

Aislamiento de las venas pulmonares como tratamiento de la fibrilación auricular

Pulmonary Vein Isolation for Treatment of Atrial Fibrillation

FERNANDO A. SCAZZUSO^{MTSAC}, SANTIAGO RIVERA[†], VICTORIA SAMMARTINO, GASTÓN ALBINA^{MTSAC}, RUBÉN LAIÑO^{MTSAC}, ALBERTO GINIGER^{MTSAC}

Recibido: 25/01/2011
Aceptado: 18/04/2011

Dirección para separatas:
Dr. Fernando A. Scazzuso
Instituto Cardiovascular de Buenos Aires
Blanco Encalada 1543
(C1428DCO) Buenos Aires, Argentina
Tel. (011) 4787-7500 int. 3113
e-mail: fscazzuso@icba-cardiovascular.com.ar

RESUMEN

Entre marzo de 2009 y diciembre de 2010 se realizaron en forma consecutiva 94 procedimientos de aislamiento de las venas pulmonares como tratamiento de la fibrilación auricular paroxística y persistente, que constituyen la experiencia inicial del Instituto Cardiovascular de Buenos Aires y cuya casuística actual asciende a aproximadamente 180 por año. Nuestra población estuvo constituida mayoritariamente por hombres, con una edad promedio de 55 años. El 71,9% de la población no tenía antecedentes de enfermedad cardiovascular. La forma de presentación fue paroxística en el 65,3% de los casos, con una historia de arritmia de 7 años en promedio y habiendo cumplido tratamiento con tres fármacos antiarrítmicos diferentes que no incluían betabloqueantes ni bloqueantes cálcicos. El número de episodios de fibrilación auricular fue en promedio de 6 por año. La tasa de éxito durante el procedimiento fue del 97,87%. La tasa de éxito primario a los 12 meses fue del 84,04%, del 88,32% para el grupo sin cardiopatía y del 64,8% para el grupo con cardiopatía. El seguimiento promedio fue de 18 ± 6 meses. En nuestra experiencia, el aislamiento de las venas pulmonares es una modalidad de tratamiento con una aceptable tasa de éxito primario en casos muy selectos.

REV ARGENT CARDIOL 2012;80:21-26.

Palabras clave > Fibrilación auricular - Ablación - Arritmias

Abreviaturas > FA Fibrilación auricular RIN Razón internacional normalizada

INTRODUCCIÓN

En este trabajo se presenta la experiencia inicial en el tratamiento de la fibrilación auricular (FA) mediante aislamiento por radiofrecuencia de las venas pulmonares realizada en la Argentina en el Instituto Cardiovascular de Buenos Aires (ICBA), cuyo servicio se encuentra conformado por tres electrofisiólogos y un *fellow*. En la actualidad el número de procedimientos para el tratamiento por radiofrecuencia de las arritmias asciende, en promedio, a 260 por año.

Se analizaron 94 procedimientos consecutivos de aislamiento de las venas pulmonares llevados a cabo entre marzo de 2009 y diciembre de 2010 como tratamiento de la FA paroxística o persistente. En todos los casos, los pacientes fueron derivados por el médico de cabecera y evaluados en nuestra clínica antes de su inclusión en el estudio para el análisis de cada caso en particular.

MATERIAL Y MÉTODOS

Luego de la evaluación clínica se determinó si los pacientes cumplían con los criterios de inclusión o si presentaban criterios de exclusión (Tabla 1).

Nuestra población global (Tabla 2) estuvo constituida mayoritariamente por hombres, con una edad promedio de $55,58 \pm 10,53$ años. El 71,9% no presentaba antecedentes de enfermedad cardiovascular. El 28,1% tenía antecedentes de hipertensión arterial, diabetes, dislipidemia o cardiopatía isquémica. Sólo el 4,25% presentaba disfunción ventricular izquierda grave y el 10,63% restante, valvulopatía (distinta de prolapso de la válvula mitral) o antecedente de cirugía de revascularización miocárdica. Con dependencia de la existencia o no de cardiopatía, la población se dividió en dos grupos: FA aislada o FA con cardiopatía. A su vez, de acuerdo con la forma de presentación, la arritmia se clasificó en paroxística (episodios autolimitados de arritmia) y persistente (pacientes con episodios sostenidos a los que se les debía practicar alguna forma de cardioversión para el retorno a ritmo sinusal). Si los pacientes presentaban episodios de ambas características, se clasificaban acorde al tipo de episodio más frecuente. La forma

de presentación fue paroxística en el 65,3% de los pacientes con una historia de arritmia de 7 años en promedio, habiendo cumplido tratamiento con tres fármacos antiarrítmicos diferentes que no incluían betabloqueantes ni bloqueantes cálcicos, ya que su efecto antiarrítmico es muy limitado y sólo se utilizaba para el control de la respuesta frente a los episodios recurrentes de FA; es decir, utilizamos un criterio de recurrencia arrítmica bien específico. Cabe destacar que el 84,5% de la población estaba o estuvo en tratamiento con amiodarona. El número de episodios FA fue en promedio de 6 por año.

Como evaluación preoperatoria se exigían tres determinaciones de RIN (razón internacional normatizada) consecutivas, con un intervalo de una semana cada una, en rango terapéutico (RIN 2-3) durante el tratamiento con warfarina o acenocumarol. Las características de la población se resumen en la Tabla 3.

Se destacan la mayor presencia de FA paroxística en el grupo de FA aislada en comparación con el grupo FA con cardiopatía, en el que la forma de presentación más frecuente fue la persistente, así como la presencia de mayor tamaño de la aurícula izquierda y fracción de eyección menor en este grupo. El porcentaje de sexo femenino fue más elevado.

En todos los casos se realizaba una ecografía transesofágica en el momento de la admisión para verificar la ausencia de trombos y una tomografía computarizada de alta resolución (multicorte-64) dentro de las 48 horas previas al procedimiento para identificar la anatomía de las venas pulmonares (venas ausentes, supernumerarias o venas con *ostium* común) y otras estructuras esenciales en el momento de la ablación (cresta, orejuela, techo e istmo izquierdo, reconstrucción tridimensional del esófago). La presencia de contraste espontáneo no constituía una contraindicación para la realización del procedimiento. En todos los pacientes se suspendía el tratamiento anticoagulante dos días antes del procedimiento y se reemplazaba por heparina de bajo peso molecular.

El procedimiento se realizaba bajo anestesia general y se instalaba una línea arterial invasiva para monitorización permanente.

Luego de antisepsia cutánea y con técnica de Seldinger modificada se realizaron las punciones de las dos venas femorales. Se posicionó un catéter decapolar en el seno coronario y un catéter cuadripolar en la región tricuspídea para el registro del electrograma del haz de His. Asimismo,

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Recurrencia de la FAP bajo tratamiento con dos drogas diferentes (grupo I-III)	Contraindicación para anticoagulación
No haber recibido betabloqueantes ni bloqueantes cálcicos	Valvulopatía (salvo prolapso mitral)
Haber recibido amiodarona	Aurícula izquierda mayor de 55 mm
Intolerancia al tratamiento antiarrítmico	Trombo en la orejuela izquierda
Edad entre 18 y 75 años	
Haber firmado el consentimiento informado	

Tabla 1. Selección de pacientes

	Población total (n = 94)	FA aislada (n = 77)	FA cardiopatía (n = 17)	p
Edad	55 ± 10	55 ± 10	56 ± 11	0,7
Mujeres (%)	15 (15,95%)	11 (14,28%)	4 (23,5%)	0,05
FA paroxística	62 (65,95%)	57 (74,02%)	5 (29,41%)	0,001
FA persistente	32 (34,05%)	20 (25,95%)	12 (70,58%)	0,001
AI (cm)	4,5 ± 2,0	4,5 ± 0,2	4,7 ± 1,8	0,006
Fey (%)	55 ± 4	58 ± 4	49 ± 12	0,001
AA (n)	3	3	3	0,6
Antigüedad (años)	6.4 ± 6	6 ± 4	7 ± 7	0,6

* Las diferencias se establecen entre los grupos de FA sin cardiopatía y con cardiopatía.

Tabla 2. Características clínicas de la población*

	Éxito n (%)	Recurrencia n (%)	Reintervenciones n (%)	Total
FA aislada	68 (88,3)	9 (11,6)	7 (9,0)	77
FA cardiopatía	11 (64,8)	6 (35,2)	5 (29,4)	17
Total	79 (84,0)	15 (15,9)	12 (12,8)	94

Tabla 3. Resultados

se realizaron dos punciones transeptales bajo control radioscópico en proyección oblicua anterior izquierda. Se realizó control de la presión intracavitaria continuo a través de la aguja de Brokenbrough para guiar el procedimiento, luego de lo cual se posicionaron dos introductores preformados largos (St. Jude Medical) tipos SL1 y SL2. A continuación se avanzó por los introductores un catéter Lasso y un catéter irrigado de ablación Thermo-cool® (Biosense) para la aplicación de la energía por radiofrecuencia. La reconstrucción anatómica se realizó con el catéter circular tipo Lasso para la adquisición de múltiples puntos de manera simultánea y para las venas pulmonares se utilizó el catéter de ablación para determinar el *ostium* y la porción antral de la vena. Se mantuvo una anticoagulación con niveles de tiempo de coagulación activado entre 250 y 350 durante todo el procedimiento.

Para la reconstrucción de la anatomía y la realización de la cartografía, en todos los casos se utilizó un sistema de mapeo no fluoroscópico marca EnSite (St. Jude Medical Inc.) modelo NaVx versión 7.0.

Con un catéter circular duodecapolar Optima (St. Jude Medical Inc) se obtuvo el registro de la actividad eléctrica de cada vena pulmonar. Si se identificaban potenciales en más de una de las venas pulmonares, se comenzaba el tratamiento por la vena pulmonar superior izquierda, luego inferior izquierda y finalmente se realizaba la misma secuencia del lado derecho. Se aplicaba energía por radiofrecuencia con una potencia de 35-40 W en el aspecto anterior y de 30 W en la vertiente posterior de cada vena. Las lesiones se aplicaron en el aspecto antral y no ostial de las venas. En cada paciente se analizó la morfología del electrograma registrado por el catéter de ablación antes y durante la lesión (electrograma de alta frecuencia y fraccionado). Se utilizó como criterio de lesión exitosa la disminución en la amplitud del electrograma de al menos el 75% o su desaparición. Se monitorizó de manera continua la impedancia durante la lesión para asegurar la posición del catéter en su aspecto antral y evitar lesiones dentro de la vena pulmonar. Se verificó la secuencia de activación en el *ostium* de la vena pulmonar para determinar el patrón de activación de ésta antes de iniciar el aislamiento de la vena pulmonar (Figura 1). Si durante la aplicación de la

radiofrecuencia el patrón de conducción se modificaba, se comenzaba una nueva aplicación en la región de mayor precocidad registrada por el catéter Lasso. Una vez finalizado el proceso de aislamiento de las venas, a los 30 minutos se controlaba la persistencia del bloqueo en cada vena y si era necesario se completaba el aislamiento con lesiones de consolidación hasta completar la línea de bloqueo en su vertiente antral. Se utilizaron todas las técnicas conocidas para discriminar la activación eléctrica local o lejana. En todos los casos el procedimiento se completó con una línea en el istmo cavotricuspídeo hasta obtener un bloqueo bidireccional. En los pacientes con FA persistente se realizaba además una línea de bloqueo en el istmo izquierdo y en el techo de la aurícula izquierda. Se completaba el tratamiento con la eliminación de los electrogramas auriculares fraccionados complejos.

Finalmente, se retiraban los catéteres y las vainas y se realizaba la hemostasia por compresión de los sitios de punción. Se efectuó una evaluación neurológica en el laboratorio de electrofisiología luego del despertar de la anestesia y a las 24 horas. El mismo día del procedimiento el paciente reiniciaba el tratamiento con warfarina hasta la obtención de una RIN de entre 2 y 3 y era dado de alta al día siguiente luego de realizar una ecografía cardíaca para verificar la ausencia de derrame pericárdico. Se continuó, asimismo, con el mismo tratamiento antiarrítmico durante tres meses, si no mediaba ninguna contraindicación.

El seguimiento consistía en una entrevista a los 3, 6, 9, 12 meses con registro Holter de 24 horas. A partir del tercer mes se suspendía el tratamiento anticoagulante y antiarrítmico. Si el paciente refería palpitations durante el seguimiento, concurría al servicio de urgencia para su evaluación y se le realizaban los estudios pertinentes. Si se confirmaba una recurrencia a partir del tercer mes, en todos los casos se programaba un segundo procedimiento, ya sea para el tratamiento de la FA o de arritmias auriculares no documentadas antes del primer procedimiento (aleteo atípico, taquicardia auricular, aleteo dependiente del istmo).

Análisis estadístico

Los resultados se expresan en términos de media \pm desviación estándar o porcentaje de pacientes. La eficacia del procedimiento se evaluó como éxito, ausencia de arritmia y fracaso, recurrencia de la FA sintomática o asintomática.

Las variables discretas se analizaron con la prueba de Fisher ($\alpha = 0,05$).

RESULTADOS

Se compararon los resultados obtenidos entre los dos grupos. En la Tabla 4 se detallan los resultados obtenidos en 94 pacientes con un seguimiento de 18 ± 6 meses. Se obtuvo el aislamiento de las venas pulmonares en el 97,87% de los casos; la mayor dificultad se encontró con el aislamiento de la vena pulmonar inferior derecha. El tiempo medio para el aislamiento de cada vena fue de 20 minutos en promedio. El tiempo total de fluoroscopia fue de 23 ± 10 minutos y la duración total del procedimiento fue de $3,2 \pm 0,5$ horas en promedio. No se registraron complicaciones mayores como muerte o fístula auriculoesofágica o estenosis de la vena pulmonar. No se observó ningún caso con fístula auriculoesofágica como fuera comunicado en las pri-

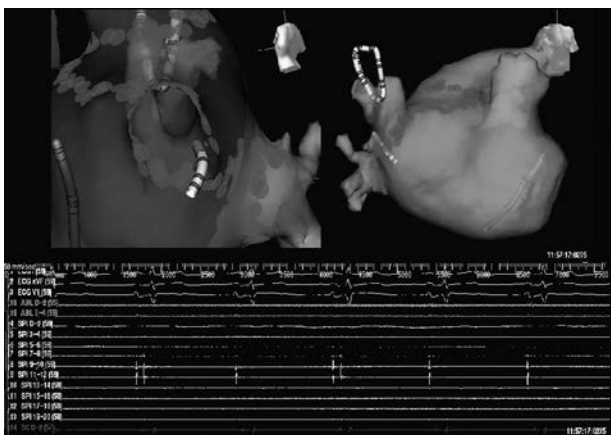


Fig. 1. Aislamiento de la vena superior derecha durante la aplicación de una lesión. Obsérvese el patrón de conducción 2:1 previo al aislamiento.

Tabla 4. Complicaciones

	FA aislada (n = 77)	FA cardiopatía (n = 17)
ACV	0	0
AIT	2	1
Taponamiento	3	1
Estenosis VP	0	0
CCV (urg)	0	0
Fístula	0	0
Hematoma	4	3

meras series, probablemente debido a que la potencia y la temperatura utilizadas fue de 40 W y 50 °C en la cara anterior a 30 W y 50 °C en la cara posterior de la vena para evitar la lesión de los tejidos aledaños. Otra diferencia significativa de nuestro procedimiento con la técnica del aislamiento circunferencial de las venas pulmonares (técnica desarrollada por el Dr. Pappone en Milán) es que se evita la superposición de líneas, causa principal de esta complicación como fuera referido por estos autores. (1)

Las complicaciones se resumen en la Tabla 4. De los cuatro casos con taponamiento, ninguno requirió tratamiento quirúrgico y fueron tratados con drenaje pericárdico y control de la hemostasia (reversión intraoperatoria con protamina). Los procedimientos en estos pacientes se pudieron continuar sin dificultad. En todos ellos se determinó que las perforaciones fueron consecuencia de las punciones transeptales. Esta complicación se produjo en pacientes con aurícula izquierda de tamaño más pequeño. Los dos casos de isquemia cerebral aguda transitoria fueron evaluados y tratados por el servicio de neurología y en ninguno de ellos se observaron secuelas. No hubo casos de estenosis pulmonar sintomática. La presencia de esta complicación se evaluó clínicamente en todos los pacientes.

El 15,95% de los pacientes presentaron FA recurrente después del tercer mes de seguimiento, con una diferencia significativa entre el grupo con cardiopatía y el grupo sin cardiopatía (11,68% vs. 35,2%).

En los pacientes en los que se realizó un segundo procedimiento, el hallazgo más frecuente fue la reconexión de al menos dos venas pulmonares. Asimismo, el sitio más frecuente del *gap* fue la región entre la orejuela izquierda y la vertiente anterior de la vena pulmonar superior izquierda, donde el catéter de ablación pierde estabilidad y su contacto es menos estable debido a la presencia de una cresta entre ambas estructuras. En ningún caso se realizó ablación del istmo izquierdo o del techo de la aurícula, salvo que el aislamiento de las venas estuviera presente, sin que la causa de la recurrencia pudiera atribuirse a

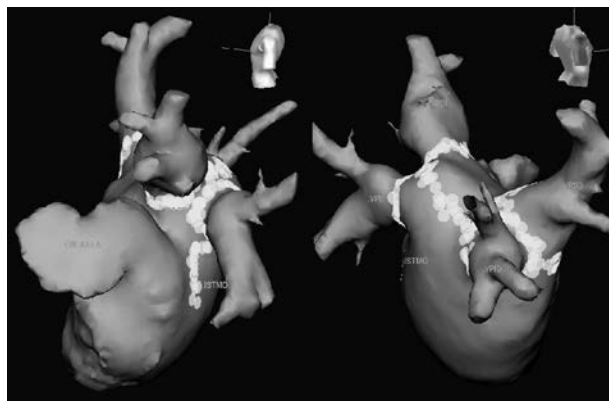


Fig. 2. Aspecto de las lesiones en un caso recurrente en el que se agregaron líneas de bloqueo en el techo y en el istmo izquierdo.

una probable reconexión (Figura 2). En el caso de FA persistente se realizó un mapa de activación para la identificación de potenciales auriculares fraccionados y se procedía a su eliminación mediante la aplicación de radiofrecuencia.

La tasa de éxito primario a los 12 meses fue del 84,04%, del 88,32% para el grupo sin cardiopatía y del 64,8% para el grupo con cardiopatía. El análisis de otras variables, como clase funcional, remodelación de la aurícula izquierda, tasa de recurrencia, etc., no se realizó.

Nueve de los 15 pacientes que presentaron recurrencia al final del seguimiento requirieron tratamiento antiarrítmico con drogas de los grupos I o III. El resto de los pacientes fueron medicados con betabloqueantes para control de la respuesta ventricular durante los episodios y en todos los casos se continuó con la anticoagulación oral. El hallazgo más frecuente fue la presencia de FA paroxística y aleteo auricular atípico. Otro hallazgo interesante fue que más del 50% de los episodios fueron asintomáticos.

DISCUSIÓN

La FA es la arritmia sostenida más común. (2) En algunos pacientes causa una pérdida considerable de la calidad de vida, conlleva un alto porcentaje de comorbilidad y es de difícil tratamiento. (3-5) En nuestra experiencia, el aislamiento de las venas pulmonares es una técnica realizable en casos muy selectos con una aceptable tasa de éxito. La ablación de la FA es un procedimiento bien diferente de los procedimientos de ablación por radiofrecuencia de otras arritmias. En el aislamiento de las venas pulmonares, (1, 6, 7) los criterios electrofisiológicos utilizados no son los estándares (8) y donde la anatomía desempeña un papel fundamental; (9) es un procedimiento largo, muchas veces difícil y con una tasa alta de recurrencia si, una vez más, lo comparamos con las ablaciones de arritmias supraventriculares. No contamos aún con puntos finales estandarizados

inmediatos y sólo la evolución del paciente, (10) a partir del tercer mes, (11) determina el resultado definitivo del procedimiento. Muchos factores, como el edema y la remodelación entre otros, ocupan un lugar importante en la recurrencia inmediata que no se relaciona con la presencia de la arritmia a largo plazo. Desde la primera publicación del Dr. Haissaguerre, (12) la técnica ha evolucionado favorablemente y hoy podemos constatar una incidencia baja de complicaciones, gracias a la utilización de nuevas tecnologías, (13) como el catéter irrigado, (14, 15) la reconstrucción tridimensional, (16) la utilización de la tomografía (17) de alta resolución y la aplicación de lesiones no ostiales. Evidentemente, como en toda nueva técnica, hay una curva de aprendizaje que pasar y no sólo se requiere un operador, sino un equipo altamente entrenado, como surge de la base de datos mundial que muestra los mejores resultados en los centros que practican entre 90 y 120 procedimientos anuales. (18) Nuestros resultados fueron similares a los de estos centros. El constante desarrollo tecnológico promete mejorar los resultados y disminuir la complejidad del procedimiento. Recientemente, la comunidad europea modificó la guía de tratamiento de la FA priorizando el tratamiento por radiofrecuencia frente al tratamiento con amiodarona en el grupo de pacientes con FA paroxística, un cambio de gran importancia en nuestro medio profesional, que posee una fuerte cultura en la utilización de este antiarrítmico. Nuestra experiencia en un centro de amplia experiencia y complejidad también corrobora estos buenos resultados en casos seleccionados.

CONCLUSIONES

En nuestra experiencia, el aislamiento de las venas pulmonares es una modalidad de tratamiento con una aceptable tasa de éxito primario en casos muy selectos y en centros de gran experiencia y complejidad.

ADENDUM

Desde la presentación del artículo "Aislamiento de las venas pulmonares como tratamiento de la fibrilación auricular" para su aceptación en la RAC a hasta el momento de su publicación en la misma ha transcurrido un año. Actualmente nuestra casuística asciende a 260 casos con igual tasa de éxito, aunque en relación a las complicaciones estas han disminuido al 5.55%, valor francamente inferior al reportado originalmente.

SUMMARY

Pulmonary Vein Isolation for Treatment of Atrial Fibrillation

Between March 2009 and December 2010, 94 consecutive procedures of pulmonary vein isolation were performed for treatment of paroxysmal and persistent atrial fibrillation.

These interventions constitute the initial experience of the *Instituto Cardiovascular de Buenos Aires*, where 260 procedures are currently performed each year.

Our population consisted mainly of men with an average age of 55.58 years; 71.9% had no history of cardiovascular disease. Paroxysmal atrial fibrillation occurred in 65.3% of cases over an average of 7 years. All patients had received three different antiarrhythmic agents excluding beta blockers or calcium channel antagonists. The average number of episodes of atrial fibrillation was 6 per year.

The success rate during the procedure was 97.87%. The primary success rate at 12 months was 84.04%, 88.32% for the group without heart disease and 64.8% for the group with heart disease. Mean follow-up was 18±6 months. In our experience, pulmonary vein isolation is a treatment strategy for very selective cases with an acceptable primary success rate.

Key words > Atrial Fibrillation - Ablation - Arrhythmias

BIBLIOGRAFÍA

- Haissaguerre M, Jaïs P, Shah DC, Arentz T, Kalusche D, Takahashi A, et al. Catheter ablation of chronic atrial fibrillation targeting the reinitiating triggers. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2000;11:2-10.
- Camm AJ, Obel OA. Epidemiology and mechanism of atrial fibrillation and atrial flutter. *Am J Cardiol* 1996;78:3-11.
- Benjamin EJ, Wolf PA, D'Agostino RB, Silbershatz H, Kannel WB, Levy D. Impact of atrial fibrillation on the risk of death: the Framingham Heart Study. *Circulation* 1998;98:946-52.
- Connolly SJ. Preventing stroke in atrial fibrillation: why are so many eligible patients not receiving anticoagulant therapy? *Canadian Medical Association Journal* 1999;161:533-4.
- Wolf PA, Mitchell JB, Baker CS, Kannel WB, D'Agostino RB. Impact of atrial fibrillation on mortality, stroke, and medical costs. *Arch Intern Med* 1998;158:229-34.
- Camm AJ, Kirchhof P, Lip GY, Schotten U, Savelieva I, Ernst S, et al. Guidelines for the management of atrial fibrillation of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J* 2010;31:2369-429.
- Oral H, Knight BP, Tada H, Ozaydin M, Chugh A, Hassan S, et al. Pulmonary vein isolation for paroxysmal and persistent atrial fibrillation. *Circulation* 2002;105:1077-81.
- Haissaguerre M, Jaïs P, Shah DC, Garrigue S, Takahashi A, Lavergne T, et al. Electrophysiological end point for catheter ablation of atrial fibrillation initiated from multiple pulmonary venous foci. *Circulation* 2000;101:1409-17.
- Haissaguerre M, Shah DC, Jaïs P, Hocini M, Yamane T, Deisenhofer I, et al. Electrophysiological breakthroughs from the left atrium to the pulmonary veins. *Circulation* 2000;102:2463-5.
- Gerstenfeld EP, Guerra P, Sparks PB, Hattori K, Lesh MD. Clinical outcome after radiofrequency catheter ablation of focal atrial fibrillation triggers. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2001;12:900-8.
- Saliba W, Martin DO, Schweiker R. Early atrial fibrillation recurrence post pulmonary vein isolation: Should we intervene? *Circulation* 2002;106:541.
- Haissaguerre 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 Engl J Med* 1998;339:659-66.
- Natale A, Pisano E, Shewchik J, Bash D, Fanelli R, Potenza D, et al. First human experience with pulmonary vein isolation using a through the balloon circumferential ultrasound ablation system for recurrent atrial fibrillation. *Circulation* 2000;102:1879-82.

14. Matiello M, Mont L, Tamborero D, Berruezo A, Benito B, Gonzalez E, et al. Cooled-tip vs. 8 mm-tip catheter for circumferential pulmonary vein ablation: comparison of efficacy, safety, and lesion extension. *Europace* 2008;10:955-60.
15. Kalman JM, Fitzpatrick AP, Olgin JE, Chin MC, Lee RJ, Scheinman MM, et al. Biophysical characteristics of radiofrequency lesion formation in vivo: dynamics of catheter tip-tissue contact evaluated by intracardiac echocardiography. *Am Heart J* 1997;133:8-18.
16. Pappone C, Oreto G, Lamberti F, Vicedomini G, Loricchio ML, Shpun S, et al. Catheter ablation of paroxysmal atrial fibrillation using a 3D mapping system. *Circulation* 1999;100:1203-8.
17. Piorkowski C, Kircher S, Arya A, Gaspar T, Esato M, Riahi S, et al. Computed tomography model-based treatment of atrial fibrillation and atrial macro-re-entrant tachycardia. *Europace* 2008;10:939-48.
18. Cappato R, Calkins H, Chen SA, Davies W, Iesaka Y, Kalman J, et al. Updated Worldwide Survey on the Methods, Efficacy, and Safety on Catheter Ablation for Human Atrial Fibrillation. *Circulation: Arrhythmia and Electrophysiology*. 2010;3:32-8.