la conducción auriculoventricular 1:1 se incrementó de $271,3 \pm 22,6$ a $316 \pm 30,1$ ms ($p < 0,001$), mientras que los intervalos AH y HV y la conducción retrógrada ventriculoauricular 1:1 no se modificaron significativamente. En el caso de ablación de la vía rápida el intervalo AH se incrementó de 65 a 130 ms, interrumpiéndose la conducción retrógrada ventriculoauricular. No hubo complicaciones significativas. Después de $18,8 \pm 11,4$ meses (mediana 16) de seguimiento todos los pacientes están asintomáticos sin tratamiento antiarrítmico.

Conclusiones. La modificación del nodo auriculoventricular mediante radiofrecuencia es una alternativa terapéutica útil y segura en el tratamiento de la taquicardia por reentrada intranodal en niños y adolescentes.

Palabras clave: Taquicardia. Ablación. Radiofrecuencia. Pediatría.

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

Recibido el 23 de septiembre de 1998.
Aceptado para su publicación el 11 de enero de 1999.

RADIOFREQUENCY CATHETER ABLATION OF THE ATRIOVENTRICULAR NODE REENTRANT TACHYCARDIA IN CHILDREN AND ADOLESCENTS

Introduction. Radiofrequency catheter ablation of slow pathway is the primary nonpharmacological treatment for the atrioventricular node reentrant tachycardia at present.

Objectives. To evaluate the results and long term follow-up of the catheter and radiofrequency modification of the AV node in the treatment of the atrioventricular node reentrant tachycardia in children and adolescents in our center.

Methods and results. In a series of fifteen patients, 7 men and 8 women, with a mean age of 8.7 ± 5.5 years (range, from 4 to 18) with atrioventricular node reentrant tachycardia underwent radiofrequency catheter ablation. Six patients had been treated previously with 1.4 ± 1.1 antiarrhythmic drugs and nine had not received treatment. In all patients slow-pathway atrioventricular node ablation guided by an anatomic stepwise approach was attempted. In 14 out of 15 patients slow pathway was successfully ablated; and in one patient with a previously failed slow-pathway ablation, a fast-pathway ablation was performed. Tachycardia recurred in one patient, and slow pathway was ablated in a second procedure. After successful slow pathway ablation in 14 patients, the shortest cycle length in which the AV conduction was maintained at 1:1, was increased from 271.3 ± 22.6 to 316.7 ± 30.1 ms ($p < 0.001$), while the AH and HV intervals and shortest cycle length of 1:1 VA conduction remained unchanged. In the patient who had fast pathway ablation the AH interval was increased from 65 to 130 ms, and retrograde VA conduction was lost. Noninducibility of the tachycardia was achieved in all patients without significant complications. During a mean follow-up of 18.8 ± 11.4 months (median of 16), all patients are symptom-free without medication.

Conclusions. Radiofrequency catheter ablation is a successful and safe therapeutic alternative in the treatment of atrioventricular node reentrant tachycardia in children and adolescents.

Key words: Tachycardia. Radiofrequency. Ablation. Pediatrics.

(*Rev Esp Cardiol* 1999; 52: 311-318)

INTRODUCCIÓN

La taquicardia por reentrada intranodal es una arritmia poco frecuente en niños, aunque su incidencia aumenta durante la adolescencia^{1,2}. La modificación de la función del nodo auriculoventricular (AV) con catéter mediante radiofrecuencia (RF) se realizó inicialmente sobre la vía rápida, aunque su utilización en niños estuvo limitada por la elevada incidencia de bloqueo AV. La ablación de la vía lenta ha demostrado ser un método seguro y eficaz de tratamiento de la taquicardia por reentrada intranodal en adultos³⁻⁷. En el presente trabajo evaluamos nuestra experiencia en la modificación de la función del nodo AV mediante RF en niños y adolescentes con taquicardia por reentrada intranodal.

MÉTODOS

Pacientes

Entre noviembre de 1994 y enero de 1998 se realizó ablación con catéter mediante RF a 93 pacientes menores de 18 años de edad con taquicardia supraventricular, 15 de los cuales presentaban taquicardia por reentrada intranodal. Eran siete varones y ocho mujeres con una edad media de $8,7 \pm 5,5$ años (mediana 12,5). Todos relataban palpitaciones y, además, 7 disnea y dolor precordial, 7 presíncope y 2 síncope durante los episodios de taquicardia. El ECG en ritmo sinusal era

normal en todos los casos (fig. 1A). La taquicardia se registró previamente al estudio electrofisiológico en 8 casos (fig. 1B), induciéndose durante el mismo en los restantes. El tiempo de duración de los síntomas fue de $4,1 \pm 3,7$ años (rango, 0,5-14), y fueron tratados con $1,4 \pm 0,5$ fármacos antiarrítmicos que fueron ineficaces o presentaron efectos indeseables. Nueve pacientes no fueron tratados antes de la ablación, prefiriendo ésta como opción terapéutica inicial. Un paciente presentaba síndrome de Marfan con dilatación de aorta ascendente e insuficiencia mitral leve. Los restantes no tenían cardiopatía estructural.

Estudio electrofisiológico y ablación

En todos los casos se obtuvo el consentimiento escrito 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. Todos los procedimientos se realizaron con los pacientes en respiración espontánea, no precisando ningún caso intubación endotraqueal ni ventilación mecánica. A través de ambas venas femorales se introdujeron percutáneamente 3 electrocatéteres tetrapolares 5F (Bard®) hasta aurícula derecha alta, ápex de ventrículo derecho y haz de His. En el seno coronario se introdujo un electrocatéter decapolar 5F (Cordis®) o 6F (Bard®) a través de la vena braquial izquierda o derecha. En un equipo de registro electrofisiológico de ocho canales

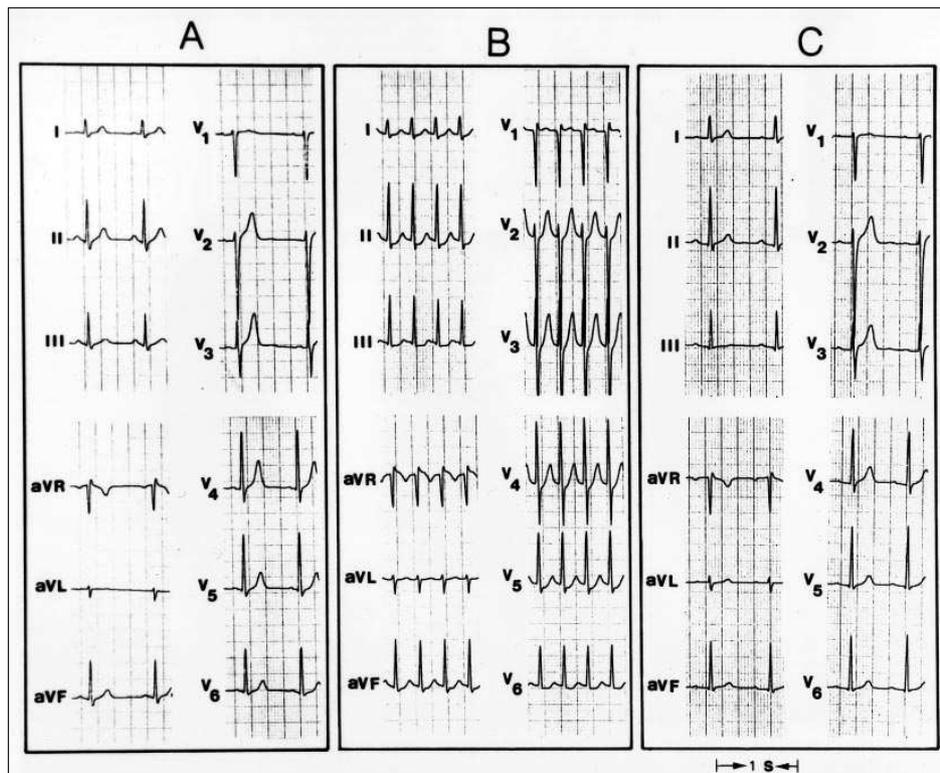


Fig. 1. Electrocardiograma (ECG) de 12 derivaciones en el caso 6 antes (A), durante taquicardia por reentrada intranodal (B) y después de la ablación de la vía rápida (C). En A se observa ritmo sinusal con intervalo PR de 80 ms que se incrementa a 140 ms tras la ablación. En B se observa un episodio de taquicardia supraventricular paroxística por reentrada intranodal tipo I.

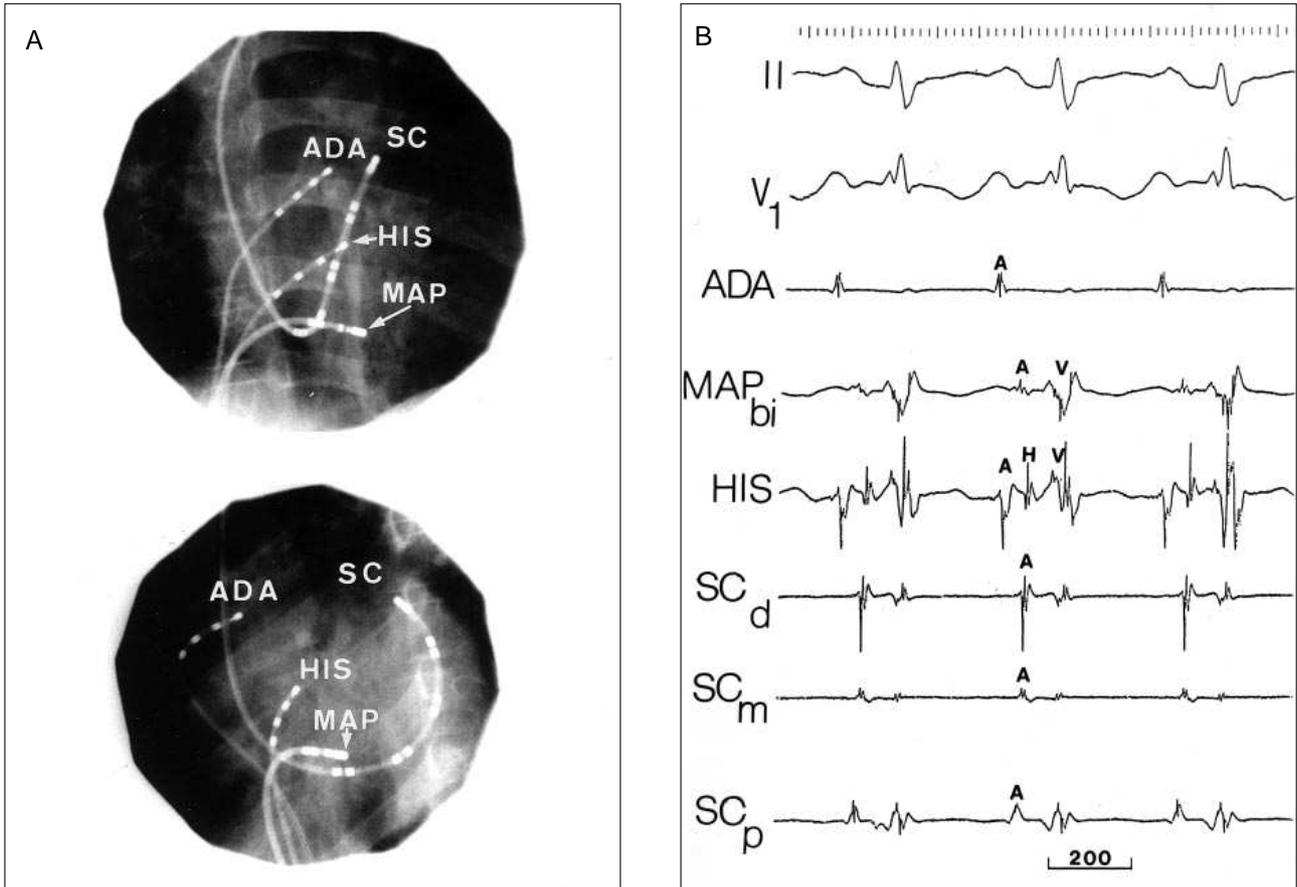


Fig. 2. A: imagen fluoroscópica en las proyecciones oblicua anterior derecha (superior) e izquierda (inferior) de la localización de los electrocatéteres durante la ablación de la vía lenta en el caso 7; B: registro de las derivaciones de superficie II y V₁, junto con las endocavitarias de aurícula derecha alta (ADA), haz de His (HIS) y seno coronario distal (SC_d), medio (SC_m) y proximal (SC_p), en el sitio de ablación eficaz de la vía lenta (MAP_{bi}) del mismo paciente que en A.

Horizon 9000 (Mennen Medical Inc.[®]) se recogieron simultáneamente las derivaciones de superficie II y V₁ y seis endocavitarias, filtradas entre 30 y 250 Hz, a una velocidad de registro de 25 a 100 mm/s. Con un electroestimulador programable SP050MKIV (Medtronic[®]) se liberaron impulsos de 2 ms de duración al doble del potencial umbral diastólico.

En todos los casos se indujeron episodios sostenidos de taquicardia por reentrada intranodal del tipo común (lento/rápido), basalmente o durante la infusión de isoproterenol. La presencia de una taquicardia por reentrada intranodal se confirmó si se demostró: a) la existencia de una curva de función anterógrada del nodo AV discontinua, definida como el incremento en el intervalo A₂H₂ ≥ 50 ms cuando el intervalo A₁A₂ se reducía en 10 ms; b) inducción de la taquicardia asociada con incremento crítico del intervalo AH, y c) activación auricular retrógrada concéntrica, coincidente con la activación ventricular o con un intervalo ventriculoauricular (VA) < 50 ms. El origen intranodal de la taquicardia se confirmó, asimismo, al demostrar que un extraestímulo ventricular, liberado mientras el haz de His estaba en período refractario, no modificaba la

longitud de ciclo auricular ni la secuencia de la activación auricular retrógrada.

Tras la confirmación de la presencia de una taquicardia intranodal se procedió a la ablación. Se inició la modificación del nodo AV mediante el abordaje de la vía lenta, guiados por criterios anatómicos, comenzando por la región posterior e inferior del triángulo de Koch (fig. 2A). Si la taquicardia continuaba siendo inducible se avanzaba en sentido anterior y superior hasta la región intermedia y la región superior del mismo. Como catéter de ablación se utilizó un electrocatéter tetrapolar deflectable 6F (Cordis[®]) o 7 F (Marin, Medtronic[®]) con electrodo distal de 4 mm y distancia interelectrodo de 2-5-2 mm. El electrodo distal de ambos catéteres lleva incorporado un termopar que permite monitorizar la temperatura durante la aplicación de RF. Tras introducir el catéter de ablación se administró un bolo inicial de heparina de 100 U/kg, i.v. Posteriormente se administraron 25 U/kg/h. Durante la ablación de la vía lenta el mapeo del surco AV derecho se realizó en ritmo sinusal, utilizando como criterio de localización en el anillo tricúspide la existencia de una relación A:V de 0,1 a 0,5 (fig. 2B). La ablación de la vía rápida se realizó, como ha sido descrito, mediante la retirada

TABLA 1
Datos clínicos y electrofisiológicos antes y después de la ablación

Número	Edad (años)	Preablación							Postablación						
		LC (ms)	AH (ms)	HV (ms)	AV (1:1)	VA (1:1)	Lugar aplic.	N.º aplic.	AH (ms)	HV (ms)	AV (1:1)	VA (1:1)	Tiempo de Rx (min)	Tiempo de proc. (h)	Tiempo de evol. (meses)
1	9	300	90	30	280	270	I ₁	4	90	30	280	270	28	5	48
2	13	400	60	30	290	320	P ₂	2	60	30	350	320	27	3	36
3	12,5	300	65	30	280	300	I ₁	4	70	30	290	300	38	5,5	30
4	13	260	80	40	260	360	P ₁	2	80	40	300	360	22	3	24
5	13	280	55	35	310	300	P ₂	2	50	35	290	300	48	4	24
6	18	300	65	45	220	360	A	12	130	45	310	600	52	3	17
7	8	265	85	45	240	300	I ₁	3	70	40	270	300	37	5	16
8	13	290	55	35	300	300	I ₁	3	60	40	300	300	22	3,5	16
9	8	250	60	40	290	320	P ₁	2	60	40	310	320	45	5	16
10	4	280	90	30	220	320	I ₁	3	75	30	340	320	55	4	15
11	7,4	260	75	35	280	300	I ₂	6	75	35	340	300	29	3,4	14
12	12	230	65	35	280	300	I ₁	5	65	40	280	300	74	4	12
13	10	260	50	40	280	300	P ₁	2	50	40	330	300	28	3,25	10
14	12,5	280	100	40	280	450	P ₁	1	110	40	330	450	43	2,5	10
15	17	340	80	45	280	320	I ₁	2	80	45	310	320	28	3	9

A: aplicación de RF en la región anterior del triángulo de Koch; I₁, I₂: aplicaciones de RF en la región intermedia; LC: longitud de ciclo de la taquicardia en ms; lugar de aplic.: lugar de aplicación de la RF; n.º de aplic.: número de aplicaciones de RF; P₁, P₂: aplicaciones de RF en la región posterior; tiempo de Rx: tiempo de radioscopia en minutos; tiempo de proc.: tiempo total de procedimiento en horas; tiempo de evol.: tiempo de evolución en meses.

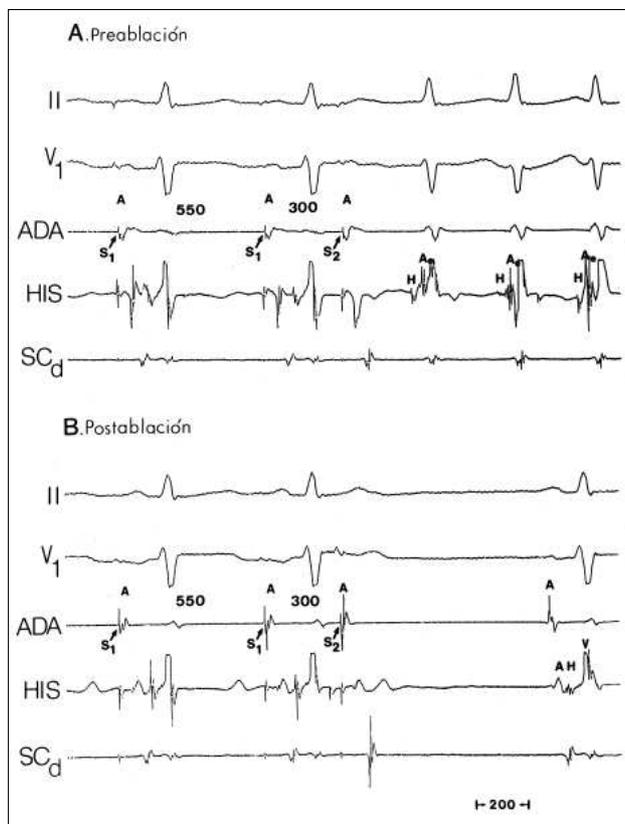


Fig. 3. Registro de las derivaciones de superficie II y V₁, junto con las endocavitarias de ADA, haz de His y SC_d, antes (A) y después (B) de la ablación de la vía lenta en el caso 8. En A se induce taquicardia por reentrada intranodal mediante estimulación programada auricular. En B se observa la ausencia de conducción por la vía lenta, tras la aplicación de RF. Abreviaturas como en la figura 2.

del catéter desde la posición de His hasta aquella en que se registraba un auriculograma de máxima amplitud con una mínima deflexión de His, inferior a 100 µV. Se utilizó como fuente de RF un generador con posibilidad de ser programado con temperatura 0610E Atakr (Medtronic®). La corriente fue liberada entre el electrodo distal del catéter de ablación y un parche adhesivo situado en la región escapular izquierda. Se programaron 60 °C durante 60 s en todos los casos. Durante la aplicación de RF se monitorizó la conducción AV mediante la evaluación de la conducción retrógrada durante el ritmo de la unión en los casos de ablación de la vía lenta y de la conducción anterógrada mediante estimulación auricular en la ablación de la vía rápida. La aplicación se interrumpía si aparecía bloqueo de la conducción anterógrada o retrógrada a través del nodo AV, la temperatura en el termopar no superaba los 45 °C o si se producía desplazamiento del catéter.

El procedimiento se consideró concluido cuando la taquicardia no pudo inducirse mediante estimulación programada auricular y ventricular 30 min después de finalizar la ablación, con/sin la administración de isoproterenol. La inducción de ecos aislados intranodales no se consideró un criterio para continuar la ablación. En estos pacientes la infusión de isoproterenol no desencadenó taquicardias sostenidas.

Seguimiento

Todos los pacientes permanecieron ingresados durante 24 h con monitorización continua del ECG. Se realizó ecocardiograma en todos los casos al finalizar

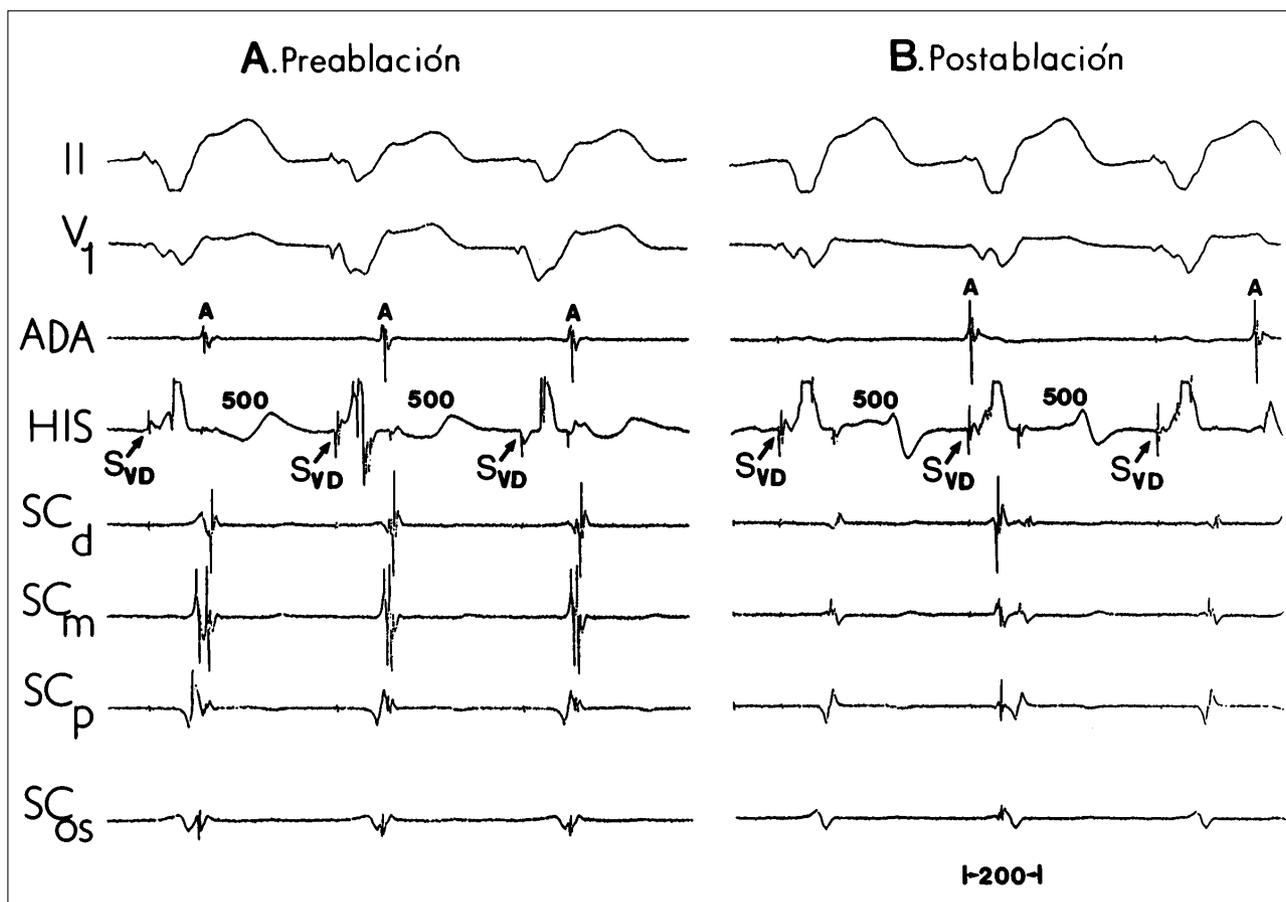


Fig. 4. Evaluación de la conducción retrógrada VA antes (A) y después (B) de la ablación mediante RF de la vía rápida en el caso 6; A: ritmo estimulado en ventrículo derecho (S_{VD}) a 500 ms con conducción VA 1:1 por el nodo AV; B: durante la estimulación ventricular se aprecia ausencia de la conducción retrógrada. Abreviaturas como en la figura 2.

el procedimiento de ablación. Se administró aspirina como antiagregante plaquetario durante seis semanas (5 mg/kg/día, dosis máxima 250 mg). El seguimiento se realizó en todos los pacientes con ECG de superficie, Holter de 24 h y ecocardiogramas periódicos.

Análisis estadístico

Las variables numéricas se expresan como media \pm DE (desviación estándar) y/o mediana. Los parámetros electrofisiológicos preablación y postablación se compararon mediante el test de la t de Student para medidas apareadas. Un valor de $p < 0,05$ fue considerado estadísticamente significativo.

RESULTADOS

Estudio electrofisiológico y ablación

Los resultados están resumidos en la tabla 1. En todos los pacientes se indujeron múltiples episodios sostenidos de taquicardia por reentrada intranodal común

(lento/rápida), mediante estimulación programada auricular (fig. 3A). En seis casos se precisó la infusión de isoproterenol i.v. La longitud de ciclo de la taquicardia fue de $286 \pm 40,9$ ms (rango, 230-400 ms). En tres casos (5, 9 y 11) se indujeron episodios repetidos de taquicardia intranodal con conducción AV 2:1, por bloqueo infrahisiano, que revirtió a 1:1 con extrasístoles ventriculares. Las propiedades de conducción del nodo AV antes y después de la ablación están resumidas en la tabla 1.

Inicialmente se intentó en todos los casos el abordaje de la vía lenta, consiguiéndose la ablación eficaz en 14 de los 15 pacientes. En un paciente se abordó la vía rápida, en el mismo procedimiento, tras un intento fallido de ablación de la vía lenta. Los 15 casos fueron eficazmente ablacionados en 16 procedimientos, por la recurrencia de la taquicardia en un paciente.

En los 14 pacientes en los que se realizó la ablación sobre la vía lenta, ésta se consiguió en 6 casos en la región posterior (4 en P_1 y 2 en P_2) y en 8 en la intermedia (7 en I_1 y 1 en I_2). En el caso en el que se obtuvo la ablación de la vía rápida ésta se consiguió en la región anterior y superior del anillo tricúspide. La taquicar-

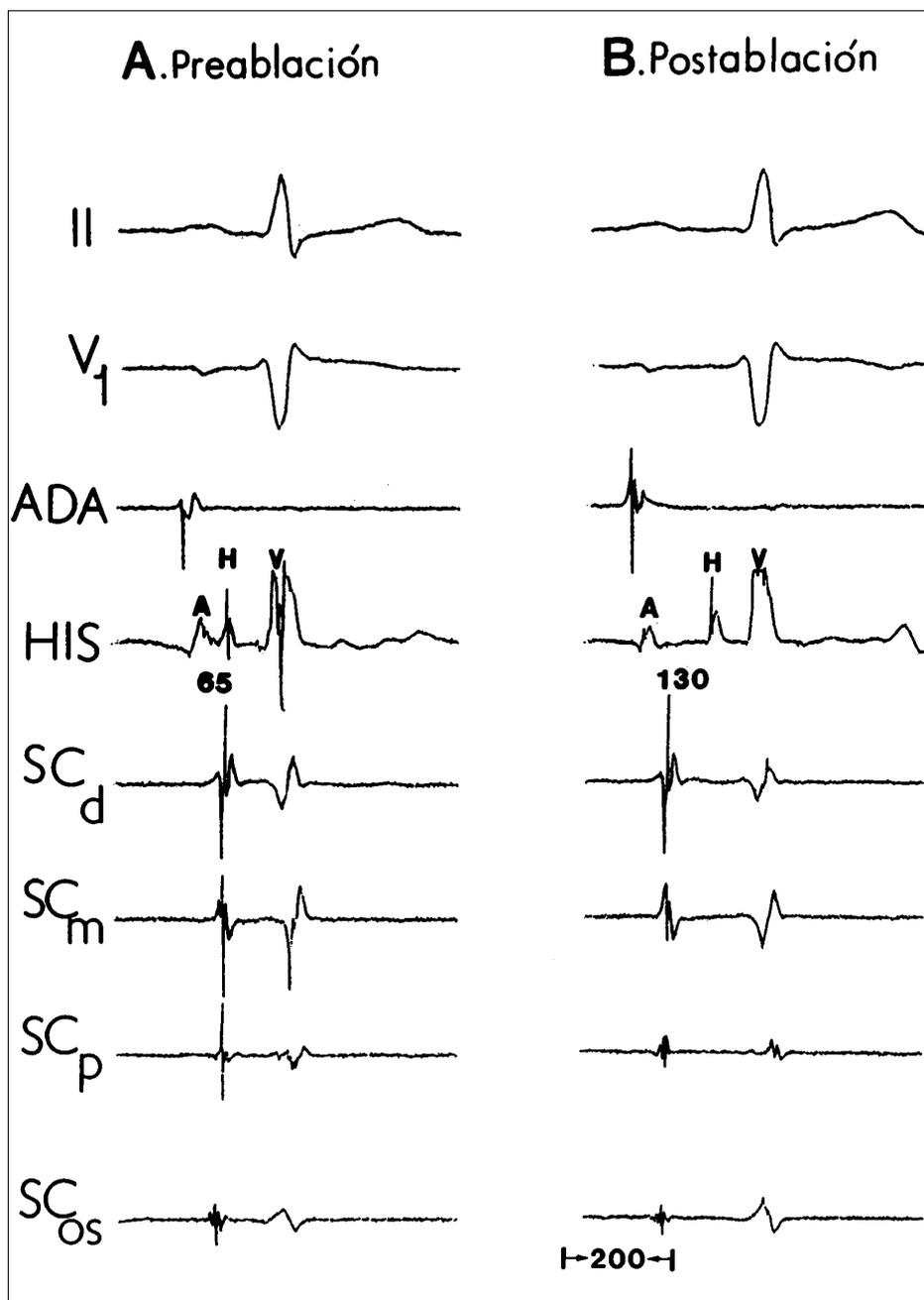


Fig. 5. Registro en ritmo sinusal de las derivaciones de superficie II y V₁, junto con las endocavitarias de ADA, His y seno coronario de distal a boca (SC_d, SC_m, SC_p, SC_{os}) antes (A) y después (B) de la ablación de la vía rápida en el mismo caso de la figura anterior. Se observa el incremento del intervalo AH de 65 a 130 ms. Abreviaturas como en la figura 2.

dia se hizo ininducible en todos los pacientes, para lo cual se requirieron $3,5 \pm 2,7$ aplicaciones de RF (rango, 1-12). Las aplicaciones eficaces requirieron una temperatura media de $51,6 \pm 3,8$ °C (rango, 47-55 °C) y una potencia media de $44,4 \pm 5,1$ W (rango, 30-47 W) durante $51,5 \pm 15,3$ min (rango, 20-81 min). El tiempo total de escopia fue de $38,4 \pm 14,5$ min (rango, 22-74 min) y la duración total del procedimiento de $3,8 \pm 0,9$ h (rango, 2,5-5,5 h). En ocho pacientes se interrumpió totalmente la conducción por la vía lenta (fig. 3B), mientras que en siete se indujeron ecos aislados, en seis con intervalo A₂H₂ más largos y en uno con el mismo intervalo A₂H₂ o H₁H₂. En 14 casos la conducción anterógrada

ocurría a través de la vía rápida, manifestándose en el ECG de superficie por la ausencia de modificación del intervalo PR con respecto al basal, incrementándose de 80 a 140 ms en el caso de ablación de la vía rápida (fig. 1C). Los intervalos AH y HV no se modificaron significativamente tras la aplicación de RF sobre la vía lenta, incrementándose de 65 a 130 ms en el caso 6, en el que la ablación se realizó sobre la vía rápida. El intervalo AV al cual se mantenía la conducción 1:1 se incrementó de $271,3 \pm 22,6$ a $316,7 \pm 30,1$ ms ($p < 0,001$), tras la modificación de la conducción por la vía lenta. La conducción retrógrada VA no se modificó. En el paciente 6, en el que se realizó ablación de la

vía rápida, se observó ausencia de la conducción retrógrada VA durante estimulación ventricular (fig. 4) y conducción anterógrada AV a través de la vía lenta (fig. 5). No hubo complicaciones.

Seguimiento

Tras un período de seguimiento medio de $19,8 \pm 10,9$ meses (mediana 16; rango, 9-48 meses) no se han observado recurrencias de las taquicardias en ninguno de los pacientes. En el ECG se observa conducción AV normal, con intervalo PR similar al previo en los 14 casos en los que se realizó ablación de la vía lenta. En el paciente 6 el intervalo PR se mantiene prolongado, igual que inmediatamente postablación.

DISCUSIÓN

El mecanismo que más frecuentemente origina taquicardias supraventriculares paroxísticas en la edad pediátrica es la reentrada a través de una vía accesoria AV, representando la reentrada intranodal, aproximadamente, el 13 al 16% de todos los episodios de taquicardia^{1,2}. Clásicamente se considera que el sustrato electrofisiológico responsable de la reentrada intranodal es la existencia de doble vía en el nodo AV, una con conducción rápida y período refractario largo y otra con conducción lenta y período refractario más corto^{3,4}, aunque un estudio reciente en adultos ha puesto de manifiesto la presencia de taquicardias por reentrada intranodal sin evidencia electrofisiológica de doble vía⁵. En niños la conducción y los períodos refractarios del nodo AV, así como la incidencia de doble vía nodal se modifican con la edad, lo que explicaría el aumento de la incidencia de taquicardias intranodales durante la adolescencia⁶. Estas arritmias pueden ser severamente sintomáticas en niños y adolescentes; en el presente trabajo hasta el 44% de los pacientes presentaron síncope y dolor precordial durante las crisis. Así mismo, la inducción, en 3 casos, de taquicardias con bloqueo AV 2:1 infrahisiano, pone en evidencia las elevadas frecuencias con que estas taquiarritmias pueden cursar en niños y adolescentes.

Actualmente el tratamiento de elección es la ablación con catéter y energía de RF. Inicialmente la ablación se realizó sobre la vía rápida, aplicando la corriente de RF en la región anterior y superior del triángulo de Koch, cerca del His, pero con este método se ha comunicado una elevada incidencia de bloqueo AV^{7,8}. Mediante la aplicación de RF en la región posterior e intermedia del triángulo de Koch, en la válvula septal de la tricúspide, se consigue la ablación de la vía lenta con una elevada tasa de eficacia y baja incidencia de bloqueo AV^{3,4,9-11}. El abordaje de la vía lenta se puede obtener mediante el registro de los denominados potenciales de la vía lenta^{9,11} o por criterios estrictamente anatómicos⁸. Ambos métodos, como ha demostrado un

estudio aleatorizado, son comparables en eficacia y duración del procedimiento¹². En niños la ablación de la vía rápida ha sido poco utilizada por la elevada incidencia de bloqueo AV descrita con ese abordaje, aunque el único estudio prospectivo, aleatorizado, que compara ambos procedimientos, refiere una eficacia e incidencia de complicaciones similar¹³. Actualmente se prefiere utilizar la ablación de la vía lenta como primera opción, reservando la ablación de la vía rápida para cuando fracasa la primera. Aunque un estudio previo¹³ sugiere que la ablación de ambas vías en el mismo procedimiento no implica un riesgo añadido, otro¹⁴, con series de mayor número de pacientes, describe una incidencia de bloqueo AV completo permanente del 16,7%. En el único paciente de nuestra serie en el que realizamos cambio de la vía lenta a la rápida en el mismo procedimiento no se produjo bloqueo AV completo; sin embargo, al igual que en el estudio anterior¹⁴, pensamos que el cambio de una vía a la otra en el mismo procedimiento debe hacerse con gran cuidado y tras comprobar que durante las aplicaciones ineficaces de RF no se han producido signos indirectos de daño del tejido nodal: temperaturas en la punta del catéter de al menos 50 °C y/o taquicardia de la unión. Con las premisas anteriores hemos conseguido la ablación eficaz de las taquicardias intranodales en 15 pacientes pediátricos, sin complicaciones inmediatas en relación con el procedimiento ni trastornos de la conducción AV. El estudio se finalizó cuando la taquicardia se hizo ininducible. En el caso de ablación de la vía rápida la imposibilidad de inducción de la taquicardia se asoció con la supresión de la conducción retrógrada VA, mientras que en los restantes casos, en los que la ablación se realizó sobre la vía lenta, el estudio se consideró finalizado aunque persistiese la fisiología de doble vía nodal. La inducción de ecos aislados no fue indicación de continuar la ablación, ya que puede representar, simplemente, la presencia de una vía lenta distinta de la responsable de la taquicardia, incapaz de mantener una taquicardia sostenida¹⁵.

Este estudio demuestra la utilidad de la modificación de la función del nodo AV en el tratamiento de la taquicardia por reentrada intranodal en niños y adolescentes. Aunque no hubo complicaciones en relación con el procedimiento de ablación ni trastornos de la conducción AV inmediatos ni en el seguimiento, es importante monitorizar la conducción AV a largo plazo por el riesgo de aparición de bloqueo AV completo, sobre todo en los niños de menor edad y en aquellos que han recibido muchas aplicaciones de RF.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ko JK, Deal B, Strasburger J, Benson DW Jr. Supraventricular tachycardia mechanisms and their age distribution in pediatric patients. *Am J Cardiol* 1992; 69: 1.028-1.032.

2. Ludomirsky A, Garson AR Jr. Supraventricular tachycardia. En: Gillette P, Garson AR Jr, editores. *Pediatric arrhythmias: electrophysiology and pacing*. Filadelfia: WB Saunders, 1990; 380-426.
3. Akhtar M, Jazayeri MR, Sra J, Blank Z, Deshpande S, Dhala A. Atrioventricular nodal reentry. Clinical, electrophysiological and therapeutic considerations. *Circulation* 1993; 88: 282-295.
4. Sung RJ, Lauer MR, Chun H. Atrioventricular node reentry. Current concepts and new perspectives. *PACE* 1994; 17: 1.413-1.430.
5. Sheahan RG, Klein GJ, Yee R, le Feuvre CA, Krahn AD. Atrioventricular node reentry with "smooth" AV node function curves: a different substrate? *Circulation* 1996; 93: 969-972.
6. Cohen MI, Wieand T, Rhodes LA, Vetter VL. Electrophysiologic properties of the atrioventricular node in pediatric patients. *J Am Coll Cardiol* 1997; 29: 403-407.
7. Lee MA, Morady F, Kadish A, Schamp DJ, Chin MC, Scheinman MM et al. Catheter modification of the atrioventricular junction with radiofrequency energy for control of atrioventricular nodal reentry tachycardia. *Circulation* 1991; 83: 827-835.
8. Jazayeri MR, Hempe SL, Sra JS, Dhala AA, Blanck Z, Deshpande SS et al. Selective transcatheter ablation of the fast and slow pathways using radiofrequency energy in patients with atrioventricular nodal reentrant tachycardia. *Circulation* 1992; 85: 1.318-1.328.
9. Jackman WM, Beckman KJ, McClelland JH, Wang X, Friday KJ, Roman CA et al. Treatment of supraventricular tachycardia due to atrioventricular nodal reentry by radiofrequency catheter ablation of slow-pathway conduction. *N Engl J Med* 1992; 327: 313-318.
10. Kay GN, Epstein AE, Dailey SM, Plumb VJ. Selective radiofrequency ablation of the slow pathway for the treatment of atrioventricular nodal reentrant tachycardia: evidence for involvement of perinodal myocardium within the reentrant circuit. *Circulation* 1992; 85: 1.675-1.688.
11. Haissaguerre M, Gaita F, Fischer B, Comenges D, Montserrat P, D'Ivernois Ch et al. Elimination of atrioventricular nodal reentrant tachycardia using discrete slow potentials to guide application of radiofrequency energy. *Circulation* 1992; 85: 2.162-2.175.
12. Kalbfleisch SJ, Strickberger A, Williamson B, Vorperian VR, Man Ch, Hummel JD et al. Randomized comparison of anatomic and electrogram mapping approaches to ablation of the slow pathway of atrioventricular node reentrant tachycardia. *J Am Coll Cardiol* 1994; 23: 716-723.
13. Langberg JJ, Leon A, Borganelli M, Kalbfleisch SJ, El-Atassi R, Calkins H et al. A randomized, prospective comparison of anterior and posterior approaches to radiofrequency catheter ablation of atrioventricular nodal reentry tachycardia. *Circulation* 1993; 87: 1.551-1.556.
14. Hindricks G, on behalf of the Multicenter European Radiofrequency Survey (MERFS) Investigators. The Multicenter European Radiofrequency Survey (MERFS). Complications of radiofrequency catheter ablation of arrhythmias. *Eur Heart J* 1993; 14: 1.644-1.653.
15. Jazayeri M, Sra J, Deshpande S, Blanck Z, Dhala A, Krum D et al. Electrophysiologic spectrum of atrioventricular nodal behavior in patients with atrioventricular nodal reentrant tachycardia undergoing selective fast and slow pathway ablation. *J Cardiovasc Electrophysiology* 1993, 4: 99-111.