

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<sup>a</sup> de Caralt Robira



# 1. DISCUSIÓN

---

---



#### **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**

La valoración del tamaño de la AI es fundamental en el manejo de los pacientes con FA tributarios de APRF ya que tiene un importante valor pronóstico y se utiliza como un predictor de respuesta al tratamiento(292-295). Sin embargo, la mayoría de estudios previos sólo evaluaban el diámetro y el área de la AI, utilizando la ecografía convencional bidimensional(279;293;295). Las recomendaciones más recientes en lo que se refiere a la cuantificación de las cavidades cardiacas indican que el volumen auricular es el parámetro de elección para cuantificar el tamaño de la AI(208). Aunque la ecografía bidimensional ha sido frecuentemente utilizada para cuantificar los volúmenes auriculares, se encuentra limitada por asunciones geométricas y por su baja reproducibilidad(209;214), debido a la posición y orientación divergente de los planos de imagen. Recientemente han aparecido algunos estudios que han empleado técnicas de imagen tridimensional, como son la RM, la TCMD y la ecografía tridimensional(214;232;233;278), para la cuantificación de los volúmenes auriculares en los pacientes con FA tratada mediante APRF.

Además de los volúmenes auriculares, la valoración de la función auricular izquierda tiene un particular significado en los pacientes con FA tratados mediante APRF. Sin embargo, aún no disponemos de mediciones exactas no invasivas de la función auricular. En los últimos años han aparecido algunos trabajos que han propuesto el Doppler tisular y el *strain* (deformación miocárdica) bidimensional como nuevas modalidades para valorar la función del miocardio de la AI(296;297). Pero estas técnicas no están todavía bien consolidadas para este propósito. Aún en pleno proceso de evolución tecnológica, la ecocardiografía tridimensional(298-300) combina una cuantificación precisa de los volúmenes auriculares y una información detallada de la función de la AI. Sin embargo esta modalidad de imagen aún presenta limitaciones técnicas, como son la resolución temporal y espacial. En nuestro estudio se utilizó RM, una técnica de imagen no invasiva, considerada el *gold standar* para el estudio de los volúmenes y de la función ventricular y que ha demostrado ser un método muy fidedigno en la cuantificación de los volúmenes auriculares(230). La RM se ha convertido en la técnica de elección para valorar la función cardíaca global y regional. Entre las ventajas de la RM sobre la ecocardiografía en general se encuentran una calidad de imagen superior y la posibilidad de cuantificar los volúmenes con una alta reproducibilidad. Asimismo, el tamaño de la muestra necesaria para realizar un análisis estadístico mediante RM es menor que mediante ecocardiografía(230;301).

Para cuantificar los volúmenes auriculares y calcular la FE AI, hemos utilizado una secuencia de GE *steady-state-free-precession*, debido a que presenta un contraste superior entre la sangre y el tejido miocárdico, lo que permite una óptima visualización de la motilidad cardiaca(234;302;303). La función contráctil de la AI se ha determinado mediante la FE AI, calculada mediante la fórmula  $(V_{max}-V_{min}/ V_{max}) \times 100$ , que refleja la relación existente entre el volumen telediastólico de la AI ( $V_{max}$ ) y el volumen telesistólico ( $V_{min}$ ), y que se ha propuesto como un método excelente para evaluar la contractilidad global de la AI(222;278;304;305). Debe hacerse mención especial a algunos detalles de la técnica de imagen en este estudio. En primer lugar, la adquisición de las imágenes se realizó al final de la espiración. Si las imágenes se hubieran obtenido en inspiración podría haber dado lugar a resultados diferentes en relación a los cambios en las propiedades de relajación diastólica y a las condiciones de precarga. En segundo lugar, la telediástole y la telesístole se definieron mediante visualización directa de la apertura y cierre de la válvula mitral, ya que no se dispone de un sistema de co-registro del electrocardiograma en el post-procesado de la imagen de RM. Finalmente, el *ostium* de las VPs se definió como el punto de inflexión entre la VP y la pared de la AI. Estas premisas se han utilizado para facilitar la identificación y fomentar la reproducibilidad interobservador. Por lo que es improbable que hayan tenido un efecto significativo en los resultados del estudio ya que tanto las mediciones

basales como las del seguimiento se realizaron del mismo modo, y las variaciones en la AI entre pacientes ciertamente son un reflejo de los cambios reales.

Los datos que aparecen en la literatura con respecto al impacto tras el tratamiento mediante APRF de la FA sobre los volúmenes y la función auricular izquierda son discordantes. Algunos investigadores han observado que el tamaño de la AI tras la ablación disminuye significativamente sólo en los casos de respuesta favorable, mientras que el tamaño de la AI no se modifica o incluso aumenta en el resto de pacientes(279-281). Contrariamente, otros autores han mostrado que el tamaño de la AI disminuye en todos los pacientes tras la ablación de la FA independientemente del éxito del procedimiento (177;232;282). Pueden existir diversas explicaciones para estas discrepancias. En primer lugar las distintas técnicas de imagen empleadas: ecocardiografía(177;279;281;282), ARM (232), o TCMD(278;280) . En segundo lugar, el tamaño de la AI se estableció utilizando parámetros heterogéneos: diámetro anteroposterior de la AI(177;281), tres diámetros ortogonales de la AI(232;279;282), o el volumen de la AI(280). En tercer lugar, con la excepción de un solo estudio(281), sólo se evaluó el tamaño máximo auricular. Finalmente, en la mayoría de estos trabajos no se tuvo en consideración si los pacientes se encontraban o no en ritmo sinusal durante la adquisición de las imágenes(177;232;280-282). Esto pudo

interferir con una correcta valoración de las diferencias en el tamaño de la AI tras la ablación. De hecho, si una de las medidas de la AI fue adquirida en FA y la otra en ritmo sinusal, esto puede sobreestimar la variación del  $V_{min}$ , ya que cuando la AI está en FA apenas se contrae.

Reant et al.(282), en un estudio realizado mediante ecografía bidimensional en una serie de 48 pacientes, demostraron una progresiva disminución del tamaño de la AI y una mejoría de la función mecánica de la AI en todos los pacientes tratados mediante ASOS de las VPs. Sin embargo no se tuvo en consideración si los pacientes estaban en ritmo sinusal o en FA durante la determinación de las medidas y por otra parte, es una serie pequeña si tenemos en cuenta la técnica diagnóstica empleada. Por otra parte, Verma et al.(306) en un trabajo realizado también mediante ecocardiografía, mostraron asimismo una mejoría de la función auricular en una serie de 67 pacientes sometidos a ASOS, mientras que Lemola et al.(278)observaron, mediante TCMD, una disminución de la FE AI en una serie de 10 pacientes con FA paroxística tratados mediante ACVP. Sin embargo todos estos autores compararon la contractilidad sin tener en cuenta el éxito del procedimiento. En nuestro estudio sólo se incluyeron los pacientes que estaban en ritmo sinusal durante ambas adquisiciones, para asegurar que la cuantificación del  $V_{max}$  y del  $V_{min}$  fueran óptimas. Además, en nuestro trabajo, se excluyeron a los pacientes que se hubieran sometido a cardioversión eléctrica en las dos semanas previas a la realización de la RM, con la

finalidad de evitar el efecto de “aturdimiento” en la función mecánica de la AI(307). Para evitar asunciones geométricas de la AI, errores en la posición del plano, y muestreos inapropiados de los bordes auriculares, se utilizó el método de Simpson (suma de áreas) para calcular el volumen telediastólico y el volumen telesistólico de la AI(215;261;262). Es comprensible que todas estas variaciones metodológicas pueden explicar las discrepancias observadas en la literatura.

El principal hallazgo de este estudio es que la capacidad contráctil de la AI evaluada por medio de la FE AI se encuentra preservada e incluso mejora tras la ACVP en el 68% de pacientes que se mantienen en ritmo sinusal tras la ablación. Sin embargo la FE AI generalmente empeora en los pacientes con recurrencia de la FA. Mientras que la reducción del  $V_{max}$  se produjo en casi todos los pacientes, independientemente del resultado de la ablación, el  $V_{min}$  sólo disminuyó en los pacientes sin recurrencia y no presentó variaciones significativas en los pacientes con recidiva de la arritmia. El  $V_{min}$  después de la ACVP fue la única variable independiente relacionada con el éxito del procedimiento en el análisis multivariado. La mayoría de los pacientes con ablación exitosa mostró una disminución tanto del  $V_{max}$  como del  $V_{min}$  y una función contráctil preservada.

La relación entre la dilatación de la AI y la FA es compleja: los cambios estructurales que se producen en la AI pueden estar relacionados con varios factores, incluyendo la sobrecarga de volumen o de presión, debido a una enfermedad cardiaca estructural subyacente; el incremento de la presión de llenado ventricular izquierdo inducido por la taquiarritmia; y la FA en sí misma(308;309). Prueba de este último factor, es la histología (fibrosis, necrosis e inflamación) anormal que se ha encontrado de manera uniforme en los pacientes con FA aislada(10). Además, la dilatación de la AI se ha correlacionado directamente con la duración de la FA, como resultado del remodelado eléctrico y estructural(295).

En el presente trabajo no hemos podido demostrar si la disminución del Vmin se ha producido inmediatamente después de la ablación debido a contracción del tejido como resultado de la liberación de energía de radiofrecuencia, es decir, por fibrosis(310), o si es el resultado subsiguiente a un remodelado inverso a medio plazo, secundario al mantenimiento de un ritmo sinusal estable(311). Otra hipótesis a tener en cuenta es que la ablación de las VPs puede conducir a una pérdida de su capacidad contráctil, y esto puede ocasionar reflujo de sangre de la AI a las VPs durante la sístole auricular. Este hecho puede tener como resultado una disminución del volumen sistólico auricular y una mejoría de la FE AI. Estas teorías son todavía objeto de controversia, ya que algunos

investigadores han reportado una disminución del tamaño de la AI sólo en los pacientes que responden positivamente a la ablación (favoreciendo la hipótesis del remodelado inverso)(281), mientras que otros han detectado una reducción de volumen tanto en los pacientes que responden favorablemente al tratamiento como en los que no, (apoyando la teoría de la cicatrización y fibrosis inducida por la radiofrecuencia)(312).

La reducción del Vmin detectada en este estudio en los pacientes con buena respuesta a la ablación de las VPs, podría ser el resultado directo de la mejoría de la función contráctil de la AI; la reducción del Vmin sería el reflejo de un verdadero remodelado inverso relacionado con la restauración del ritmo sinusal durante largo tiempo tras la ACVP. Reant et al.(282) también observaron una progresiva disminución del tamaño de la AI y una mejoría de la función mecánica de la AI, como se ha comentado previamente, detectando asimismo una mejoría de la función ventricular izquierda, tanto sistólica como diastólica, tras la restauración del ritmo sinusal en pacientes con FA aislada tratados mediante ASOS. Existe una hipótesis fisiopatológica que implica la disfunción diastólica como causa de la FA aislada, combinando el estiramiento y dilatación de la AI y de las VPs como resultado de un incremento de la presión telediastólica del VI(313). El papel del estiramiento auricular no se ha establecido claramente en humanos pero se ha demostrado en animales(314-316), en los que la elevación de la presión ventricular izquierda favorece el estiramiento y dilatación de la AI(317). El estiramiento podría favorecer la

FA por inducción de un fenómeno de remodelado electrofisiológico y celular, empeorando la función mecánica de la aurícula y del ventrículo izquierdo. La mejoría de la función ventricular izquierda tras la restauración y mantenimiento del ritmo sinusal es, en última instancia, la responsable del remodelado inverso de la AI(282).

Por lo que respecta al Vmax, en nuestro estudio disminuyó en todos los pacientes, independientemente del éxito del procedimiento. Este hallazgo se correlaciona con estudios previos(232) y podría reflejar una disminución en la carga de FA inducida por la ablación, a pesar de la recurrencia de la arritmia, conduciendo a un remodelado inverso de la AI. También es probable que en algunos pacientes la FA haya recurrido de forma asintomática, con un aparente éxito del procedimiento, lo cual podría haber mitigado las diferencias entre los subgrupos. La imposibilidad de medir con exactitud la carga de FA en cada momento(311) puede afectar en parte la evaluación de los volúmenes y de la contractilidad de la AI. A menos de que se disponga de un sistema de monitorización continua, los episodios asintomáticos de FA pueden pasar desapercibidos.

Las lesiones de radiofrecuencia en la aurícula pueden haber conducido *per se* a una reducción del volumen a través de un proceso de cicatrización y fibrosis. La teoría de la fibrosis como responsable de la

disminución de tamaño de la AI en los pacientes tratados mediante APRF se fundamenta en modelos animales, en los que se ha demostrado que la ablación de la FA mediante radiofrecuencia ocasiona cicatrices en la AI que juegan un papel importante en la reducción de tamaño de la misma y en el deterioro de su función contráctil(318;319). Sin embargo, en estos estudios, realizados con perros, las lesiones de radiofrecuencia alcanzaban hasta un 55%(319) de la superficie auricular. Esto es un área de ablación mucho más extensa de lo que típicamente se realiza en la mayoría de procedimientos ablativos. Por otra parte, el efecto de la radiofrecuencia pudo ser mayor en los pacientes sometidos a dos ablaciones, ya que los cambios en la función contráctil de la AI fueron evaluados en la RM obtenida después del segundo procedimiento. Sin embargo, los resultados en los 10 pacientes en que se efectuó una segunda ablación se correlacionaron con los observados en el resto de casos. De hecho, la FE AI no mostró cambios significativos con respecto a las mediciones basales en los pacientes libres de FA después de la segunda ablación (de  $35\pm 11\%$  a  $32\pm 7\%$ ,  $p=0.50$ ), mientras que la FE AI disminuyó considerablemente en el resto de pacientes que presentaron recurrencia de la arritmia a pesar de los dos procedimientos (de  $28\pm 9\%$  a  $10\pm 2\%$ ,  $p=0.06$ ). Además, en siete de los 10 segundos procedimientos, la cantidad de radiofrecuencia liberada fue baja debido a que sólo se ablació el flutter auricular de nuevo debut y no se crearon lesiones extensas. Debería tenerse en consideración que los resultados de este

estudio pueden variar dependiendo de la estrategia ablativa. Sin embargo, el efecto sobre la contractilidad auricular es improbable que sea mayor con otros abordajes ablativos, si se tiene en cuenta las extensas lesiones creadas en la ACVP. Por otro lado, si la fibrosis extensa fuera la principal causa de la reducción de tamaño de la AI, sería de esperar que la función mecánica de la aurícula también empeorase en todos los pacientes, pero esto no es lo que hemos observado.

Finalmente, la capacidad contráctil de la OAI no resultó deteriorada tras la ACVP en ningún paciente de nuestra serie. Los cambios observados en los volúmenes de la orejuela estuvieron en concordancia con los observados en el resto de la AI, aunque en menor grado. Esto podría deberse al hecho de que la energía liberada de radiofrecuencia se deposita por fuera de la orejuela y el efecto del encogimiento tisular puede ser menor. De todas formas, existen limitaciones metodológicas en la cuantificación de los volúmenes de la orejuela ya que es una estructura pequeña y difícil de delimitar en muchos pacientes. Los datos que existen en la literatura a cerca de los cambios morfológicos y funcionales que se producen en la OAI tras la ablación de las VPs son escasos. Chang et al.(320) fueron los primeros en estudiar las variaciones morfológicas que se producen en la OAI tras la APRF. Observaron mediante ARM que el tamaño de la OAI disminuía en los pacientes sin recurrencia, mientras que en los pacientes con recidiva de la arritmia, la OAI se dilataba

progresivamente. Estos datos no se correlacionan con los nuestros, si bien la muestra de estos autores era pequeña, la secuencia de RM que emplearon para el estudio (ARM) era menos precisa que la nuestra (SSFP), y no utilizaron sincronización electrocardiográfica, por lo que sólo determinaron un volumen, y lo hicieron mediante tres diámetros ortogonales, con lo que el volumen estimado de la orejuela podría no ser el real. Por tanto, sería necesaria una muestra con mayor número de pacientes para estudiar con detalle estas diferencias sutiles.

### **1.2. La resonancia magnética en el estudio anatómico de las venas pulmonares y en la detección de estenosis post-procedimiento.**

La APRF es una terapéutica efectiva y ampliamente utilizada en el tratamiento de la FA recurrente, resistente al tratamiento médico. Recientemente, se han utilizado varias estrategias de ablación, como son la ACVP, la ASOS, y la ablación fraccionada compleja, para conseguir una alta eficacia en todos los tipos de FA. Sin embargo, se han descrito varias complicaciones (fenómenos tromboembólicos, estenosis de las VPs, fístula atrio-esofágica,...), con una incidencia del 3.9 al 6%. Existe controversia con respecto a cómo valorar a los pacientes después de la APRF y en cuanto a cómo tratar las estenosis asintomáticas. La estenosis

de una VP tras la ablación de la FA mediante catéter, conduce a una morbilidad significativa para el paciente. La opción terapéutica para las estenosis pulmonares severas y para las oclusiones de las VPs es la angioplastia, con o sin *stent*. A pesar de la alta tasa de re-estenosis, el paciente se beneficia de la angioplastia. Las mejores modalidades de imagen para valorar la estenosis de las VPs son la TCMD y la ARM.

La ARM se considera la técnica de elección para evaluar la compleja anatomía de la AI y de las VPs y para detectar las estenosis de las VPs que se puedan derivar del procedimiento, debido a su elevada resolución y reproducibilidad y a la inocuidad de la técnica, que no utiliza radiaciones ionizantes ni contrastes yodados.

La incidencia exacta de estenosis tras la APRF de las VPs aún no se conoce con exactitud y probablemente dependa de varios factores entre los que se encuentran la experiencia del operador, la técnica de imagen utilizada para su evaluación, el método de cuantificación de la estenosis, el intervalo de tiempo entre la ablación y la cuantificación, la técnica ablativa y la fuente de energía empleada, oscilando en la literatura entre un 42% inicialmente descrito por Chen et al. (163) y <1% publicado por Pappone et al.(177;181) y Haissaguerre et al.(165).

La correlación existente entre el procedimiento empleado y la incidencia de estenosis de las VPs ha sido estudiada por Saad et al.(199). Estos autores concluyen que el aspecto más importante para reducir el riesgo de estenosis post-tratamiento es la delimitación exacta del *ostium*

de la VP. Existe una evidencia creciente de que la incidencia de estenosis severa está disminuyendo con las estrategias focalizadas primariamente en la ablación circunferencial alrededor del *ostium* y evitando las ablaciones dentro de la VP(198;199). Por este motivo se han ido desarrollando diferentes modalidades de imagen enfocadas en definir de forma precisa la unión entre la pared de la AI y la VP. Las primeras técnicas desarrolladas con esta finalidad fueron la angiografía venosa pulmonar, la ecocardiografía intracardiaca y los mapas electroanatómicos(198;199;201;276). En los últimos años se han introducido modalidades de imagen tridimensional, como la ARM y la TCMD, mucho más precisas. La información que ofrecen estas técnicas es útil para el electrofisiólogo y facilita la planificación y la realización del cateterismo de las VPs. Diversos autores han sugerido que la valoración en tiempo real mediante ecografía intracardiaca es una técnica muy precisa ya que permite la visualización continua del *ostium* permitiendo monitorizar la liberación de la energía y reduciendo así la incidencia de estenosis severas(199;321). Pero a pesar del empleo de estos procedimientos, en series extensas, la estenosis de las VPs continúa siendo una complicación que oscila entre el 5 y el 30%(322). Algunos autores no realizan un estudio sistemático post-ablación en todos los pacientes para descartar la aparición de estenosis y sólo realizan un procedimiento diagnóstico si el paciente se encuentra sintomático(323);

los resultados del presente estudio demuestran que este método puede infravalorar la incidencia real de esta complicación.

En la serie de este estudio, la ablación percutánea de la FA se realizó utilizando dos procedimientos ablativos diferentes, la ASOS y la ACVP, comparando la incidencia de estenosis con cada uno de ellos. La ausencia de estenosis en el grupo tratado con ACVP se correlaciona con los hallazgos de las series publicadas por Pappone et al.(87;181;324;325). Aunque existen publicaciones que reportan oclusión de VPs utilizando esta técnica(326), el riesgo parece menor debido a una mejor delimitación de la posición del catéter con respecto al *ostium* de la VP. La ACVP practicada en el presente estudio crea las líneas de ablación alrededor de las VPs ipsilaterales liberando la energía de radiofrecuencia a una distancia mínima de 5 mm del *ostium*, por lo que teóricamente es menos probable la aparición de estenosis que en la ASOS. Además, en algunos pacientes con variantes anatómicas de las VPs, este procedimiento parece ser el recomendado. Una de estas variantes es la presencia de un tronco común izquierdo, presente en el 15% de pacientes de nuestra serie(204). Este tronco común típicamente es demasiado largo para permitir que el catéter de mapeo circunferencial tenga una posición estable. Otra variante anatómica es la VPMD, presente en el 5% de nuestros pacientes. Cuando está presente, esta vena típicamente está separada de la VPSD y de la VPID por un estrecho ribete de tejido atrial. Esto predispone al deslizamiento del catéter de

ablación dentro de la VP durante el procedimiento. Otro hallazgo anatómico que convierte el aislamiento extraostial en la técnica de elección es cuando el diámetro del *ostium* de una VP es <10mm. La aplicación de radiofrecuencia en un *ostium* pequeño podría acarrear un mayor riesgo de estenosis de la VP(229). Una ramificación precoz, a  $\leq 5$  mm del *ostium* es propensa a desarrollar estenosis tras la aplicación ostial de radiofrecuencia, por lo que en estos casos la ablación extraostial(181;271) se considera más adecuada.

En nuestra experiencia, todas las estenosis de VPs aparecieron en el grupo tratado con ASOS (18.8%) y esto se debe, en parte, a la dificultad de definir con precisión el *ostium* de la VP y debido a la necesidad de aplicar la energía muy cerca del *ostium*, lo que facilita la lesión dentro de la vena. Por otra parte, aunque la cantidad total de energía aplicada en la ACVP es superior a la aplicada en la ASOS, en esta última técnica se requiere mayor concentración de las lesiones de radiofrecuencia, con la finalidad de conseguir el aislamiento de la VP, liberando la energía en una región más limitada del *ostium*. Un dato interesante que se desprende del presente estudio es que en el grupo tratado con ASOS de las VPs izquierdas presentó más estenosis, lo cual se correlaciona con los datos encontrados en la literatura(322). Una posible explicación sería que el catéter de ablación se mueve fácilmente dentro de las VPs del lado izquierdo con la respiración, liberando la energía dentro de la vena durante la ablación. Otro dato a tener en cuenta

es que, en el presente estudio, la ASOS sólo fue empleada para tratar las VPs que mostraban actividad eléctrica, resultando ser la VPSI y la VPSD las más tratadas. Estos resultados son coherentes con otros estudios donde sólo fueron tratadas las VPs arritmogénicas(165;180) y pueden explicarse porque los manguitos musculares de miocardio que se extienden desde la AI hacia el interior de las VPs, se encuentran más desarrollados en las VPs superiores que en las inferiores(158).

Recientemente ha sido publicado un trabajo en el que se compara la eficacia y seguridad de ambos procedimientos ablativos en una serie randomizada de 100 pacientes(327). Se realizó TCMD de forma rutinaria 3 meses después de la ablación, y se detectó estenosis de al menos 1 VP en el 12% de los pacientes tratados con ASOS y en el 6% de los tratados con ablación ACVP. Esta incidencia de estenosis de las VPs es similar a los resultados obtenidos en nuestro estudio en el grupo tratado con ASOS, sin embargo en nuestra serie no se han detectado estenosis en el grupo tratado con ACVP. Esta discrepancia puede deberse a la mayor potencia máxima aplicada en la serie de Karch et al.(327), de hasta 70 W en una punta de 8 mm o 50W en una punta fría de 4 mm respectivamente.

Todos los pacientes de este estudio con estenosis de las VPs estaban asintomáticos, y fueron identificados gracias a que se realizó ARM post-ablación de forma sistemática. El desarrollo de síntomas clínicos asociados a la estenosis depende del número de venas afectadas

y del grado de estenosis (322). Cuando la estenosis es leve (<50%) o moderada (50% a 69%) o cuando afecta a una única VP, suele ser asintomática. Cuando la estenosis es severa ( $\geq 70\%$ ) se asocia con síntomas respiratorios de diferente gravedad como pueden ser tos persistente, dolor torácico, hemoptisis o disnea de esfuerzo(328). La progresión de la estenosis más allá del tercer mes tras la ablación es rara(199). Lo más frecuente es que el grado de estenosis permanezca estable o mejore. Además no se han detectado cambios en la perfusión pulmonar cuando están afectadas las VPs izquierdas hasta que el grado de estenosis alcanza el 70% de la luz(199). Sin embargo, cuando la estenosis se encuentra en las VPs derechas, pueden detectarse pequeños defectos de perfusión con grados de estenosis que oscilan entre el 50 y el 65%; esto podría explicarse porque la presión en las VPs derechas es menor(329-331), facilitando el desarrollo de gradientes de presión con menor grado de estenosis. Se requiere un alto grado de sospecha clínica para reconocer los síntomas, ya que pueden simular cuadros respiratorios o cardiovasculares de mayor prevalencia y porque las pruebas diagnósticas pueden ser engañosas, conduciendo a tratamientos innecesarios, como se ha descrito previamente en la literatura(322;332;333). Los hallazgos radiológicos más frecuentes son la consolidación pulmonar y el derrame pleural. Los síntomas clínicos tienden a mejorar espontáneamente con el tiempo hasta en un 50% de pacientes(322). No está claro cómo manejar a estos pacientes con

estenosis asintomática o sólo con síntomas leves. Saad et al. (199) recomiendan la dilatación de las VPs con estenosis severa independientemente de los síntomas, debido a que se desconoce el riesgo de que estos pacientes desarrollen hipertensión pulmonar, así como el riesgo de progresión de la estenosis a oclusión total con el consiguiente compromiso hemodinámico. Sin embargo los resultados de la angioplastia de las VPs o de la colocación de *stents* ha sido decepcionante(328;334), pues ambos se asocian a una alta tasa de re-estenosis . En los pacientes con estenosis altamente sintomáticas está indicada la intervención inmediata sobre la VP. El tratamiento percutáneo produce una rápida y espectacular mejoría clínica, sin embargo se requieren tratamientos alternativos para reducir la alta tasa de re-estenosis(328). Por otra parte estos procedimientos no están exentos de complicaciones como la hemorragia pulmonar, la rotura de la VP y los fenómenos embólicos cerebrales(334).

Poco se conoce de la histopatología exacta de la estenosis de las VPs. Estudios realizados con animales demuestran que la estenosis pulmonar se fundamenta en una progresiva proliferación intimal, sustitución por colágeno del miocardio necrótico, contracción endovascular y proliferación de la lámina elástica(200).

Ya que la mayoría de pacientes con estenosis se encuentran asintomáticos, es necesario un seguimiento a medio plazo de la permeabilidad de las VPs. Por tanto es necesario un método de imagen

no invasivo y fiable para valorar y cuantificar las estenosis post-procedimiento. Los diferentes métodos que se han utilizado para evaluar el desarrollo de estenosis incluyen, la venografía selectiva(165;186;335), la ecocardiografía transesofágica(198;335), la ARM(187;195;198;204) y la TCMD(276;280;333;336). Aunque no existe un *gold standar* en la valoración de las estenosis, tanto la ARM como la TCMD parecen ser los métodos de elección en la evaluación a medio y largo plazo de las estenosis de las VPs(337).

En el contexto de la ablación percutánea de la FA, existen diferentes argumentos a favor del análisis de las VPs mediante ARM. Es una técnica no invasiva que se ha mostrado superior a la ecocardiografía transesofágica para la evaluación de las estenosis de las VPs(187;205). La ecocardiografía transesofágica también permite el seguimiento a largo plazo de los cambios en el diámetro de las VPs después de la radiofrecuencia. Sin embargo, el estudio de las VPs inferiores es a menudo difícil o imposible(201). La ARM no precisa de la inyección de medios de contraste yodados y no expone a los pacientes a radiaciones ionizantes, lo cual es importante si se considera la dosis requerida para el procedimiento ablativo así como la necesidad de repetir diversos exámenes diagnósticos y/o intervenciones terapéuticas. La inocuidad de la técnica, no invasiva y no emisora de radiación ionizante, permite la realización ilimitada de estudios de seguimiento para descartar las posibles complicaciones secundarias a la ablación. Contrariamente a la

TCMD, la ARM no permite el análisis del parénquima pulmonar, lo cual puede ser de ayuda en la evaluación de las consecuencias de una estenosis significativa(185;338). De hecho, cualquier paciente diagnosticado mediante ARM de estenosis significativa o trombosis de una VP, debería ser evaluado mediante TCMD(338).

La ARM es una excelente técnica de imagen para evaluar el diámetro y la anatomía de las VPs antes y después de la ablación. Aunque la descripción completa de las características anatómicas de las VPs se puede realizar en todos los pacientes a partir de imágenes planares, la reconstrucción en formato de tres dimensiones resulta muy útil para proporcionar una visión espacial de las VPs. La precisión y alta reproducibilidad de este método ha sido claramente demostrado(339).

En el presente estudio sólo se realizó ARM post-ablación cuatro meses después del procedimiento, por lo que las estenosis que se hubieran originado y/o progresado más allá de este tiempo, podrían haber pasado sin diagnosticar. Sin embargo, aunque no se cuantificó con exactitud el grado de estenosis, ya que no se dispuso de ARM previa al procedimiento, todas la estenosis de las VPs que detectamos mostraron una reducción de calibre muy focal y de alto grado, catalogadas como severas (>70%) en todos los casos. En el resto de pacientes, el *ostium* de las VPs no mostró alteraciones apreciables, y como ya es conocido, las estenosis leves (<50%) de las VPs rara vez progresan más allá del tercer mes(199;322). Arentz et al.(340) en un estudio realizado mediante ARM

en 11 pacientes con estenosis significativa, no detectaron cambios en el grado y morfología de las estenosis durante 2 años de seguimiento. Por este motivo, decidimos no repetir la ARM después del cuarto mes del procedimiento, debido a la baja probabilidad de detectar nuevos hallazgos.

Los resultados del presente estudio demuestran la utilidad la ARM para evaluar la anatomía de la AI y de las VPs y apoyan su capacidad para detectar y cuantificar las estenosis de las VPs como complicación de la APRF. La ausencia de radiación y la tolerancia del medio de contraste convierten a la ARM en la técnica de imagen idónea en el seguimiento de las VPs en los pacientes sometidos a ablación de la FA mediante catéter.