

## Artículo Original

# Utilidad de la resonancia magnética en el análisis de la anatomía de las venas pulmonares en pacientes con fibrilación auricular en plan de ablación por radiofrecuencia

## Usefulness of magnetic resonance in the analysis of the anatomy of the pulmonary veins in patients with atrial fibrillation waiting for radiofrequency ablation

Verónica D Celorrio, Leonardo F Atea, Damián E Rabbat, Melisa E Bardales, Eduardo Conci, Leonardo Gutiérrez, Carlos Balestrini, José P Sala, Marcelo H Coll

Instituto Modelo de Cardiología de Córdoba. Córdoba, Argentina.

### INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recibido el 29 de Septiembre de 2018  
Aceptado después de revisión  
el 29 de Noviembre de 2018

[www.revistafac.org.ar](http://www.revistafac.org.ar)

Los autores declaran no tener  
conflicto de intereses

### Palabras clave:

Fibrilación auricular.  
Ablación de venas pulmonares.  
Resonancia magnética.

### Keywords:

Atrial fibrillation.  
Pulmonary veins ablation.  
Magnetic resonance.

### RESUMEN

La ablación del antro de las venas pulmonares (VP) se ha convertido en el tratamiento de elección en pacientes con fibrilación auricular (FA) sintomática refractaria a fármacos. **Objetivo:** determinar la utilidad de la Resonancia Magnética (RM) de la aurícula izquierda y venas pulmonares como parámetro anatómico de referencia para los sistemas de navegación en pacientes en plan de ablación por radiofrecuencia (RF) de FA.

**Material y Métodos:** estudio retrospectivo tipo caso control en el que se incluyeron 91 pacientes consecutivos con diagnóstico de FA en plan de ablación por RF entre julio de 2014 y Diciembre de 2017. La población en estudio tenía una edad promedio de 58.2 años (rango: 21-82 años), y el 72.5% del total era de sexo masculino. Se compararon las imágenes obtenidas por RM y el sistema de navegación En Site. Fueron excluidos quienes presentaban trombo en orejuela izquierda.

**Resultados:** nuestra población en estudio presentaba un patrón de cuatro VP como característica anatómica más frecuente. Las variantes anatómicas halladas fueron VP supernumerarias, todas con un vaso intermedio con su desembocadura en el lado derecho, y con menor frecuencia un tronco común en todos los casos izquierdo. El análisis anatómico de las VP por RM presentó una concordancia sustancial con el sistema de navegación EnSite para facilitar la planificación de la ablación por radiofrecuencia.

**Conclusiones:** la RM es una herramienta sencilla, eficiente y segura para el estudio anatómico preciso de aurícula izquierda (AI) y VP, por lo que su integración con sistemas de mapeo debería extenderse.

### Usefulness of magnetic resonance in the analysis of the anatomy of the pulmonary veins in patients with atrial fibrillation waiting for radiofrequency ablation.

### ABSTRACT

Nowadays, pulmonary veins (PV) ablation in patients with symptomatic drugs refractory atrial fibrillation (AF) has become the treatment of choice. **Objective:** To determine the usefulness of Magnetic Resonance (MR) of left atrial and pulmonary veins as reference anatomic parameter for navigation systems in patients who are going to be submitted to AF radiofrequency ablation.

**Material and Methods:** This is a retrospective case control study, which included 91 consecutive patients with AF diagnosis waiting for ablation between July 2014 and December 2017. The studied population was a mean 58.2 years old (range: 21-82 years old), and 72.5% were men. MR and the EnSite navigation system imaging were compared. Patients with the presence of left atrial/appendage clot were excluded.

**Results:** Our studied population presented more frequently an anatomic pattern of four PV. Supernumerary PV was the anatomic variant found in the majority of cases, with all patients showing a right intermediate vein. The common branch/ostium was the less usual variant,

and it was left sided in all cases. The MR pulmonary veins anatomic analysis showed a substantial concordance with the EnSite navigation system, making the radiofrequency ablation planning easier.

**Conclusions:** MR is an efficient, safe and simple tool which is highly precise in the evaluation of the anatomy of the left atrium and the PVs, so that its integration to navigation systems should be disseminated.

## INTRODUCCIÓN

La ablación de la fibrilación auricular (FA) es el tratamiento de elección para aquellos pacientes que permanecen sintomáticos no obstante el tratamiento farmacológico antiarrítmico<sup>1,2</sup>. El objetivo principal en la ablación de la FA es lograr el aislamiento eléctrico completo de las venas pulmonares (VP).

El patrón típico anatómico de las VP es la presencia de cuatro vasos de drenaje independiente en la AI, dos derechas y dos izquierdas. Existen variantes anatómicas normales de drenaje venoso hacia la AI que han sido demostrados por diferentes estudios<sup>3,4</sup>.

La resonancia magnética (RM) proporciona imágenes con una gran resolución témporo-espacial, siendo un método de imagen de gran utilidad para realizar el estudio anatómico y morfométrico de las VP y de la aurícula izquierda (AI) y, además, aporta información sobre la existencia trombos intracavitarios, los cuales suelen alojarse con mayor frecuencia en orejuela izquierda en esta patología.

El objetivo del presente estudio es determinar la utilidad de la RM de AI y VP como parámetro anatómico de referencia para los sistemas de navegación en pacientes en plan de ablación de FA.

## MATERIALES Y METODOS

### • POBLACION

Se trata de un trabajo retrospectivo observacional de tipo caso control, en el cual se estudiaron 91 pacientes consecutivos con diagnóstico de FA refractaria a tratamiento farmacológico en plan de ablación por radiofrecuencia (RF). El 92.9% fue estudiado con RM dentro de las 48 hs previas al procedimiento, en un periodo de tiempo comprendido entre Julio del 2014 a diciembre del 2017.

### • RESONANCIA MAGNETICA

Se evaluó la anatomía de AI, VP y sus variantes anatómicas con RM. Se utilizó un resonador de 1.5 TESLA (SIEMENS MAGNETOM ESSENZA) para la realización de angioRM de tórax, en algunos casos asociada a RM cardíaca, con bobina específica de dieciseis canales, sincronización electrocardiográfica y respiratoria. Los estudios eran realizados con la obtención de las imágenes durante las apneas solicitadas al paciente. Las secuencias utilizadas en el protocolo de angio RM fueron T2 TRUFI y T1 sangre negra en planos coronal, sagital y axial, axial T1 VIBE sin contraste, secuencias de angioRM con contraste paramagnético en plano coronal en fase arterial y venosa de 1 mm de espesor con posterior reconstrucción MIP isotrópica axial y coronal de

aurícula izquierda y venas pulmonares, realizando reconstrucciones 3D y secuencia final axial T1 VIBE con contraste. Las RM cardíacas comprendían secuencias axiales morfológicas T1-T2 a nivel del área cardíaca y troncos supraaórticos, secuencias de cineRM en ejes cardíacos longitudinales de dos cámaras, cuatro cámaras y tres cámaras, eje corto, velocimetrías de flujo, y secuencias de realce tardío.

Las reconstrucciones MIP isotrópicas axiales y coronales de la RM se transfirieron al sistema de mapeo electroanatómico tridimensional EnSite, obteniéndose una reconstrucción 3D de la AI y de la porción proximal de las VP.

### • ABLACION POR RADIOFRECUENCIA

El procedimiento de ablación por RF fue realizado bajo anestesia general. Se realizó punción venosa femoral derecha con técnica de Seldinger modificada, introduciéndose tres catéteres, uno cuadripolar para seno coronario y a través de punción transeptal guiada con contraste se avanzó a la AI un catéter circular duodecapolar para registro de actividad de las VP y un catéter de 4 mm de punta irrigada para mapeo y ablación.

Mediante el sistema de navegación electroanatómico EnSite velocity (sistema avanzado de cartografía y navegación de catéteres) se realizó la reconstrucción de la AI, a la que posteriormente se fusionaron las imágenes de RM. Los criterios de exclusión fueron la presencia de trombo en aurícula y/u orejuela izquierdas y pacientes menores de 18 años.

### • ANALISIS ESTADISTICO

Los datos se extrajeron del análisis de historias clínicas de pacientes internados durante el periodo descrito, siendo recolectados en el programa Excel, Microsoft®. Luego se generó una base de datos en SPSS, IBM® para su análisis estadístico.

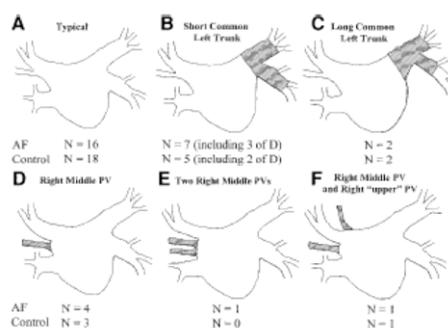
Las variables numéricas se presentaron en medianas e intercuartiles y medias y desvíos estándares y las variables nominales en porcentajes. Las comparaciones de las variables numéricas se realizó con el test de Student y si la distribución era anormal se realizó el test de Wilcoxon; las variables nominales se analizaron con el test de Chi-cuadrado o Fisher según correspondía.

Se realizó la estadística Kappa para observar la confiabilidad de la RM para identificar adecuadamente cada una de las venas, incluyendo las variantes anatómicas y compararlo con el sistema de navegación. Para interpretar la confiabilidad de la interpretación entre los observadores, se aplicaron los siguientes términos cualitativos: 0-0.2 (leve); 0.2-0.4 (justa); 0.4-0.6 (moderada); 0.6-0.8 (sustancial); 0.8-1 (perfecta)<sup>5</sup>.

## RESULTADOS

Las variables estudiadas fueron la edad, sexo y número de VP. La edad fue tomada en años y se utilizó para representarla medianas y medias y el sexo como variable nominal binaria.

Se contabilizó la cantidad de VP con desembocadura en AI. La anatomía típica de cuatro VP fue el hallazgo más usual. Esta corresponde a dos venas superiores derecha e izquierda, donde la izquierda suele tener una desembocadura más superior con respecto a su homónima derecha y la proyección de ambas normalmente es hacia delante y arriba, y dos venas inferiores derecha e izquierda con desembocadura más posterior con proyección hacia atrás y abajo. También fue analizada la existencia de variantes anatómicas descritas en la bibliografía (Figura 1).



**FIGURA 1.**

Patrones anatómicos de anatomía de venas pulmonares (VP) en ptes con FA y controles. Las porciones sombreadas indican variantes de la anatomía típica. A). Patrón típico de VP; B) Patrón de ostium común o tronco corto izquierdo; C) Patrón de tronco común izquierdo; D) VP derecha intermedia; E) Dos VP derechas intermedias; F) VP derecha intermedia y VP derecha superior. (Modificado de: Ritsuchi Kato et al. *Pulmonary Veins Anatomy in Patients Undergoing Catheter Ablation of Atrial Fibrillation*. *Circulation* 2003).



**FIGURA 2.**

AngioRM MIP axial de VP y AI, que pone en evidencia VP superior izquierda, superior derecha y una vena intermedia derecha de fino calibre. Las VP inferiores se encuentran en un plano inferior (MIP: máxima intensidad de proyección, VP: venas pulmonares, AI: aurícula izquierda)

La anatomía del ostium es considerada la zona de coalescencia de la pared de la VP con la pared de la AI. Teniendo en cuenta esta descripción, se consideró ostium común la coalescencia de la pared inferior de la VP superior y la pared superior de la VP inferior por fuera del anillo de AI. En caso de que hubiese una ramificación de al menos cinco milímetros entre este ostium común y la AI fue considerada como la variante anatómica llamada tronco común. Las Figuras 2, 3, 4 y 5 muestran distintas anatomías de las VP halladas en la población estudiada.

Se estudiaron 91 pacientes consecutivos que consultaron para realizar una ablación por RF de FA. La edad promedio fue de 58,2 años. El sexo masculino fue el predominante en los pacientes con arritmias, representando el 72.5% de los casos, mientras que el 27.5% eran mujeres. Se realizó RM al 92.9% de los pacientes. El 7.1% restante, tenía dispositivos no compatibles con RM (marcapasos/desfibrilador implantable) y habían sido estudiados con ecocardiografía transesofágica en otros centros (Tabla 1).

Las características anatómicas halladas de las VP mostró



**FIGURA 3.**

AngioRM 3d de AI y VP. Muestra cuatro VP y una quinta vena intermedia derecha de fino calibre, la cual asoma por delante de la VP inferior derecha



**FIGURA 4.**

AngioRM Coronal MIP AI y VP. Muestra Tronco Común Izquierdo (flecha) y VP Superior Derecha. La VP inferior Derecha no se observa porque se halla en un plano más ínfero posterior.

un patrón típico de cuatros venas en el 83.6% de los pacientes, mientras que el 16.4% presentaba variantes. De estas variantes, se observó la presencia de 5 VP en 9 pacientes (9.8%) y la variante tronco/ostium común en 6 pacientes (6.6%) de la muestra total. La totalidad de la variante de 5 VP correspondía a una quinta vena intermedia derecha. Todos los troncos/ostium comunes se encontraron del lado izquierdo. La *Tabla 2* resume los hallazgos encontrados en nuestra población estudiada.

En el análisis de las variantes anatómicas enunciadas en relación con el sexo se observó que el 93.3% (14 pacientes) está presente en pacientes del sexo masculino, mientras que solo el 6.6% (1 paciente) era de sexo femenino. La presencia de una quinta VP en la totalidad de los casos era de sexo masculino, mientras que el tronco/ostium común se presentó en un 83.3% de los hombres.

El análisis de concordancia, utilizando el score de Kappa, para conocer la confiabilidad de la RM y el sistema de navegación en el análisis de la anatomía de VP y sus variantes, realizó una comparación sobre la capacidad de análisis cada uno de estos métodos, encontrando que existe un nivel de concordancia sustancial (0.47 +- 0.22, intervalo de confianza del 95%) (*Figura 5* muestra fusión de AI y VP con RM y navegador).

**TABLA 1.**  
Características de la población estudiada.

Edad (años)	58.2 (21-82)
Sexo (%)	
• Femenino	42 (6,46%)
• Masculino	75 (11,54%)
Resonancia Magnética (%)	92.9%
Edad (años)	58.2 (21-82)

**TABLA 2.**  
Características anatómicas de las VP.

VP	Población (%)
<b>Patrón Anatómico VP</b>	
• Típico (cuatro venas)	83,6%
• Variante	16,4%
<b>VP Intermedia</b>	9,8%
• Derecha	100%
<b>Ostium/tronco Común</b>	6,6%
• Izquierdo	100%
• Derecho	0%

## DISCUSION

La FA es la arritmia sostenida más prevalente en la población general, con una alta tasa de morbimortalidad asociada a fenómenos embólicos, deterioro de la clase funcional y consultas al servicio de urgencia.

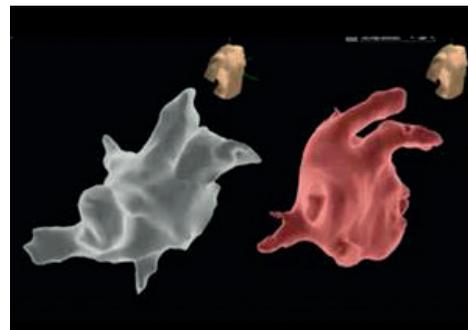
Su mecanismo se debe a focos ectópicos activos que se encuentran en las proximidades de la inserción auricular de las venas pulmonares<sup>6,7,8,9</sup>.

En estudios prospectivos, la incidencia de FA aumenta de 0.1% por año en menores de 40 años, a 1.5% por año en mujeres y 2% por año en hombres mayores de 80 años. El riesgo de padecer fibrilación auricular una vez cumplidos los 40 años, es aproximadamente del 25%. Esto la convierte en una enfermedad de alto costo, desencadenando la búsqueda de estrategias para disminuir su impacto negativo en la salud de los individuos y su costo para la sociedad.

El presente trabajo arrojó similitudes a los de la literatura teniendo en cuenta la edad promedio (58.2 años) de los pacientes con FA en la población estudiada. También hubo mayor prevalencia del sexo masculino como lo describe la literatura<sup>8,9,10</sup>.

En este estudio el 16.4% de los pacientes presentó una anatomía de VP diferente a la considerada como típica de 4 vasos, coincidiendo con otros estudios en cuanto a las variantes anatómicas<sup>7,8,9</sup>.

En el presente trabajo la presencia de venas supernumerarias prevaleció en el lado derecho, y en todos los casos



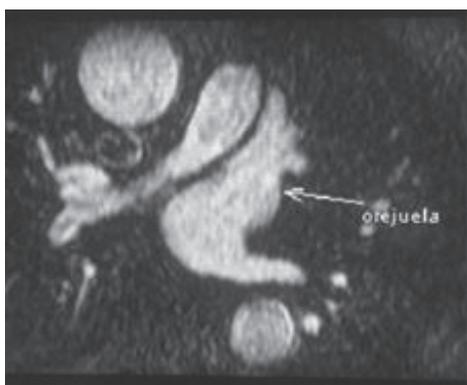
**FIGURA 5.**  
Reconstrucción de AI y VP con navegador (imagen 3D gris), apoyándose en el parámetro anatómico de la angioRM (imagen 3D roja).



**FIGURA 6.**  
Fusión de imágenes entre navegador y angioRM de AI y VP.



**FIGURA 7.** Secuencias SSFP eje longitudinal vertical de ventrículo izquierdo, donde se observa imagen hipointensa redondeada adherida a techo de orejuela, la cual corresponde a trombo



**FIGURA 8.** AngioRM con reconstrucción axial isotrópica de orejuela, la cual se encuentra libre de trombos.

correspondió a una VP intermedia con origen en el lóbulo medio, al igual que en otros estudios<sup>7,8,9</sup>.

La presencia de tronco y ostium común izquierdos fue menos frecuente (6.6%) en comparación a otros estudios, los cuales mostraron una prevalencia cercana al 33.7%<sup>8,9,10</sup>. El bajo porcentaje del 6.6% puede explicarse por el reducido tamaño de la muestra poblacional. Cabe destacar que no se tuvieron en cuenta variaciones según raza y comorbilidades asociadas.

La información anatómica aportada por la RM se fusionó con el mapeo de la AI y porción proximal de VP realizado con el sistema de navegación EnSite durante la ablación, evidenciándose una concordancia sustancial entre ambos métodos (Figuras 5 y 6).

El presente trabajo puso en evidencia que la RM es una técnica de imagen de gran utilidad por la precisa reproducción anatómica de VP y AI, sin necesidad de exponer al pa-

ciente a la radiación ionizante y contraste yodado utilizados por otros métodos como por ej la tomografía computada.

Otro dato de gran valor aportado por la RM, es su elevada sensibilidad y especificidad en la detección de trombos en aurícula y orejuela izquierda, prescindiendo de la realización de ecocardiografía transesofágica (Figuras 7 y 8).

La detección de variantes anatómicas de VP y AI previo a la ablación simplifica y agiliza el procedimiento.

### LIMITACIONES

Las más importantes surgen del análisis retrospectivo y del reducido número de pacientes incluidos en el estudio.

### CONCLUSIONES

La RM permite una excelente correlación anatómica de la AI y de las VP al integrarlas con el sistema de navegación. Evita la exposición del paciente a radiaciones ionizantes y contrastes yodados, y permite descartar con muy alta precisión la presencia de trombos intracavitarios, por lo que se podría prescindir de realizar una ecocardiografía transesofágica previo a la ablación.

En la serie motivo del presente análisis, la incidencia de variantes anatómicas fue mayor en el sexo masculino (21.2% del total de 66 hombres), mientras que en el sexo femenino, estas variantes se observaron en sólo el 4% del total de 25 mujeres.

### BIBLIOGRAFIA

1. Kirchhof P, Benussi S, Kotecha D, et al. 2016 ESC Guidelines for the management of atrial fibrillation developed in collaboration with EACTS. *Eur Heart J* 2016; 37 (38): 2893-2962.
2. Andrade JG, Macle L, Nattel S, et al. Contemporary atrial fibrillation management: A comparison of the current AHA / ACC / HRS, CCS, and ESC Guidelines. *Can J Cardiol* 2017; 33 (8): 965-76.
3. Ritsuchi K, Lickfett L, Meininger G, et al. Pulmonary anatomy in patients undergoing catheter ablation of atrial fibrillation. *Circulation* 2003; 107 (15): 2004-10.
4. Thorning C, Hamady M, Liaw JV, et al. CT evaluation of pulmonary venous anatomy variation in patients undergoing catheter ablation for atrial fibrillation. *Clin Imaging* 2011; 35 (1): 1-9.
5. Sackett DL, Haynes RB, Guyatt GH, Tugwell P. *Clinical epidemiology. A basic science for clinical medicine*, 2nd edn. Little Brown, Boston, 1991.
6. Stewart S, Hart CL, Hole DJ, McMurray JJ. Population prevalence, incidence, and predictors of atrial fibrillation in the Renfrew / Paisley study. *Heart* 2001; 86 (5):516-21.
7. Reinhold, Lindig C, Willich SN, Brüggengjürgen B. The costs of atrial fibrillation in patients with cardiovascular comorbidities a longitudinal analysis of German health insurance data. *Europace* 2011; 13 (9): 1275-80.
8. Piccini JP, Lopes RD, Kong MH, et al. Pulmonary vein isolation for the maintenance of sinus rhythm in patients with atrial fibrillation: A meta-analysis of randomized, controlled trials. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2009; 2 (6): 626-33.
9. Rivard L, Hocini M, Rostock T, et al. Improved outcome following restoration of sinus rhythm prior to catheter ablation of persistent atrial fibrillation: A comparative multicenter study. *Heart Rhythm*. 2012; 9 (7): 1025-30.
10. Lemery R. Catheter ablation of paroxysmal atrial fibrillation: long-term follow-up and the inevitability to fibrillate. *Europace*. 2011; 13 (3): 301-3.