

## ARTÍCULO ORIGINAL

# Estudio electrofisiológico y ablación de actividad eléctrica anormal en venas pulmonares de pacientes con fibrilación auricular paroxística idiopática

Manlio F. Márquez,\* Pedro Iturralde-Torres, Luis Colín-Lizalde,<sup>a</sup> Santiago Nava-Townsend, Eric N González-Aceves, J. Antonio G. Hermosillo, Marco A. Martínez-Ríos, Diana R. Victoria-Romero y Manuel Cárdenas

*Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez" México, D.F., México*

Recibido en su versión modificada: 29 de septiembre del 2005 —

aceptado: 11 de octubre del 2005

## RESUMEN

**Objetivo:** Informar la ablación en las venas pulmonares (VPs) en pacientes con fibrilación auricular paroxística (FAP).

**Material y métodos:** Catorce pacientes ( $38 \pm 12$  años [intervalo 8-52; 11 hombres, 3 mujeres] con FAP idiopática, sintomática y refractarios a antiarrítmicos y con estudio electrofisiológico. En 13 se encontró actividad eléctrica anormal (AEA) en VPs mediante catéteres especiales de cartografía y se realizó ablación.

**Resultados:** Se identificó AEA en VP's (13 pacientes, 86%) y en vena cava superior (un paciente, 6.6%). Un procedimiento fue suspendido por taquicardia ventricular. La ablación fue exitosa en 7 de los 12 pacientes restantes. Los cinco pacientes con ablación inicial fallida fueron llevados a un segundo procedimiento que fue exitoso en dos. En un paciente fue necesario un tercer procedimiento que resultó exitoso. Una paciente tuvo pericarditis con derrame ligero que no requirió drenaje.

**Conclusión:** La ablación de FAP es un procedimiento seguro con una tasa de éxito combinada (con y sin antiarrítmicos) en esta población y a largo plazo, del 71%.

## Palabras clave:

Fibrilación atrial, ablación con catéter, electrofisiología cardíaca, cateterismo transeptal.

## SUMMARY

**Objective:** To analyze the results of radiofrequency catheter ablation (RFCA) of the pulmonary veins (PV) in patients with paroxysmal atrial fibrillation (PAF).

**Material and methods:** We describe 14 patients ( $38 \pm 12$  years, interval 8-52; 11 men) with symptomatic PAF, refractory to antiarrhythmic drugs. Special mapping catheters were used and ablation was performed at the ostium/antrum of those veins with abnormal electrical activity (AEA).

**Results:** AEA in one or more PV was identified in 13 patients (86%); in one patient AEA was also found in the superior vena cava (6.6%). One procedure was complicated by unstable ventricular tachycardia and was not finished. Success was accomplished in 10, in 5 after the first ablation, in 4 after the second, and in one after a third procedure. One patient had pericarditis with a small pericardial effusion that did not require intervention.

**Conclusions:** RFCA is a useful and relatively safe procedure for the treatment of PAF and the only one with curative potential. The long-term rate of success (with or without antiarrhythmics) in this series was 71%. These results justify catheter ablation in selected patients with symptomatic PAF unresponsive to medical treatment.

## Key words:

Atrial fibrillation, radiofrequency catheter ablation, transseptal left-atrial catheterization.

## Introducción

La fibrilación auricular (FA) fue descrita primero por los fisiólogos quienes experimentalmente la inducían mediante la estimulación eléctrica de las aurículas.<sup>1</sup> Desde hace mucho tiempo se conoce que las extrasístoles, específicamente las auriculares, son generadoras de FA. Sir James Mackenzie escribió en 1914: "...he estudiado cientos de casos y visto iniciar esta condición bajo una variedad de circunstancias, particularmente en individuos con extrasístoles frecuentes". Sin embargo, fue apenas en el decenio pasado cuando Häissaguerre y su grupo establecieron que un foco de automatismo anormal originado en las fibras musculares localizadas en la desembocadura de las venas pulmonares (VPs) se

asociaba con la génesis y el mantenimiento de algunas formas de FA idiopática y que dicha actividad eléctrica anormal era susceptible de ablación con catéter.<sup>2</sup> Esto ha constituido un avance fundamental en el tratamiento de estos pacientes.

El objetivo del presente trabajo es describir los resultados del estudio electrofisiológico y la ablación con catéter de un grupo de pacientes con FA paroxística. Se describen las características clínicas de 14 pacientes, la frecuencia de actividad eléctrica anormal en venas torácicas (VPs, vena cava superior, vena cava inferior, vena de Marshall), incidencia de complicaciones asociadas al procedimiento y los resultados inmediatos y a largo plazo en estos pacientes tratados en el Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez".

\*Correspondencia y solicitud de sobretiros: Dr. Manlio F. Márquez. Departamento de Electrocardiología. Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez". Juan Badiano 1, Col. Sección XVI Delegación Tlalpan CP 14080, México, D.F. Tel. (5255) 5513 3740 Fax: (5255) 5573 0994. Correo electrónico: manliomarquez@yahoo.com

## Material y métodos

### Pacientes

Catorce pacientes que acudieron al Departamento de Electrocardiología del Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez" debido a FA paroxística y en los cuales se realizaron uno o más cateterismos cardíacos para el tratamiento mediante ablación de la arritmia con catéter.

### Características clínicas

La edad promedio de los 14 casos fue de  $38 \pm 12$  años, 11 fueron hombres (Cuadro I). Los criterios de selección fueron: ausencia de cardiopatía estructural, aurícula izquierda menor a 45 mm (el promedio fue 39.8 mm), con FA documentada y sintomáticos a pesar del tratamiento médico. El tiempo de evolución desde el primer episodio de FA fue en promedio de  $39.5 \pm 22$  meses. El número de antiarrítmicos utilizados previamente y en forma secuencial para el control del ritmo cardíaco fue de 2 a 4 por paciente (media  $3 \pm 1$ ). El principal síntoma referido por los pacientes fue crisis de palpitaciones, con una frecuencia de dos veces por semana y una duración promedio de 15 a 45 minutos.

### Intervenciones preoperatorias

Se realizó ecocardiograma transtorácico y transesofágico en todos los pacientes para descartar trombos intracavitarios. En 12 enfermos se realizó imagen por resonancia magnética para valorar la anatomía de las VPs, (Figura 1).

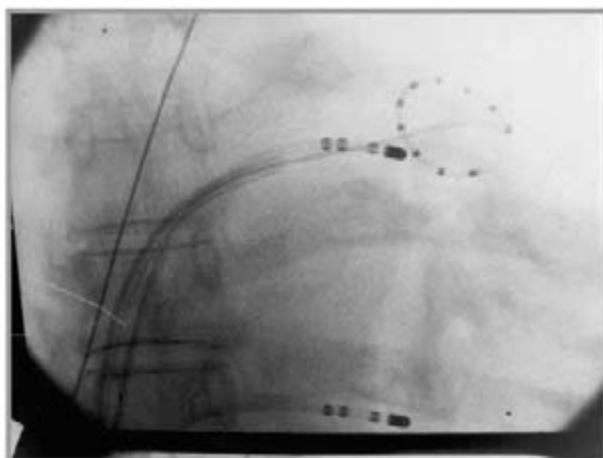


**Figura 1.** Imagen por resonancia magnética de la aurícula izquierda de un paciente donde se observan las desembocaduras de las venas pulmonares superior derecha, inferior derecha y superior izquierda. Debido al plano de corte no se aprecia la desembocadura de la vena pulmonar inferior izquierda.

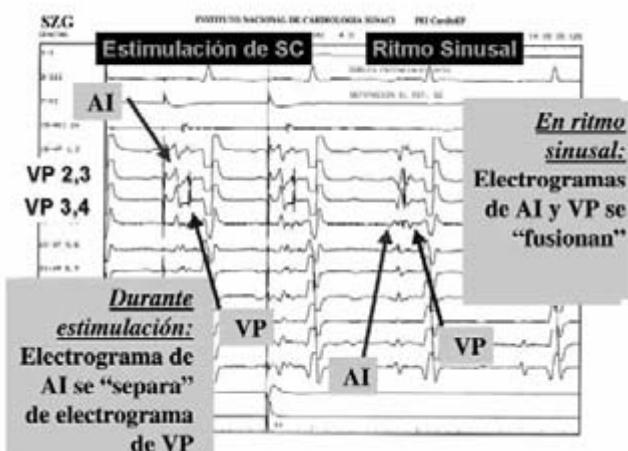
### Método transoperatorio

Se hizo un abordaje transeptal con una vaina de Mullins 8 F (Medtronic, EUA) introducida por vena femoral derecha para alcanzar la aurícula izquierda (AI) ya fuese a través de un foramen oval permeable o mediante una punción transeptal utilizando una aguja de Brockenbrough (DAIG, St Jude Medical, EUA), guiada por fluoroscopia y ultrasonido intracardíaco, tinción del septum interatrial con medio de contraste y, en los primeros casos punción de arteria femoral para situar un catéter "cola de cochino" a nivel del plano valvular aórtico como referencia para ubicar el sitio anatómico más adecuado para realizar la punción transeptal. Después de la punción se aplicaron 5000 U de heparina no fraccionada intravenosa y se inició una infusión endovenosa de 1000 U de heparina/hr. Una vez interiorizada la vaina de Mullins en la AI y previa corroboración angiográfica, se pasó una guía de Teflón 0.035" (260 cm) a través de la cual se retira la vaina y se introduce un catéter multipropósito 6F para realizar angiografía selectiva de las cuatro VPs e identificar así su posición anatómica y su desembocadura en la AI. Posteriormente se intercambió dicho catéter por un catéter de cartografía de VPs decapolar (Spiral Supreme, DAIG, St Jude Medical, EUA ó Lasso, Cordis, EUA) a través de la misma vaina de Mullins. Se colocó un catéter decapolar 7 Fr (Marinr CS, Medtronic EUA) en el seno coronario para estimular la AI. Para la ablación se utilizaron catéteres de ablación 7 Fr (Marinr MC, Medtronic, EUA) introducidos a la AI a través del orificio transeptal creado o del foramen oval. (Figura 2) Se identificó la presencia de actividad eléctrica anormal en cada una de las VPs. En aquellas venas en donde se documentó actividad eléctrica anormal (Figura 3 y Figura 4) se realizó ablación segmentaria en el ostium o antrum (región periostial) mediante radiofrecuencia controlada por potencia (30W) con una temperatura máxima de  $50^{\circ}\text{C}$  y por períodos de 20 a 30 segundos.

Un procedimiento se consideró exitoso cuando se observó la desaparición permanente de la actividad eléctrica de las VPs con la ablación (Figura 5). Se consideró éxito clínico a la ausencia de recurrencias de FA con o sin tratamiento antiarrítmico.



**Figura 2.** Imagen fluoroscópica donde se aprecian los catéteres de mapeo (en espiral) y de ablación en la desembocadura de la vena pulmonar superior izquierda de uno de los casos.



**Figura 3.** Electrogramas de los potenciales anormales (doble potencial) provenientes de la desembocadura de una de las venas pulmonares. Del lado izquierdo durante estimulación del seno coronario y a la derecha en ritmo sinusal. Se aprecia claramente la actividad eléctrica de esta vena pulmonar izquierda. De arriba hacia abajo aparecen: derivaciones D1, D3 y V1, electrogramas del dipolo distal del catéter de ablación ("Abl dx"), electrogramas del catéter decapolar en la desembocadura de la VPSI ("VP1,2" a "VP-10,9").

### Seguimiento posoperatorio

El seguimiento de los pacientes se realizó en la Clínica de Arritmias del Departamento de Electrocardiología del Instituto cada tres meses mediante electrocardiograma de superficie y monitoreo Holter. Se realizó un ecocardiograma transtorácico en los tres a 12 meses posprocedimiento para descartar estenosis hemodinámicamente significativa en las VPs.

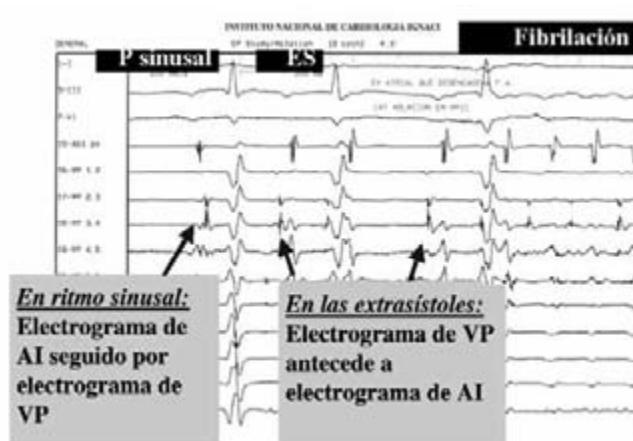
## Resultados

### Estudio electrofisiológico

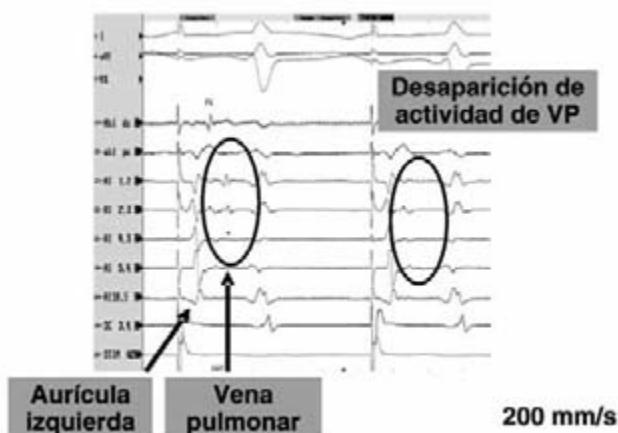
En 11 pacientes se hizo el abordaje a la AI mediante punción transeptal, y en dos pacientes a través de un foramen oval permeable, en un paciente se utilizaron los dos (punción transeptal y foramen oval). En 13 pacientes (86%) se detectó actividad eléctrica anormal en una o más VP's (3 en vena pulmonar superior izquierda VPSI, 1 en vena pulmonar inferior izquierda VPII y 1 en vena pulmonar superior derecha VPSD). En un enfermo se encontró actividad eléctrica en vena cava superior (Cuadro II), en todos los demás no se encontraron potenciales anormales en otras estructuras venosas (vena cava inferior, seno coronario, vena de Marshall).

### Ablación con catéter

Un procedimiento tuvo que ser suspendido debido a que el paciente desarrolló taquicardia ventricular con descompensación hemodinámica que requirió cardioversión eléctrica. En otro paciente no se encontró actividad ectópica en



**Figura 4.** Electrogramas en ritmo sinusal (primer latido), de dos extrasistoles auriculares (segundo y tercer latidos) provenientes de la desembocadura de una vena pulmonar. La segunda extrasístole induce una fibrilación auricular. Mismas abreviaciones que en la figura 3.



**Figura 5.** Registros en que se observa la desaparición de los potenciales anormales de una vena pulmonar después de la ablación.

estructuras venosas. En los 12 casos restantes, en los cuales se localizaron potenciales de VP, se realizó ablación con catéter mediante radiofrecuencia. Se obtuvo un éxito primario con desaparición de los potenciales anormales en 7 (53%). La duración total del procedimiento en promedio fue de 4 h, con un tiempo de fluoroscopia promedio, si se incluye el de la punción transeptal y la angiografía de las VPs, de 90 minutos.

### Resultados de la ablación

En un seguimiento a 24 meses, se observó curación total después del primer procedimiento en cinco pacientes, después de dos procedimientos en cuatro pacientes y después de tres procedimientos en un paciente, para un total de 10 pacientes (71%) (Cuadro II).

## Complicaciones

Un paciente presentó como complicación una pericarditis con derrame después del estudio electrofisiológico y que sólo requirió tratamiento médico. No se presentó otro tipo de complicaciones tempranas (incluyendo embolismo cerebral o periférico). Durante el seguimiento no se ha encontrado algún caso de estenosis pulmonar clínicamente significativa.

## Discusión

Aunque desde mucho tiempo antes se conocía la existencia de músculo dentro de las VPs, fue la posibilidad de realizar ablación en estas estructuras lo que atrajo la atención de los electrofisiólogos básicos y clínicos. Así, se ha explicado la génesis de actividad eléctrica anormal en las venas torácicas por la capacidad del músculo alrededor de la porción proximal de las VPs para generar potenciales de acción debido a corrientes iónicas activadas por estiramiento al paso de flujo sanguíneo. Se han descrito como propiedades electrofisiológicas del músculo de las VPs conducción decremental y períodos refractarios cortos en algunas VPs "arritmogénicas" lo que sugiere un mecanismo de reentrada en la génesis de esta actividad eléctrica ectópica.<sup>3,4</sup> Incluso se han identificado células especializadas de conducción (células P, transicionales y de Purkinje) dentro de las VPs humanas.<sup>5</sup> Se han identificado además otras zonas generadoras de actividad ectópica en la vena cava superior (VCS), ligamento de Marshall, y en otros sitios en las aurículas en los cuales también se puede realizar ablación.<sup>6,7</sup>

El objetivo de la denominada "ablación de VPs" consiste en eliminar la actividad eléctrica en el interior de las VPs ("ablación focal") o evitar que dicha actividad se pueda propagar hacia la AI, lo que se conoce como "aislamiento" o "pulmonary vein isolation" de la literatura anglosajona.<sup>8</sup> El método para la ablación consiste en seleccionar al paciente ideal, estudiar la anatomía (existe una gran variabilidad en la anatomía y desembocadura de las VPs)<sup>9</sup> y descartar trombos intracavitarios mediante ecocardiografía, imagen por resonancia magnética o uno y otro antes del procedimiento; un adecuado aislamiento de las VPs y un adecuado tratamiento posoperatorio para favorecer la regresión de la remodelación de las aurículas.<sup>10</sup>

El presente estudio ilustra varios de los aspectos de la ablación con catéter de la actividad eléctrica localizada en las VPs en el tratamiento de pacientes con FA paroxística. Los pacientes tenían las características necesarias para indicar la ablación debido a que no padecían una enfermedad cardiaca que favorecía la generación de FA y que continuaban con paroxismos de FA a pesar del tratamiento anti-arrítmico adecuado.

Para el acceso a la AI se realizó un abordaje transeptal en aquellos casos que no se encontró un foramen oval permeable.<sup>11</sup> La visualización de las desembocaduras de las VPs se puede hacer mediante angiografía o con ecocardiografía intracavitar (ultrasonido intracardíaco). Este último procedimiento permite localizar las desembocaduras izquierdas, lo que facilita la colocación de los catéteres. Además sirve para diagnosticar la estenosis, complicación potencial del procedimiento.<sup>12</sup>

El diagnóstico de actividad eléctrica anormal en venas pulmonares pudo documentarse mediante cartografía con-

## Cuadro I. Características demográficas

Sexo:	11 hombres
Edad (años):	38±12
Diámetro aurícula izquierda (mm):	39.8±2
Anti-arrítmicos por paciente (No.):	3±1
Tiempo de evolución (meses):	39.5±22
Síntomas principales:	Palpitaciones, lipotimia, isquemia transitoria (#)
Antecedentes:	Vía accesoria, taquicardia auricular (§), reentrada intranodal, flutter paroxístico (3 pacientes).

#: Una paciente presentó amaurosis fugax y lipotimia.

§: Dos pacientes fueron sometidos a estudio electrofisiológico previamente por una vía accesoria lateral izquierda y taquicardia atrial de origen izquierdo respectivamente.

## Cuadro II. Resultados

Pacientes sometidos a EEF:	14
Pacientes con actividad ectópica en VPs:	13
Origen actividad ectópica (Nº pacientes):	VPSI (8), VPII (3), VPSD (8), VPID (1), VCS (1)
Éxito total	10/14 (71%)
Complicaciones:	Pericarditis, un procedimiento suspendido porta taquicardia ventricular

Abreviaturas: EEF: estudio electrofisiológico; VPs: venas pulmonares; SI: superior izquierda, II: inferior izquierda; SD: superior derecha; ID: inferior derecha; VCS: vena cava superior.

vencional al introducir un catéter decapolar en los ostia de las VPs. Existen otros métodos para cartografía electroanatómica no-fluoroscópica de las mismas, como el sistema Carto (Cordis, EUA), y el sistema LocaLisa (Medtronic, EUA). La cartografía se puede realizar en ritmo sinusal o durante estimulación.<sup>13</sup> También ha sido descrita la cartografía en FA.<sup>14</sup> La presencia de dobles electrogramas localizados en las VPs de los pacientes demuestra la existencia de actividad eléctrica anormal dentro de la vena pulmonar. A esta actividad se le ha denominado "potenciales de la vena pulmonar", fenómeno claramente demostrado por el grupo de Burdeos y que sugiere que se trate de una vena pro-fibrillatoria.<sup>15</sup> Para ello, se requiere que ésta tenga actividad espontánea generadora de extrasístoles que a su vez desencadenen la fibrilación. El hecho de que los episodios de FA hayan desaparecido después de la eliminación de dicha actividad focal, confirma esta hipótesis. En 68% de los casos se encuentra actividad eléctrica anormal en más de una de las VPs.<sup>15</sup> Las probabilidades de éxito del procedimiento aumentan conforme menos VPs contengan actividad eléctrica, y además definitivamente dependen de los recursos empleados (ultrasonido intracardíaco, mapeo no fluoroscópico, catéteres deflectables, etc). El grupo de Burdeos, Francia, informa un porcentaje de éxito sin necesidad de emplear antiarrítmicos, de 66%. Este debe ser el principal objetivo del procedimiento. La estenosis posablación se ha informado en porcentajes variables, dependiendo de la técnica usada y tipo y cantidad de energía utilizada, pero va desde 2.5% hasta 12% por lo que es imperativo el control ecocardiográfico. Actualmente están desarrollándose estudios a larga escala para evaluar a la ablación de la FA como tratamiento de primera elección para los pacientes con FA.<sup>16</sup>

En conclusión, el conocimiento de los mecanismos etiopatogénicos en la FA ha llevado al desarrollo de la ablación con catéter, con mejores resultados en la FA paroxística. La ablación con catéter es posible siempre y cuando se identifique el sitio generador de la actividad ectópica que inicie y sostenga a esta arritmia. Cuando dicho sitio se encuentra en las VPs el porcentaje de éxito es mayor que cuando se encuentra en otros sitios (venas cavas, aurículas, etc.). El procedimiento cuenta actualmente con un método bien estandarizado que no se debe considerar ya como un procedimiento experimental sino como una opción terapéutica real. En esta serie se observó un porcentaje de éxito de 71% con una incidencia de complicaciones de 2.6%. Como todo procedimiento intervencionista, su uso no debe ser indiscriminado y se deben seleccionar adecuadamente

los casos para que su posible beneficio siempre sea mayor que los posibles riesgos inherentes al procedimiento.

## Referencias

- Cárdenes M. "La fibrilación auricular". PAC-EFC-1. Intersistemas, México, 1998.
- Haïssaguerre M, Jaïs P, Shah D, Takahashi A, Hocini M, Quiniou G, et al. Spontaneous initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating in the pulmonary veins. *N Eng J Med* 1998;339:659-666.
- Jaïs P, Hocini M, Macle L, Choi KJ, Deisenhofer I, Weerasooriya R, et al. Distinctive electrophysiological properties of pulmonary veins in patients with atrial fibrillation. *Circulation* 2002;106:2479-2485.
- Takahashi Y, Isaka Y, Takahashi A, Goya M, Kobayashi K, Fujiwara H, Hiraoka M. Reentrant tachycardia in pulmonary veins of patients with paroxysmal atrial fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2003;14:927-932.
- Perez-Lugones A, McMahon JT, Ratliff NB, Saliba WI, Schweikert RA, Marrouche NF, et al. Evidence of specialized conduction cells in human pulmonary veins of patients with atrial fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2003;14:803-89.
- Goya M, Ouyang F, Ernst S, Volkmer M, Antz M, Kuck KH. Electroanatomic mapping and ablation of breakthroughs from the right atrium to the superior vena cava in patients with atrial fibrillation. *Circulation* 2002;106:1317-1320.
- Iturralde P, Medeiros A, Guevara M, Kershernovich S, Varela S, Colín L. Fibrilación auricular focal tratada mediante radiofrecuencia. *Arch Inst Cardiol Méx* 2000;70:167-172.
- Jaïs P, Shah DC, Haïssaguerre M, Hocini M, Garrigue S, Clémenty J. Atrial fibrillation: role of arrhythmogenic foci. *J Interv Card Electrophysiol* 2000;4:29-37.
- Perez-Lugones A, Schwartzman PR, Schweikert R, Tchou PJ, Saliba W, Marrouche NF, et al. Three-dimensional reconstruction of pulmonary veins in patients with atrial fibrillation and controls: morphological characteristics of different veins. *Pacing Clin Electrophysiol* 2003;26(1Pt1):8-15.
- Márquez MF. Ablación con catéter del flutter atrial y de la fibrilación atrial paroxística. *Arch Cardiol Mex* 2003;73(Supl.1):S88-S92.
- Márquez MF, Colín L, Guevara-Valdivia M, Iturralde P, Castañeda R., Villavicencio R, et al. Ablación segmentaria del ostium de la vena pulmonar superior izquierda para eliminar actividad eléctrica anormal generadora de fibrilación atrial paroxística idiopática. *Arch Cardiol Mex* 2003;73(2):124-128.
- Saad EB, Cole CR, Marrouche NF, Dresing TJ, Perez-Lugones A, Saliba WI, et al. Use of intracardiac echocardiography for prediction of chronic pulmonary vein stenosis after ablation of atrial fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2002;13:986-989.
- Hocini M, Shah DC, Jaïs P, Haïssaguerre M, Peng JT, Yamane T, et al. Concealed left pulmonary vein potentials unmasks by left atrial stimulation. *Pacing Clin Electrophysiol* 2000;23(Pt.II):1832-1835.
- Macle L, Jaïs P, Scavée C, Weerasooriya R, Shah DC, Hocini M, et al. Electrophysiologically guided pulmonary vein isolation during sustained atrial fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2003;14:255-260.
- Haïssaguerre M, Jaïs P, Shah DC, Lavergne T, Hocini M, Takahashi A, et al. Catheter ablation of paroxysmal atrial fibrillation: results in 234. En: Huang SKS, Wilber DJ (eds). Radiofrequency catheter ablation of cardiac arrhythmias: Basic concepts and clinical applications. 2a ed. Armonk, NY: Futura Publishing Co, Inc. 2000;p.305-25.
- Wazni OM, Marrouche NF, Martin DO, et al. Radiofrequency ablation vs antiarrhythmic drugs as first-line treatment of symptomatic atrial fibrillation: a randomised trial. *JAMA* 2005;293:2634-2640.