

2009

TESIS DOCTORAL

UTILIDAD DE LA RESONANCIA MAGNÉTICA
EN PACIENTES CON FIBRILACIÓN
AURICULAR TRIBUTARIOS DE
TRATAMIENTO CON ABLACIÓN
PERCUTÁNEA DE LAS VENAS PULMONARES

ROSARIO JESÚS PEREA PALAZÓN

UNIVERSITAT DE BARCELONA

Línea de investigación de biopatología cardiovascular
Dirigida por el Prof. Josep Brugada Terradellas y por la Dra.
Teresa M^a de Caralt Robira

“Lo que sabemos es una gota de agua; lo que ignoramos es el océano”

Isaac Newton

AGRADECIMIENTOS

Quisiera expresar mi gratitud a todas aquellas personas que de un modo u otro me han facilitado el camino para la realización de este trabajo. Entre ellas quiero mostrar mi agradecimiento especial:

Al Prof. Josep Brugada, cardiólogo y director de esta tesis, por su rigor científico y constante estímulo en la investigación en el campo de las arritmias.

A la Dra. Teresa M^a de Caralt, radióloga y también directora de esta tesis, por su excelente trabajo en la puesta en marcha de la resonancia magnética cardiaca en el Hospital Clínic, lo cual ha hecho posible este proyecto. Además también agradecerle su espíritu crítico, sus consejos, su apoyo constante y la confianza depositada en mí para la realización de la presente tesis doctoral.

A David Tamborero, bioingeniero de la Sección de Arritmias del Servicio de Cardiología del Hospital Clínic, por su gran ayuda en el tratamiento estadístico de los datos y por su aportación y colaboración en los trabajos de la presente tesis.

A todos los profesionales que componen la Sección de Arritmias del Servicio de Cardiología del Hospital Clínic, en especial al Dr. Lluís Mont, por su gran disponibilidad y valiosas aportaciones en la elaboración de este proyecto.

Al Dr. Lluís Donoso, director del Centre de Diagnòstic per la Imatge del Hospital Clínic, por su constante estímulo profesional.

A mis compañeros de la Sección de Radiología Torácica del Hospital Clínic, Marcelo Sánchez y Pedro Arguis, que con su paciencia y comprensión han compartido conmigo el trabajo diario.

A todo el personal técnico y de enfermería que ha trabajado conmigo en el equipo de resonancia magnética durante estos últimos años, especialmente a Alicia Martín, Manel Fabregat, Pere Palau, César Garrido, Verónica Sánchez, Santiago Sotés, Édgar Pablo e Irene Carlos, por su excelente trabajo.

Al Instituto de Salud Carlos III (*FIS-P1050081*) y a la Fundació Clínic per la Recerca Biomèdica, que han permitido financiar parcialmente estos trabajos.

A todos los compañeros del Centre de Diagnòstic per la Imatge del Hospital Clínic, que han contribuido de forma decisiva en mi formación profesional, en especial a la Prof. Carmen Ayuso y al Dr. Juan Ramón Ayuso.

A todos los pacientes que constituyen el material humano de esta tesis, por su colaboración desinteresada.

A todos mi mayor reconocimiento y gratitud.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. Clasificación de la fibrilación auricular.....	16
1.2. Epidemiología.....	20
1.3. Fisiopatología de la fibrilación auricular.....	22
1.3.1. Mecanismo de la fibrilación auricular.....	22
1.3.2. Mecanismo de remodelado de la aurícula izquierda.....	25
1.3.3. Cambios estructurales en el remodelado auricular.....	26
1.3.4. Trastornos eléctricos en el remodelado auricular.....	29
1.3.5. Cambios metabólicos en el remodelado auricular.....	31
1.3.6. Trastornos neurohormonales en el remodelado auricular....	31
1.3.7. Otros factores que influyen en la fibrilación auricular.....	33
1.3.8. Remodelado de la aurícula izquierda con la edad y con la patología.....	35
1.3.9. Consecuencias hemodinámicas y miocárdicas de la fibrilación auricular.....	36
1.4. Causas, condiciones asociadas y manifestaciones clínicas de la fibrilación auricular.....	38
1.5. Consideraciones generales del tratamiento de la fibrilación auricular.....	44

1.6. Técnicas de ablación percutánea mediante radiofrecuencia...	49
1.7. Complicaciones de la ablación percutánea mediante radiofrecuencia.....	54
1.8. Técnicas empleadas para guiar el procedimiento ablativo y para detectar sus complicaciones.....	57
1.9. Resonancia magnética: bases físicas y aplicaciones en el sistema cardiovascular.....	68
1.10. Anatomía de las venas pulmonares.....	88
1.11. Remodelado inverso de la aurícula izquierda.....	94
2. HIPÓTESIS.....	97
2.1. Estudio 1.....	99
2.2. Estudio 2.....	100
3. PRESENTACIÓN DE LOS TRABAJOS.....	101
3.1. ESTUDIO 1.....	103
Left atrial contractility is preserved after successful circumferential pulmonary vein ablation in patients with atrial fibrillation.	
Perea RJ, Tamborero D, Mont L, Caralt TM, Ortiz JT, Berruezo A, Matiello M, Sitges M, Vidal B, Sánchez M, Brugada J. <i>J Cardiovasc Electrophysiol.</i> 2008;19:374-379	
3.1.1. Objetivos.....	103
3.1.2. Resultados.....	104

3.2. ESTUDIO 2	113
Incidence of pulmonary vein stenosis in patients submitted to atrial fibrillation ablation: a comparison of the selective segmental ostial ablation vs the circumferential pulmonary veins ablation.	
Tamborero D, Mont L, Nava S, Caralt TM, Molina I, Scalise A, Perea RJ , Bartholomay E, Berruezo A, Matiello M, Brugada J. <i>J Interv Card Electrophysiol.</i> 2005;14:21-25.	
3.2.1. Objetivos.....	113
3.2.2. Resultados.....	114
4. DISCUSIÓN	119
4.1. La resonancia magnética en la evaluación del volumen y de la contractilidad de la aurícula izquierda antes y después de la ablación circunferencial de las venas pulmonares.....	121
4.2. La resonancia magnética en el estudio anatómico de las venas pulmonares y en la detección de estenosis post-procedimiento.....	132
5. CONCLUSIONES	143
6. BIBLIOGRAFÍA	147

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Electrocardiograma de una fibrilación auricular (arriba), donde se pueden observar las oscilaciones rápidas de la aurícula (flecha púrpura), que produce un ritmo QRS ventricular irregular comparado con otro electrocardiograma (abajo) con ondas P auriculares normales (flecha roja) seguidas de su QRS con un ritmo ventricular normal.....16
- Figura 2. Patrones de fibrilación auricular (FA). 1, Episodios que generalmente duran 7 días o menos (la mayoría menos de 24 horas); 2, episodios que generalmente duran más de 7 días; 3, la cardioversión es inefectivo o no se ha intentado; y 4, tanto la FA paroxística como la persistente pueden ser recurrentes. (Modificado de V Fuster et al. ACC/AHA/ESC 2006 Guidelines for the Management of Patients with Atrial Fibrillation. *Circulation* 2006;114:e257e354).....18
- Figura 3. Prevalencia estimada por edad de la fibrilación auricular basada en 4 estudios poblacionales. Modificado de Feinberg WM et al. Prevalence, age distribution, and gender of patients with atrial fibrillation. Analysis and implications. *Arch Intern Med* 1995;155:469-73.....21
- Figura 4. Vista posterior de los principales mecanismos electrofisiológicos de la fibrilación auricular. A, Activación focal. El foco inicial (indicado por una estrella) a menudo yace dentro de la región de las venas pulmonares. Las ondas resultantes representan a conducción fibrilatoria, a modo de múltiples ondas de reentrada. B, Múltiples ondas de reentrada. Las ondas (señalizadas mediante flechas) de forma aleatoria vuelven a entrar en el tejido previamente activado por la misma onda o por otra. Las rutas de las ondas varían. Modificado de Konings KT et al. High-density mapping of electrically induced atrial fibrillation in humans. *Circulation* 1994;89:1665-80. AI = auricular izquierda; VPs = venas pulmonares; VCI = vena cava inferior; VCS = vena cava superior; AD = aurícula derecha.....23
- Figura 5. Reconstrucción anatómica tridimensional de la aurícula izquierda (proyección pósterio-anterior) mostrando el esquema de ablación. Los puntos rojos representan las zonas de liberación de la radiofrecuencia. OAI = orejuela auricular izquierda; VPSI = vena pulmonar superior izquierda; VPIL = vena pulmonar inferior izquierda; VPSD = vena pulmonar superior derecha;

VPID = vena pulmonar inferior derecha.....	68
Figura 6. Esquema que muestra el proceso físico para llegar a la obtención de la imagen en resonancia magnética (RM).....	70
Figura 7. Esquematación del paso de los datos crudos a la imagen de resonancia magnética a través de la transformada de Fourier. Tanto la imagen como el espacio K tienen la misma información, aunque expresada de forma diferente. Cada imagen tiene su espacio K, y cada espacio K tiene su imagen.....	72
Figura 8. Representación de los planos de imagen siguiendo el eje del corazón: dos cámaras: eje largo del corazón (se extiende desde la base hasta el ápex) paralelo al septo interventricular; cuatro cámaras: eje largo del corazón perpendicular al septo interventricular; eje corto: eje perpendicular al septo interventricular y paralelo al plano valvular.....	79
Figura 9. Imágenes de resonancia magnética. Planos intrínsecos: a) Dos cámaras; b) Cuatro cámaras; c) Eje corto; d) tres cámaras.....	79
Figura 10. Secuencia de sangre negra. Plano coronal.....	81
Figura 11. Secuencia de sangre blanca. Plano dos cámaras.....	81
Figura 12. Secuencia de angio-resonancia magnética (ARM). Reconstrucción tridimensional en plano oblicuo-coronal de la aurícula izquierda y las venas pulmonares.....	83
Figura 13. Secuencia de steady-state-free-precession (SSFP) en plano axial. Delimitación del borde endocárdico de la aurícula izquierda en máxima dilatación (a) y en máxima contracción (b), para calcular los volúmenes auriculares mediante el método de Simpson.....	87
Figura 14. Angio-resonancia magnética. Reconstrucción tridimensional en proyección oblicua anteroposterior de la aurícula izquierda y de las venas pulmonares que muestra el patrón de distribución anatómica típico con la presencia de cuatro venas pulmonares que drenan a la aurícula izquierda a través de cuatro <i>ostia</i> independientes.....	89

Figura 15.	Angio-resonancia magnética. Reconstrucciones tridimensionales en proyección oblicua anteroposterior de la aurícula izquierda y de las venas pulmonares que muestra las variantes anatómicas más frecuentes del drenaje de las venas pulmonares. a) Vena media derecha que drena el lóbulo medio (flecha); b) Dos venas medias derechas que drenan, una el lóbulo medio (flecha blanca) y la otra el segmento apical del lóbulo pulmonar inferior derecho (flecha negra); c) Tronco común izquierdo corto (flecha); d) Tronco común izquierdo largo (flecha); e) Ostium común derecho (flechas); f) Vena pulmonar media izquierda (flecha).....	92
Figura 16.	Evolución del volumen telediastólico de la aurícula izquierda (V_{max}), volumen telesistólico de la aurícula izquierda (V_{min}) y de la fracción de eyección de la AI (FE AI), 4-6 meses tras la ablación circunferencial de las venas pulmonares (ACVP) en cada paciente de la serie. Los datos se muestran dependiendo de si los pacientes estaban libres de arritmia (paneles de la izquierda) o de si tenían recurrencia de la arritmia (paneles de la derecha) durante el seguimiento.....	107
Figura 17.	Variación de la fracción de eyección de la aurícula izquierda (FE AI) tras el procedimiento ablativo.....	109
Figura 18.	Angio-resonancia magnética. Reconstrucción tridimensional de la aurícula izquierda y de las venas pulmonares; a) proyección oblicua anteroposterior que muestra estenosis post-ablación de la vena pulmonar superior izquierda (flecha); y b) proyección axial que muestra estenosis de la vena pulmonar inferior izquierda (flecha).....	117
Figura 19.	Angio-resonancia magnética. Reconstrucciones multiplanares que muestran variantes anatómicas de las venas pulmonares; a) Vena pulmonar media derecha (flecha); b) tronco común izquierdo (flecha).....	118

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Etiologías y factores predisponentes de la fibrilación auricular (FA).....	42
Tabla 2.	Distribución del ostium de las 4 venas pulmonares en cada uno de los pacientes con fibrilación auricular y en el grupo control. La variación media intrapaciente en el diámetro de las venas pulmonares fue 4.1 ± 2.0 mm en los pacientes con FA y 3.7 ± 1.9 en el grupo control ($p=NS$). Modificado de Kato et al. Pulmonary vein anatomy in patients undergoing catheter ablation of atrial fibrillation: lessons learned by use of magnetic resonance imaging. <i>Circulation</i> 2003;107:2004-10. VPSD=vena pulmonar superior derecha; VPSI=vena pulmonar superior izquierda; VPID=vena pulmonar inferior derecha; VPIL=vena pulmonar inferior izquierda.....	90
Tabla 3.	Características de los pacientes.....	104
Tabla 4.	Valores de la aurícula izquierda antes y 4-6 meses después del procedimiento ablativo.....	106
Tabla 5.	Análisis univariado relacionado con el riesgo de recurrencia de la arritmia.....	111
Tabla 6.	Características demográficas.....	115
Tabla 7.	Segmentos del ostium de las VPs en que se aplicó la energía de radiofrecuencia en el grupo de ASOS.....	117

ABREVIATURAS

ACVP	Ablación circunferencial extraostial de las venas pulmonares
AD	Aurícula derecha
AI	Aurícula izquierda
Ang II	Angiotensina II
ANP	Péptido natriurético atrial
APRF	Ablación percutánea mediante radiofrecuencia
ARM	Imagen angiográfica por resonancia magnética o angio-resonancia magnética
ASOS	Ablación segmentaria ostial selectiva
BNP	Péptido natriurético cerebral
D	Imagen potenciada en densidad
DD VI	Diámetro diastólico del ventrículo izquierdo
DS VI	Diámetro sistólico del ventrículo izquierdo
FA	Fibrilación auricular
FAA	Fármacos antiarrítmicos
FE AI	Fracción de eyección de la aurícula izquierda
FE VI	Fracción de eyección del ventrículo izquierdo
G	Gauss
Gd	Gadolinio
GE	Eco de gradiente
IR	Inversión-recuperación

OAI	Orejuela de la aurícula izquierda
RM	Resonancia magnética
SE	Espín-eco
SSFP	Steady-state-free-precession
T	Tesla
TCMD	Tomografía computarizada multidetector
3D	Tridimensional
Vmax	Volumen máximo de la aurícula izquierda
Vmin	Volumen mínimo de la aurícula izquierda
VP	Vena pulmonar
VPID	Vena pulmonar inferior derecha
VPII	Vena pulmonar inferior izquierda
VPMD	Vena pulmonar media derecha
VPSD	Vena pulmonar superior derecha
VPSI	Vena pulmonar superior izquierda

