

Utilidad de la estimulación auricular progresiva para evaluar la efectividad de la ablación de la vía lenta perinodal

Juan Martínez-Sánchez, Arcadi García-Alberola, Juan J. Sánchez-Muñoz, Carmen Cerdán-Sánchez, Belén Redondo-Bermejo, Juan A. Ruipérez-Abizanda y Mariano Valdés-Chávarri

Servicio de Cardiología. Hospital Universitario Virgen de la Arrixaca. Murcia. España.

Introducción y objetivos. Estudiar la utilidad de la estimulación auricular progresiva para evaluar el efecto de la ablación con catéter sobre la conducción por vía lenta en pacientes con taquicardia por reentrada nodal común.

Métodos. Estudio prospectivo en pacientes remitidos para estudio electrofisiológico en los que se indujo taquicardia por reentrada nodal común, empleando como grupo control a los pacientes en los que no se indujo. La estimulación auricular progresiva se practicó mediante la disminución paulatina del ciclo de estimulación hasta obtener un intervalo PR > RR o bloqueo auriculoventricular. Durante la estimulación auricular programada se evaluó la presencia de doble fisiología nodal siguiendo el criterio estandarizado. En el grupo en que se indujo taquicardia se repitió el estudio electrofisiológico 30 min después de la ablación.

Resultados. En el grupo con taquicardia por reentrada nodal común (n = 85), 52 pacientes (61%) mostraron criterios de doble vía nodal durante la estimulación auricular programada y 66 (78%) mantenían PR > RR durante la estimulación auricular progresiva. En el grupo control, la incidencia de estos criterios fue de 10/56 (18%) y 7/56 (12%), respectivamente. Tras la ablación eficaz de vía lenta (81/85), 37 mostraban doble vía nodal durante la estimulación auricular programada y uno tenía PR > RR durante estimulación auricular progresiva (valor predictivo positivo de la ausencia de PR > RR para ablación eficaz de vía lenta del 98%).

Conclusiones. La estimulación auricular progresiva muestra un intervalo PR > RR en la mayoría de los pacientes en los que se induce taquicardia por reentrada nodal común y puede emplearse como un método sencillo y rápido para evaluar el efecto de las aplicaciones de radiofrecuencia sobre la conducción por vía lenta.

Palabras clave: *Nodo auriculoventricular. Taquicardia. Ablación con catéter.*

VÉASE EDITORIAL EN PÁGS. 7-9

Correspondencia: Dr. J. Martínez Sánchez.
San Nicolás, 27, 1.º B. 30005 Murcia. España.
Correo electrónico: juanmsmur@secardiologia.es

Recibido el 31 de marzo de 2006.
Aceptado para su publicación el 2 de octubre de 2006.

Usefulness of Incremental Atrial Pacing for Evaluating the Effectiveness of Perinodal Slow Pathway Ablation

Introduction and objectives. To study the usefulness of incremental atrial pacing for evaluating the effect of radiofrequency catheter ablation on slow pathway conduction in patients with atrioventricular (AV) nodal reentrant tachycardia.

Methods. A prospective study was carried out in patients either with (i.e., AV nodal reentrant tachycardia group) or without (i.e., control group) inducible AV nodal reentrant tachycardia who were referred for electrophysiologic study. Incremental atrial pacing involved gradually decreasing the pacing cycle length until the PR interval exceeded the R-R interval (i.e., PR>RR) or AV nodal block occurred. The presence of dual anterograde AV nodal physiology was assessed during programmed atrial stimulation using standard criteria. In the AV nodal reentrant tachycardia group, electrophysiologic study was repeated 30 minutes after successful catheter ablation.

Results. In the AV nodal reentrant tachycardia group (n=85), 52 patients (61%) exhibited dual AV nodal physiology during programmed atrial stimulation and 66 (78%) had a PR>RR during incremental atrial pacing. In the control group, the corresponding proportions were 10/56 (18%) and 7/56 (12%), respectively. After successful slow pathway catheter ablation (81/85), 37/81 exhibited dual AV nodal physiology during programmed atrial stimulation while 1/81 had a PR>RR during incremental atrial pacing. The positive predictive value of successful slow pathway ablation for the absence of a PR>RR was 98%.

Conclusions. Incremental atrial pacing demonstrated that the PR interval exceeded the R-R interval in the majority of patients with inducible AV nodal reentrant tachycardia. This technique could provide a fast and simple way of evaluating the effect of radiofrequency catheter ablation on slow pathway conduction.

Key words: *Atrioventricular node. Tachycardia. Catheter ablation.*

Full English text available from: www.revespcardiol.org

ABREVIATURAS

AV: auriculoventricular.

TRN: taquicardia por reentrada nodal común.

INTRODUCCIÓN

Aunque la taquicardia por reentrada nodal común (TRN) ocurre típicamente en pacientes con doble fisiología nodal, muchos de estos pacientes no cumplen el criterio clásico para doble vía durante estimulación auricular programada¹⁻³. Durante la estimulación auricular progresiva se considera que hay una doble conducción nodal cuando el intervalo desde el estímulo auricular hasta el complejo QRS conducido, durante conducción auriculoventricular (AV) 1:1 estable, es mayor que el intervalo de estimulación⁴. Este hallazgo predice, además, la inducción de TRN y podría ser útil para evaluar la efectividad de la ablación de la vía lenta perinodal⁵.

Nuestro estudio evalúa de forma prospectiva la utilidad de la estimulación auricular progresiva para valorar el efecto de las aplicaciones de radiofrecuencia sobre la conducción por la vía lenta perinodal en pacientes con TRN.

MÉTODOS

Pacientes

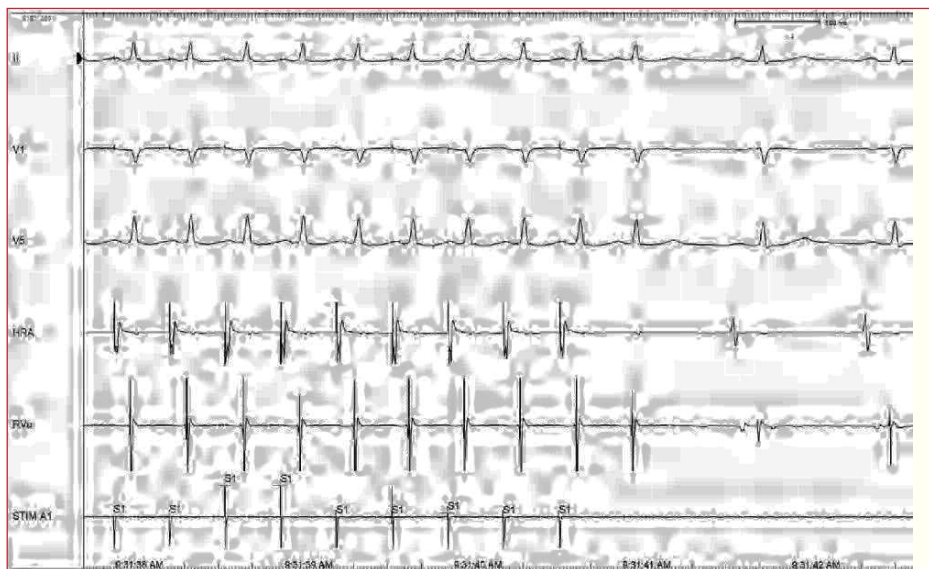
Las propiedades de la conducción anterógrada por el nodo AV fueron evaluadas en pacientes consecutivos, en ritmo sinusal, remitidos para estudio electrofisiológico con o sin inducción final de TRN (grupos TRN y control, respectivamente).

Estudio electrofisiológico

El estudio electrofisiológico diagnóstico y el procedimiento de ablación con catéter fueron practicados en la misma sesión, previa firma del consentimiento informado por parte del paciente; durante el estudio, el paciente se encontraba en ayunas y había suspendido los antiarrítmicos al menos 5 vidas medias antes. Se empleó propofol intravenoso para la sedación. A través de punciones en vena femoral derecha se introdujeron 2 catéteres cuadripolares en el ápex de ventrículo derecho (4 Fr) y en la aurícula derecha (6 Fr); este último se desplaza hacia el área del His durante el estudio para el registro basal y durante la taquicardia, añadiéndose un tercer catéter en el seno coronario en caso de ser necesario. Las derivaciones electrocardiográficas estándar y los registros bipolares de los ECG intracavitarios de aurícula derecha y ápex de ventrículo derecho fueron digitalizados con una frecuencia de muestreo de 1 kHz y archivados en disco óptico. Los registros fueron analizados con una velocidad de papel de 200 mm/s.

La estimulación desde la aurícula derecha se practicó con una duración de impulso de 2 ms y un voltaje doble de umbral mediante el empleo de un estimulador programable (UHS 20, Biotronik, Berlin, Alemania). El intervalo PR se midió desde la espiga de estimulación hasta el comienzo del complejo QRS conducido. La estimulación auricular progresiva se practicó disminuyendo progresivamente la longitud del ciclo de estimulación de 10 en 10 ms cada 10-15 estímulos hasta obtener un intervalo PR > RR estable (10 ciclos consecutivos) (fig. 1) o bloqueo AV. Una conducción 1:1 estable con PR > RR indica la presencia de conducción anterógrada por vía lenta nodal⁵. La estimulación auricular programada se practicó con un extraestímulo y 2

Fig. 1. Estimulación auricular con LC 330 ms que demuestra intervalo PR > RR. De arriba abajo: derivaciones electrocardiográficas DII, V1 y V5, registros intracavitarios de aurícula derecha (HRA) y ventrículo derecho (RVa) y canal de estimulación (STIM A1).



ciclos de base, 600 y 400 ms. El acoplamiento del extraestímulo se acortaba en 10 ms en cada tren de estímulos hasta llegar a bloqueo en la conducción AV o alcanzar el período refractario auricular.

Los intervalos se midieron con calibres electrónicos a una velocidad de 200 mm/s. Durante estimulación auricular programada definimos la presencia de doble vía nodal como un incremento en el intervalo A2H2 \geq 50 ms en respuesta a un decremento de 10 ms en el acoplamiento A1A2¹. Tras el estudio inicial, en caso de ser necesario, se administró isoprenalina intravenosa (dosis inicial de 0,4 μ g/min, incrementándola si era necesario hasta aumentar un 30-40% la frecuencia cardíaca inicial) para inducir una TRN sostenida. Se diagnosticó taquicardia por reentrada nodal común según los criterios estándar⁶. Se practicó ablación con radiofrecuencia de la vía lenta perinodal, que se inició en la zona inferoseptal y se desplazó el catéter a posiciones superiores en caso de falta de eficacia; en todos los casos, los electrogramas mostraban una relación AV $<$ 0,5⁷. El objetivo de la ablación fue la eliminación completa de la conducción por vía lenta o bien su modificación significativa (persistencia de hasta un eco intranodal); por tanto, cuando hablamos de ablación eficaz de vía lenta nos referimos tanto a la eliminación completa como a la modulación de ésta. En el grupo con TRN, las medidas se realizaron antes de la ablación y 30 min después de la aplicación de radiofrecuencia considerada efectiva. Se administró isoprenalina tras la ablación sólo cuando fue inicialmente necesaria para inducir la taquicardia. De esta forma, en los pacientes en los que sólo se puso de manifiesto la presencia de salto AH o intervalo PR $>$ RR durante infusión de este fármaco, se practicó el estudio postablación en las mismas condiciones. En el grupo control, las medidas se realizaron sólo durante el estudio diagnóstico inicial; en este grupo sólo se empleó isoprenalina en los pacientes con taquicardia auricular.

Análisis estadístico

Las variables continuas se expresan como media \pm desviación estándar (DE) y se comparan mediante la prueba de la t de Student. Las variables categóricas se comparan con la prueba exacta de Fisher. Se consideraron estadísticamente significativos los valores de $p <$ 0,05.

RESULTADOS

Pacientes

El grupo con TRN incluyó a 52 mujeres y 33 varones, con una edad de 49 ± 15 años. De un total de 60 pacientes en los que no se indujo TRN, incluimos en el grupo control a 56, 19 mujeres y 37 varones, con

una edad de 45 ± 19 años; se excluyó del análisis a 4 casos de estudio electrofisiológico negativo en pacientes remitidos por palpitaciones. En este grupo hubo 21 pacientes con vía accesoria, 14 con aleteo auricular, 3 taquicardias auriculares, 3 taquicardias ventriculares, 4 con síndrome de Brugada, un paciente con fracción de eyección deprimida y taquicardia ventricular no sostenida, uno con fibrilación auricular y 9 con síncope con sospecha de bloqueo infrahisiano o taquicardia ventricular como causantes. Hubo más mujeres en el grupo de TRN que en el grupo control (un 61 frente a un 34%; $p <$ 0,01).

Estudio electrofisiológico inicial

Grupo TRN (tabla 1)

Durante la estimulación auricular programada, 52 pacientes (61%) presentaron doble fisiología nodal, 5 de ellos durante la infusión de isoprenalina. La estimulación auricular progresiva consiguió una conducción 1:1 sostenida con PR $>$ RR en 66 pacientes (78%), 5 de ellos durante la infusión de isoprenalina. En 10/85 (11,8%) pacientes sólo hubo evidencia de conducción por vía lenta durante infusión de isoprenalina. Se indujo TRN en el estudio basal en 57/85 (67%) y durante la infusión de isoprenalina en 28/85 (33%). La longitud de ciclo de la TRN fue menor en pacientes con PR $>$ RR durante estimulación auricular progresiva (357 ± 51 frente a 394 ± 51 ms; $p <$ 0,01), sin que hubiera diferencias significativas entre los que tenían o no salto AH ($372,2 \pm 51,3$ frente a $354,7 \pm 55,8$ ms). El intervalo PR máximo fue mayor en los pacientes con PR $>$ RR que en los que no presentaban este fenómeno (427 ± 64 frente a 371 ± 83 ; $p <$ 0,05), y no hubo diferencias en el punto de Wenckebach (375 ± 47 frente a 378 ± 94) entre ambos grupos. No encontramos asociación significativa entre la presencia de una doble fisiología nodal durante la estimulación programada y la conducción sostenida con PR $>$ RR durante la estimulación progresiva.

TABLA 1. Doble conducción nodal en el grupo con taquicardia por reentrada nodal

	PR $>$ RR con estimulación auricular progresiva		
	Sí	No	
Doble fisiología nodal con estimulación auricular programada			
Sí	40	12	52 (61%)
No	26	7	33
	66 (78%)	19	85

TABLA 2. Doble conducción nodal en el grupo control

	PR > RR con estimulación auricular progresiva		
	Sí	No	
Doble fisiología nodal con estimulación auricular programada			
Sí	4	6	10 (18%)
No	3	43	46
	7 (12%)	49	56

TABLA 3. Estimulación auricular progresiva antes y después de la ablación efectiva en los pacientes que presentaron PR > RR en el estudio inicial

	Pre-RF	Post-RF	p
PR	424 ± 59	307 ± 74	< 0,001
RR	396 ± 67	444 ± 108	< 0,001
PR/RR	1,09 ± 0,19	0,72 ± 0,19	< 0,001
PW	374 ± 44	415 ± 90	0,06

PR: intervalo PR máximo; RR: intervalo RR mínimo; PW: punto de Wenckebach. Medidas en milisegundos.

Grupo control (tabla 2)

Durante estimulación auricular programada, 10 pacientes (18%) mostraron doble fisiología nodal. La estimulación progresiva demostró una conducción 1:1 sostenida con PR > RR en 7 pacientes (12%).

De esta forma, en cuanto a la inducción de TRN, el hallazgo de conducción 1:1 sostenida con PR > RR durante estimulación auricular progresiva tuvo una sensibilidad del 78%, una especificidad del 88%, un valor predictivo positivo del 90% y un valor predictivo negativo del 72%, mientras que los valores para el hallazgo de doble fisiología nodal durante estimulación auricular programada fueron del 61, el 82, el 84 y el 58%, respectivamente.

Estimulación auricular tras ablación de vía lenta

Se consiguió una ablación efectiva de la vía lenta en 81/85 pacientes, una eliminación completa de la conducción en 44/81 y una modulación con hasta un eco en 37/81. En el estudio practicado 30 min después de la aplicación efectiva se observó ausencia de conducción 1:1 sostenida con PR > RR en 65 de los 66 pacientes que mostraron este fenómeno en el estudio inicial, pese a la persistencia de signos de doble fisiología nodal durante estimulación programada en 37 de los 81 pacientes. En la tabla 3 se muestra el resultado de la estimulación auricular progresiva antes y después de la ablación en los pacientes que presenta-

ron PR > RR en el estudio inicial. En 4/85 pacientes persistió la inducción de TRN al final del procedimiento (persistía salto AH en los 4 y conducción 1:1 sostenida con PR > RR en 3/4). Ningún paciente sin PR > RR preablación presentó este fenómeno postablación.

El valor predictivo positivo de la ausencia de conducción 1:1 con PR > RR durante la estimulación auricular progresiva para ablación efectiva de vía lenta fue del 98%.

DISCUSIÓN

Nuestro estudio demuestra la utilidad de la estimulación auricular progresiva para evaluar la efectividad de la ablación de la vía lenta, tanto en el caso de eliminación completa de su capacidad de conducción como en la modulación significativa de ésta (hasta un eco). La estimulación progresiva tiene buena sensibilidad y especificidad para predecir la inducibilidad de la TRN durante un estudio electrofisiológico y es, además, un método sencillo y rápido para evaluar el efecto de las aplicaciones de radiofrecuencia sobre la conducción por la vía lenta en pacientes con esta taquicardia.

Como la mayoría de los pacientes a los que se induce TRN muestran conducción estable con un intervalo PR > RR, este método es ampliamente aplicable en esta población.

La conducción sostenida por vía lenta durante estimulación auricular fue inicialmente descrita por Rosen et al⁸ y con posterioridad, Wu et al⁴ encontraron que esta propiedad podía ser demostrada en un 70% de pacientes con taquicardia por reentrada nodal. El estudio de Baker et al⁵ incluyó a pacientes seleccionados con TRN (por definición, un grupo con y otro sin doble fisiología nodal durante estimulación auricular programada) y como grupo control, a pacientes con ablación de vías accesorias lejanas al nodo AV. La sensibilidad, la especificidad y los valores predictivos positivo y negativo del hallazgo de un intervalo PR mayor que el ciclo de estimulación auricular para inducibilidad de TRN fueron en este estudio del 93, el 89, el 90 y el 92%, respectivamente. Nosotros encontramos valores inferiores de sensibilidad (el 78 frente al 93%) y valor predictivo negativo (el 72 frente al 92%). El mayor espectro diagnóstico en nuestro grupo control y el uso de un protocolo diferente de sedación podrían explicar estas diferencias. Por otra parte, este mismo estudio⁵, empleando la eliminación completa de la conducción por vía lenta como objetivo de la ablación no encontró ningún caso de persistencia de conducción con PR > RR en los 28 pacientes con ablación efectiva de la vía lenta. Sin embargo, la eliminación completa de la conducción por vía lenta puede no ser necesaria para alcanzar el éxito clínico, y puede aceptarse también como objetivo la persistencia de conducción residual por vía lenta con hasta un eco⁹. La sensibilidad de este criterio me-

dian­te el empleo de este último objetivo en la ablación no ha sido descrita. En nuestro estudio lo empleamos y sólo en 1/66 pacientes se mantenía la conducción con PR > RR tras la ablación de la vía lenta. La ablación efectiva había eliminado la conducción sostenida por vía lenta necesaria para el desarrollo de TRN, pese a la persistencia de doble fisiología nodal durante estimulación auricular programada en 37/81 pacientes. De esta forma, la ausencia de conducción sostenida por vía lenta durante estimulación auricular progresiva puede ser empleada para evaluar la efectividad de las aplicaciones de radiofrecuencia en pacientes con TRN sometidos a ablación de vía lenta. La ablación/modificación de la vía lenta es un procedimiento seguro y con buenos resultados en el tratamiento de la taquicardia por reentrada nodal¹⁰. Nuestros resultados señalan que la estimulación auricular progresiva puede emplearse en pacientes con doble fisiología nodal anterógrada durante la estimulación programada como un método sencillo para evaluar el efecto de las aplicaciones de radiofrecuencia. En los pacientes que no muestran doble fisiología nodal durante estimulación programada, la ausencia de conducción sostenida por vía lenta durante estimulación auricular progresiva sería el único método práctico, además de la inducción de taquicardia, para evaluar el efecto de la ablación de la vía lenta. Además, en nuestra población con TRN se observó con más frecuencia una conducción AV 1:1 con PR > RR durante estimulación progresiva que salto AH con la estimulación programada. El hecho de que la mayoría de nuestros pacientes estuvieran sedados con propofol puede justificar la baja incidencia de salto AH durante la estimulación auricular programada³. Otra posible aplicación práctica de este hallazgo estaría en los pacientes con documentación electrocardiográfica de taquicardia supraventricular con sospecha de reentrada nodal en los que sólo se documenta una doble vía nodal, sin inducción de taquicardia (o con inducción no reproducible de ésta). Para éstos se acepta como tratamiento la ablación de la vía lenta y se utiliza como objetivo la presencia durante aplicación de ritmo nodal rápido¹¹ o la completa eliminación de la vía lenta¹². Si estos pacientes presentan PR > RR durante el estudio inicial, utilizar la ausencia de este fenómeno como objetivo postablación podría ser más sencillo.

La longitud de ciclo de la TRN fue menor en pacientes con PR > RR. La estimulación auricular progresiva, al ser sostenida y con frecuencia creciente, podría promover un mayor aumento del tono simpático que la estimulación programada, lo que justificaría que la longitud de ciclo de la taquicardia inducida con este protocolo de estimulación fuera menor.

Limitaciones del estudio

En el grupo con TRN, la proporción de mujeres fue mayor que en el grupo control, pero esto es ca-

racterístico de esta arritmia¹³. No estudiamos el efecto de la estimulación autonómica (p. ej., isoprenalina) en estos hallazgos. Al haber vías preferenciales de conducción auricular hacia el nodo AV, el lugar de estimulación podría modificar estos resultados, por lo que podrían no ser aplicables a otros puntos de estimulación (p. ej., el seno coronario). La mayoría de los pacientes fueron sedados con propofol, y este fármaco podría influir en el resultado de la estimulación auricular, reduciendo la capacidad de demostrar doble fisiología nodal y la posibilidad de inducir TRN. En un estudio reciente de Heidbüchel et al³ efectuado en 344 pacientes con TRN y en que también se empleó propofol, sólo un 41% fue inducible sin isoprenalina. No hicimos una comparación prospectiva de los diversos criterios de ablación efectiva tras cada aplicación de energía, por lo que no podemos asegurar que la ausencia de conducción sostenida con PR > RR anteceda o no a la supresión de la inducción de taquicardia sostenida.

CONCLUSIONES

Con la estimulación auricular progresiva se consigue una conducción AV 1:1 estable con un intervalo PR > RR en la mayoría de los pacientes en los que se induce TRN. Este protocolo de estimulación puede emplearse como un método rápido y sencillo para evaluar el efecto de las aplicaciones de radiofrecuencia sobre la conducción por vía lenta.

BIBLIOGRAFÍA

1. Wu D, Denes P, Amat-y-Leon F, Dhingra R, Wyndham CR, Bauernfeind, et al. Clinical electrocardiographic and electrophysiological observations in patients with paroxysmal supraventricular tachycardia. *Am J Cardiol.* 1978;41:1045-51.
2. Haissaguerre M, Gaita F, Fischer B, Commenges D, Montserrat P, d'Ivernois C, et al. Elimination of atrioventricular nodal reentrant tachycardia using discrete slow potentials to guide application of radiofrequency energy. *Circulation.* 1992;85:2162-75.
3. Heidbüchel H, Jackman WM. Characterization of subforms of AV nodal reentrant tachycardia. *Europace.* 2004;6:316-29.
4. Wu D, Hung JS, Kuo CT. Determinants of sustained slow pathway conduction and relation to reentrant tachycardia in patients with dual atrioventricular nodal transmission. *Am Heart J.* 1981; 101:521-8.
5. Baker JH, Plumb VJ, Epstein AE, Kay GN. PR/RR interval ratio during rapid atrial pacing: a simple method for confirming the presence of slow AV nodal pathway conduction. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 1996;7:287-94.
6. Josephson ME. Supraventricular tachycardias. En: Josephson ME, editor. *Clinical cardiac electrophysiology: techniques and interpretations.* 3rd ed. Philadelphia: Lippincott, Williams and Wilkins; 2002. p. 169-218.
7. Kalbfleisch SJ, Strickberger SA, Williamson B, Vorperian VR, Man C, 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;23:716-23.

8. Rosen KM, Bauernfeind RA, Swiryn S, Strasberg B, Palileo EV. Dual AV nodal pathways and AV nodal reentrant paroxysmal tachycardia. *Am Heart J.* 1981;101:691-5.
9. Hummel JD, Strickberger SA, Williamson BD, Man KC, Daoud E, Niebauer M, et al. Effect of residual slow pathway function on the time course of recurrences of atrioventricular nodal reentrant tachycardia after radiofrequency ablation of the slow pathway. *Am J Cardiol.* 1995;75:62830.
10. Álvarez López M, Rodríguez Font E, García Alberola A. Registro Español de Ablación con Catéter. IV Informe Oficial de la Sección de Electrofisiología y Arritmias de la Sociedad Española de Cardiología (2004). *Rev Esp Cardiol.* 2005;58:1450-8.
11. Blomström-Lundquist C, Scheinman MM, Aliot EM, Alpert JS, Calkins H, Camm AJ, et al. ACC/AHA/ESC guidelines for the management of patients with supraventricular arrhythmias: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and the European Society of Cardiology Committee for Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol.* 2003;42:1493-531.
12. Bogun F, Knight B, Weiss R, Bahu M, Goyal R, Harvey M, et al. Slow Pathway Ablation in Patients With Documented but Noninducible Paroxysmal Supraventricular Tachycardia. *J Am Coll Cardiol.* 1996;28:1000-4.
13. Kathryn AW, Barbara JD, Melvin MS. Frequency of disabling symptoms in supraventricular tachycardia. *Am J Cardiol.* 1997;79:145-9.