

RADIOLOGÍA EN IMÁGENES

Complicaciones asociadas a la ablación mediante radiofrecuencia de venas pulmonares



J.M. Madrid Pérez^{a,*}, P.M. García Barquín^a, A.J. Villanueva Marcos^b,
J.I. García Bolao^c y G. Bastarrika Alemañ^a

^a Servicio de Radiodiagnóstico, Clínica Universidad de Navarra, Pamplona, España

^b Department of Radiology, Hinchingsbrooke Health Care, Huntingdon, Cambridgeshire, Gran Bretaña

^c Departamento de Cardiología, Clínica Universidad de Navarra, Pamplona, España

Recibido el 23 de febrero de 2016; aceptado el 12 de septiembre de 2016

Disponible en Internet el 18 de octubre de 2016

PALABRAS CLAVE

Venas pulmonares;
Ablación;
Fibrilación auricular;
Estenosis;
Trombosis;
Taponamiento;
Infarto pulmonar;
Seudoaneurisma

KEYWORDS

Pulmonary veins;
Ablation;
Atrial fibrillation;
Stenosis;
Thrombosis;
Tamponade;

Resumen

Objetivo: La ablación por radiofrecuencia es una alternativa eficaz en pacientes con fibrilación auricular sintomática y resistente o intolerante a al menos un fármaco antiarrítmico de clase I o III. Aunque se trata de un procedimiento seguro, no está exento de complicaciones. Según su localización, dichas complicaciones pueden clasificarse en aquellas que afectan a las propias venas pulmonares, otras complicaciones cardíacas, complicaciones extracardíacas intratorácicas, complicaciones a distancia o las que ocurren como consecuencia del acceso vascular. Las complicaciones más frecuentes son los hematomas, las fistulas arteriovenosas y los pseudoaneurismas en el sitio de la punción. Existen complicaciones benignas y transitorias como la gastroparesia o la elevación diafragmática y otras potencialmente fatales como el taponamiento cardíaco.

Conclusión: Es importante que el radiólogo esté familiarizado con las complicaciones secundarias a la ablación de las venas pulmonares para poder realizar un diagnóstico temprano e instaurar el tratamiento.

© 2016 SERAM. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

Complications associated with radiofrequency ablation of pulmonary veins

Abstract

Objective: Radiofrequency ablation is an efficacious alternative in patients with symptomatic atrial fibrillation who do not respond to or are intolerant to at least one class I or class III antiarrhythmic drug. Although radiofrequency ablation is a safe procedure, complications can occur. Depending on the location, these complications can be classified into those that affect the pulmonary veins themselves, cardiac complications, extracardiac intrathoracic

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: jmadrid@unav.es (J.M. Madrid Pérez).

Pulmonary infarction;
Pseudoaneurysm

complications, remote complications, and those that result from vascular access. The most common complications are hematomas, arteriovenous fistulas, and pseudoaneurysms at the puncture site. Some complications are benign and transient, such as gastroparesis or diaphragmatic elevation, whereas others are potentially fatal, such as cardiac tamponade.

Conclusion: Radiologists must be familiar with the complications that can occur secondary to pulmonary vein ablation to ensure early diagnosis and treatment.

© 2016 SERAM. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

Clásicamente, el tratamiento de la fibrilación auricular (FA) se ha basado en fármacos anticoagulantes, betabloqueantes y antiarrítmicos¹ con eficacia limitada. Además, pueden provocar efectos adversos, algunos leves como la fotosensibilidad o las alteraciones gastrointestinales y otros más graves, como las complicaciones hemorrágicas de los anticoagulantes, que hacen que hasta el 23% de los pacientes deban abandonar su tratamiento^{2,3}. Se ha descrito una tasa anual de hemorragia cerebral en pacientes con warfarina del 0,3%⁴. El tratamiento ablativo de las venas pulmonares se ha postulado como una alternativa eficaz, sobre todo en la mejoría de la calidad de vida, al eliminar los síntomas debidos a la arritmia como las palpitaciones, la fatiga o la intolerancia al ejercicio⁵. Esta técnica se emplea como primera línea de tratamiento en pacientes con FA sintomática y en pacientes con FA resistente a un antiarrítmico de clase I o III⁵. La incidencia de complicaciones es del 2,9%⁶.

En el tratamiento ablativo de las venas pulmonares, las técnicas de imagen no invasivas se emplean para planificar los procedimientos y durante su realización, dado que las imágenes de tomografía computarizada (TC) o resonancia magnética (RM) proporcionan el sustrato anatómico sobre el que se lleva a cabo el tratamiento electrofisiológico⁷. Por su relevancia clínica, también es importante familiarizarse con sus complicaciones⁵.

El objetivo de este trabajo es describir las principales complicaciones asociadas al tratamiento ablativo percutáneo de las venas pulmonares y sus hallazgos en estudios de TC (tabla 1).

Complicaciones que afectan a las propias venas pulmonares

Estenosis

La estenosis de las venas pulmonares ocurre en el 0,5% de los pacientes⁶ y suele darse a unos 3 meses tras la ablación⁸. La vena pulmonar inferior izquierda es la que con mayor frecuencia sufre estenosis⁸. La gravedad de los síntomas aumenta en función del grado de estenosis y del número de venas afectadas. El manejo de las estenosis de las venas pulmonares se realiza en función de su gravedad, que se calcula comparando los diámetros con los obtenidos en el estudio preablación⁸. Si la estenosis es de un 50-70%, se recomienda seguimiento en 3-6 meses; si es de un 75%, se recomienda repetir la TC en 3 meses. Si la estenosis es de un 90%, se debe

Tabla 1 Clasificación de las complicaciones asociadas a la ablación de venas pulmonares según su localización

Complicaciones que afectan a las propias venas pulmonares	Estenosis Trombosis
Otras complicaciones cardíacas	Derrame pericárdico y pericarditis Perforación cardíaca, taponamiento cardíaco y hemopericardio
Complicaciones intratorácicas extracardiácas	Infarto pulmonar Neumonía Neumotórax y hemotórax Parálisis diafragmática Ulceración esofágica y fístula atrioesofágica Hemorragia pulmonar
Complicaciones a distancia	Embolización trombótica Embolización de catéter Hematoma y hemorragia Gastroparesia
Complicaciones asociadas al acceso vascular	Hematoma en la zona de punción Fístula arteriovenosa Seudoaneurisma

tratar de manera urgente porque puede progresar a oclusión en un plazo de 3-6 semanas⁸. La TC y, en menor medida, la RM son las técnicas de elección para su diagnóstico, aunque dada su limitada resolución espacial, pueden sobrestimar el grado de estenosis respecto a la angiografía convencional⁸ (fig. 1). El tratamiento de elección es la angioplastia a veces seguida de la colocación de un *stent*, aunque el beneficio de este no está totalmente demostrado⁵.

Debe recordarse que: es importante cuantificar el grado de estenosis de las venas pulmonares para manejar correctamente estos pacientes.

Trombosis

La trombosis de las venas pulmonares es una complicación poco frecuente, debido al tratamiento anticoagulante que se instaura inmediatamente después del procedimiento.

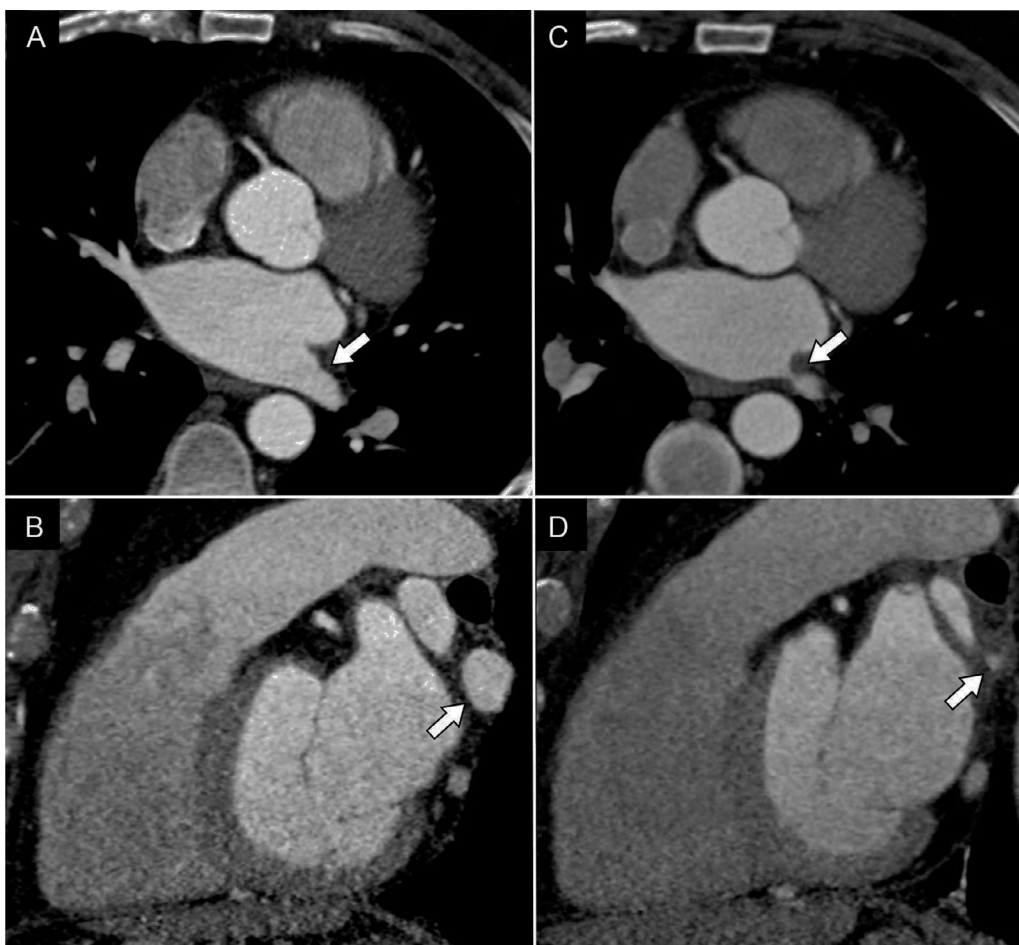


Figura 1 Varón de 76 años con disnea leve de 6 meses de evolución, aparecida después de la ablación de venas pulmonares. A y B) En la angio-TC realizada para la planificación del procedimiento se observa una vena pulmonar inferior izquierda de calibre normal (flechas). C y D) La angio-TC llevada a cabo 6 meses después del procedimiento puso de manifiesto una disminución significativa de su diámetro debida a estenosis posablación (flechas).

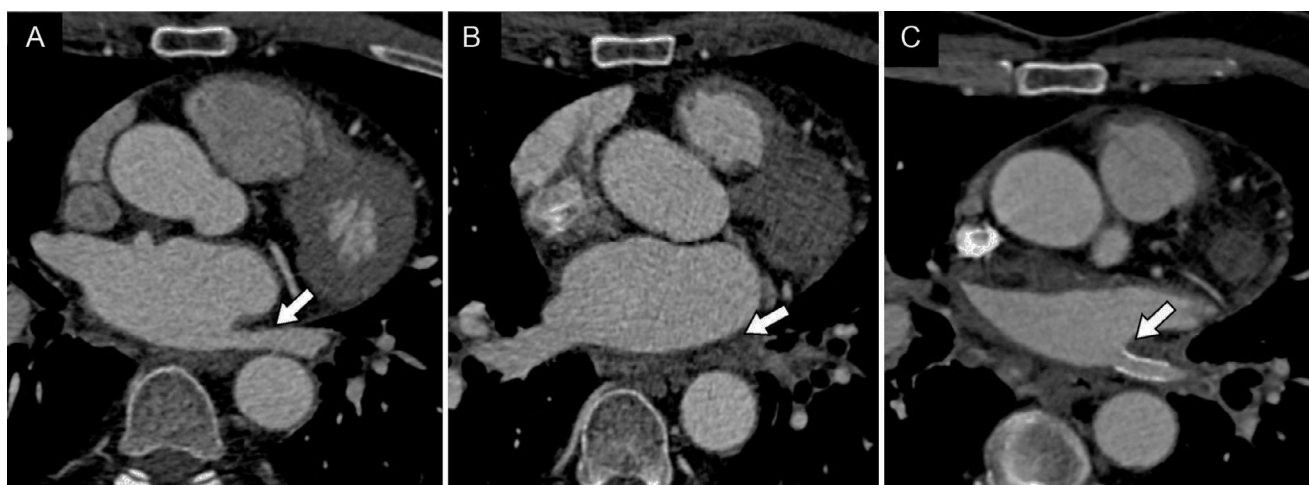


Figura 2 Paciente de 68 años que presentó disnea moderada 2 meses después de la ablación de venas pulmonares. A) La angio-TC preablación mostró una vena pulmonar inferior izquierda de calibre normal (flecha). B) El estudio realizado 2 meses después de la ablación puso de manifiesto una disminución significativa del diámetro de la misma asociada a trombosis (flecha). C) El paciente fue tratado mediante la colocación de un *stent*, con buen resultado (flecha).

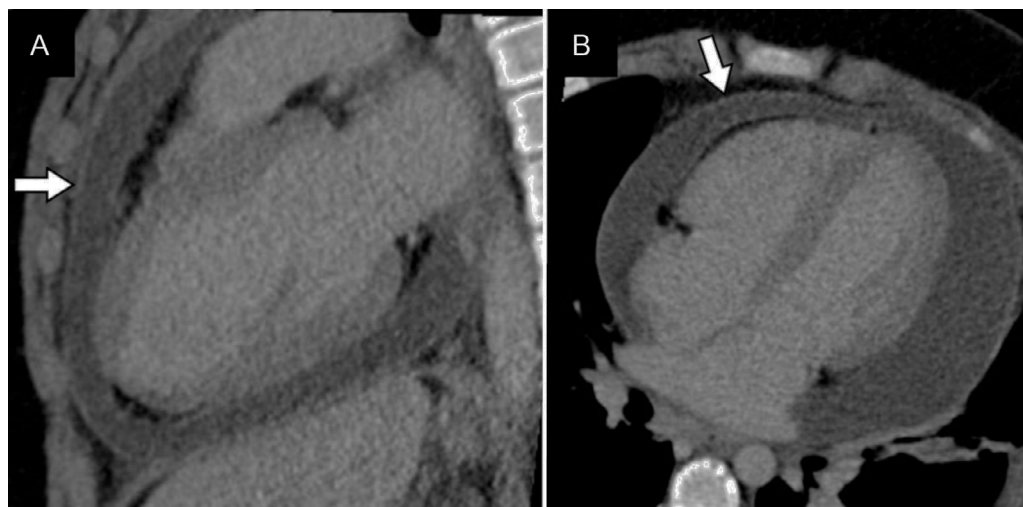


Figura 3 Paciente varón de 71 años con antecedente de ablación de las venas pulmonares 3 semanas antes, acude por dolor precordial irradiado a espalda. A) Plano de dos cámaras. B) Plano de cuatro cámaras. El estudio mostró un derrame pericárdico moderado, de densidad homogénea (0-10 UH). Se observó captación de contraste por parte del pericardio, que presentaba un grosor normal. Fue diagnosticado de pericarditis aguda.

Suele ocurrir cerca de 3 meses después de la ablación⁸ y cursa con dolor torácico, disnea y hemoptisis⁹. En la TC se manifiesta como oclusión completa de la luz de la vena. Es frecuente observar infiltración perivenosa y adenopatías locorreregionales secundarias a la inflamación provocada por el daño térmico. En el parénquima pulmonar se suelen observar consolidaciones subpleurales en forma de cuña¹⁰ (fig. 2).

Otras complicaciones cardíacas

Derrame pericárdico y pericarditis

El derrame pericárdico posablación suele ser leve y cursa de manera asintomática. Ocurre en el 0,7% de los pacientes. Ocasionalmente, el paciente puede sufrir pericarditis, que se manifiesta en forma de líquido pericárdico, grosor pericárdico mayor de 1-2 mm y realce¹¹. Si el derrame provoca constricción, el paciente manifestará disnea, elevación de la presión venosa yugular y edema de extremidades inferiores. En la TC se podrá observar colapso de cavidades derechas y aplanamiento del tabique interventricular¹² (fig. 3).

Perforación cardíaca, taponamiento cardíaco y hemopericardio

Las causas más frecuentes de perforación cardíaca son la punción accidental de la cara posterior de la aurícula izquierda, el daño mecánico directo, especialmente de la orejuela, y el daño térmico excesivo de la pared auricular⁵.

El taponamiento cardíaco suele ocurrir tras unos 12 días del procedimiento con una incidencia del 1%. Es la causa más frecuente de fallecimiento posablación, con una mortalidad del 5%⁶. Se produce por una acumulación de líquido en la cavidad pericárdica y una presión mayor de 20 mmHg. Puede ser debido a sangre, pus o líquido seroso secundario a pericarditis¹¹. En la TC se manifiesta como acumulación de líquido en la cavidad pericárdica que provoca compromiso

de la función cardíaca¹³. Puede asociar aumento del calibre de las venas cavas, hepáticas y renales, linfedema periportal y reflujo de contraste hacia la vena cava inferior o a la vena ácigos.

En la TC, el hemopericardio se puede manifestar como un patrón de dos bandas, una hiperdensa y otra hipodensa, la primera rodeando al epicardio (formada por coágulo) y la segunda, periférica (formada por sangre fresca) o como una única banda hiperdensa que rodea al epicardio con un patrón de nivel líquido isodenso-hiperdenso¹⁴ (fig. 4).

Debe recordarse que: el taponamiento cardíaco es la complicación fatal más frecuente.

Complicaciones intratorácicas extracardíacas

Infarto pulmonar

El infarto pulmonar posablación puede ser secundario a estenosis grave o trombosis de una vena pulmonar^{2,15}. Se suele manifestar en forma de opacidades multifocales o consolidaciones periféricas localizadas en el territorio correspondiente al vaso afectado y se suele acompañar de engrosamiento septal intersticial en fases crónicas¹⁵. Se debe sospechar un infarto pulmonar ante una consolidación nueva periférica, con forma de cuña en un paciente con antecedente de ablación reciente¹⁰ (fig. 5).

Neumonía

La estenosis o trombosis de una vena tratada puede provocar que los segmentos pulmonares drenados por esta se encuentren peor perfundidos y ventilados, lo que facilita

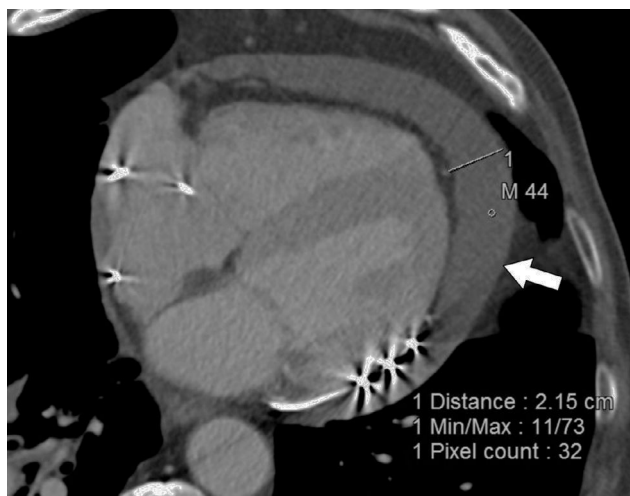


Figura 4 Paciente varón de 80 años que durante el procedimiento de ablación de venas pulmonares refiere dolor torácico sin alteración del segmento ST. Ante la persistencia de la molestia durante el ingreso, se realizó una angio-TC, en la que se observó un derrame pericárdico con un grosor máximo de 21 mm y valores de atenuación elevados (44 UH), sugestivo de hemopericardio.

el desarrollo de infecciones broncopulmonares, que pueden ser resistentes al tratamiento³.

Neumotórax y hemotórax

La frecuencia de neumotórax o hemotórax tras ablación es del 0,2%⁶. Suele ser debido a punción accidental de la pleura durante el acceso venoso yugular o subclavio¹⁶. En casos de neumotórax a tensión se observará desplazamiento mediastínico hacia el lado contralateral, aplanamiento o inversión del hemidiafragma ipsilateral e hiperexpansión del hemitórax ipsilateral¹⁷.

Parálisis diafragmática

La lesión del nervio frénico durante el procedimiento puede provocar parálisis del diafragma. Ocurre en el 0,3% de los pacientes⁶. Característicamente se afecta el nervio frénico derecho en su transcurso cercano a la vena pulmonar superior derecha, y menos comúnmente el izquierdo a su paso por la orejuela izquierda. Es una complicación benigna (el 31-50% de los pacientes permanecen asintomáticos) y transitoria (en un 80% de los pacientes se resuelve en un periodo de 6 a 28 meses)¹⁸. Se manifiesta en forma de elevación del hemidiafragma afectado. Su diagnóstico se puede confirmar mediante fluoroscopia o ecografía y la prueba del olfateo al demostrar que el hemidiafragma paralizado no se mueve durante la inspiración o que presenta un movimiento paradójico¹⁸⁻²⁰ (fig. 6).

Ulceración esofágica y fistula atrioesofágica

El daño esofágico es una complicación rara (0,08% de los pacientes) que ocurre con más frecuencia después de la ablación de las venas pulmonares inferiores. Se puede manifestar en forma de eritema, ulceración o perforación de la mucosa⁶. La perforación esofágica constituye la segunda causa de fallecimiento más frecuente, por detrás del taponamiento cardíaco, por lo que el diagnóstico temprano es vital. Suele ocurrir entre los días 3 y 35 posablación. En radiología simple se puede observar neumomediastino. El esofagograma puede mostrar extravasación de contraste hacia el mediastino. La técnica de elección para su diagnóstico es la TC. Característicamente se identifican burbujas aéreas en el mediastino. Si existe fistula atrioesofágica también se pueden observar en la aurícula izquierda (fig. 7). Ante la sospecha de esta entidad, están contraindicadas tanto la ecocardiografía transesofágica como la endoscopia, debido al riesgo de producir mayor daño y/o embolia aérea masiva secundaria a la insuflación de CO₂²¹. El tratamiento consiste en un abordaje quirúrgico urgente^{21,22}.

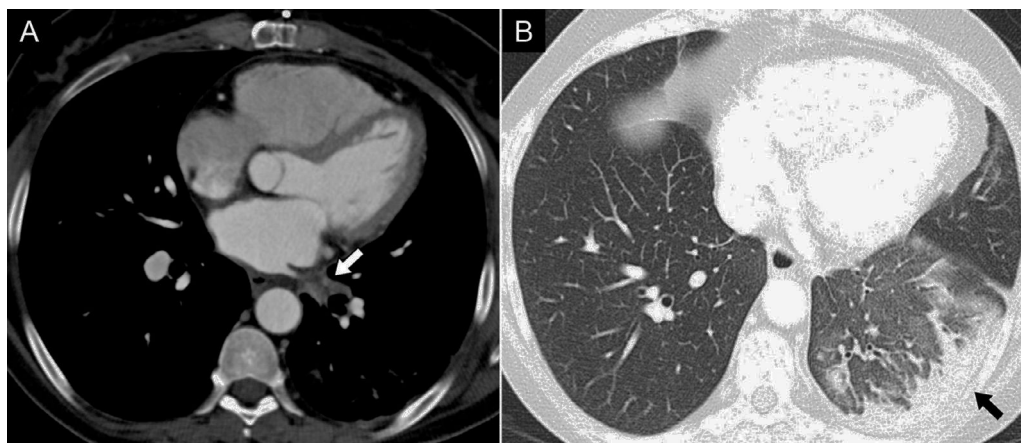


Figura 5 Mujer de 68 años que acude por disnea de instauración progresiva 10 semanas después del procedimiento de ablación. Ante la sospecha clínica de estenosis de vena pulmonar se realizó una angio-TC. A) Ventana de mediastino. El estudio puso de manifiesto trombosis de la vena pulmonar inferior izquierda. B) Ventana de parénquima pulmonar. Se observó, además, una consolidación pulmonar de base de implantación periférica en el lóbulo inferior izquierdo que asociaba áreas en vidrio deslustrado y engrosamiento de los septos interlobulillares, compatible con infarto pulmonar.

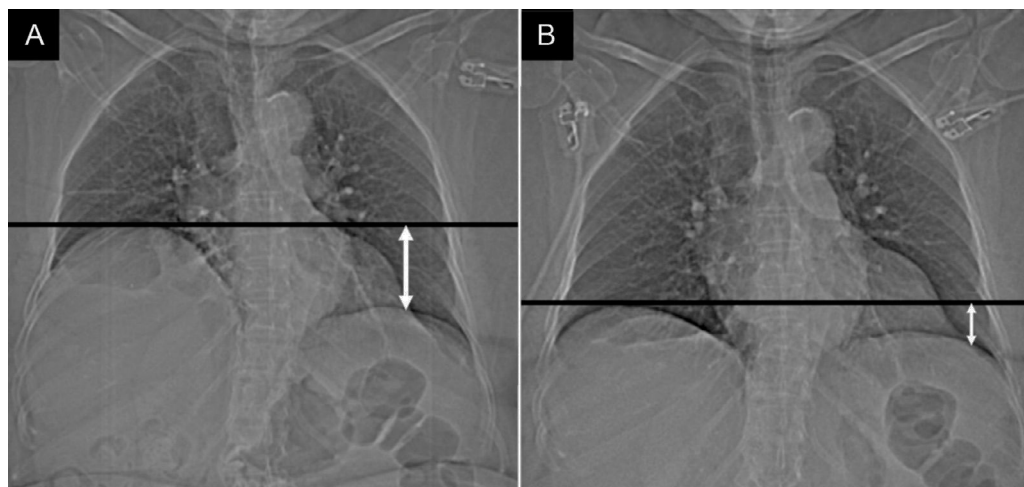


Figura 6 Paciente varón de 58 años, con disnea leve, que acude a consulta para seguimiento 2 meses después del tratamiento de ablación. A y B) Topogramas de tomografía computarizada. El estudio puso de manifiesto una elevación del hemidiafragma derecho (A) respecto al estudio basal (B), hallazgos sugestivos de parálisis del hemidiafragma derecho por lesión del nervio frénico ipsilateral.

Hemorragia pulmonar

La hemorragia pulmonar es una complicación rara pero potencialmente grave. Desde el punto de vista radiológico se manifiesta como atenuación en vidrio deslustrado, consolidación o patrón en empedrado ("crazy-paving")²³.

Complicaciones a distancia

Embolización trombótica

La embolización trombótica, con una incidencia del 0,5%, ocurre de manera característica entre las primeras 24 h y las siguientes 2 semanas tras la ablación^{5,6,24}. Se puede manifestar como tromboembolia pulmonar, ictus, isquemia vascular periférica o embolia cerebral silente^{5,19}. El aumento del

riesgo trombótico se debe a que los catéteres utilizados son protrombóticos, a que las lesiones provocadas en el endotelio atrial favorecen el depósito de plaquetas y la formación de trombos y a que la ablación induce la activación del sistema de coagulación^{5,19}.

Embolización de catéter

La embolización del catéter es una complicación rara, no descrita previamente, que puede causar compromiso vascular a nivel cerebral, coronario o vascular periférico⁵ (fig. 8).

Hematoma y hemorragia

Los hematomas espontáneos son secundarios a la anticoagulación^{3,5}. En pacientes hemodinámicamente

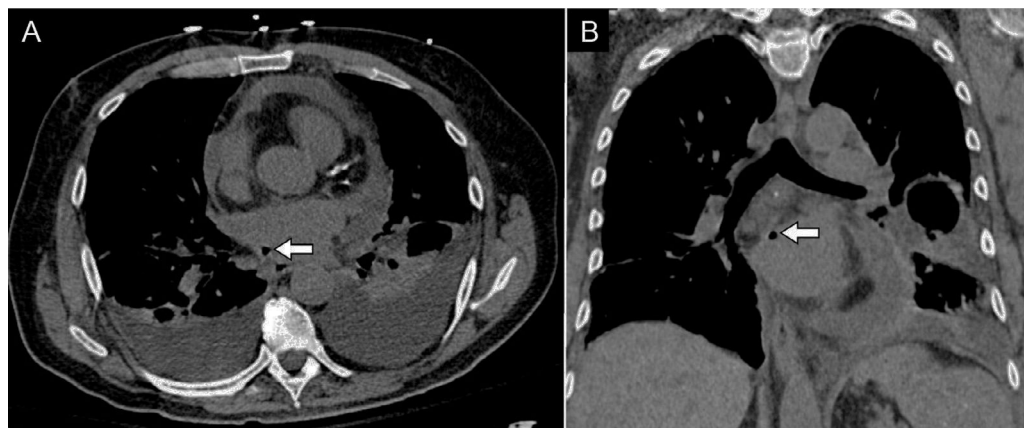


Figura 7 Paciente varón de 80 años que en la primera semana posablación presentó disnea súbita grave y dolor torácico. Se le realizó una tomografía computarizada torácica de urgencia. A) Imagen axial. B) Imagen coronal. Se observó la presencia de una burbuja de gas en el interior de la aurícula (flechas), hallazgo característico de fístula atrioesofágica. Nótese, además, la presencia de derrame pleural bilateral y derrame pericárdico. (Imágenes cortesía del Dr. Girish Shroff, Memorial Hermann Texas Medical Center, Texas, Estados Unidos).

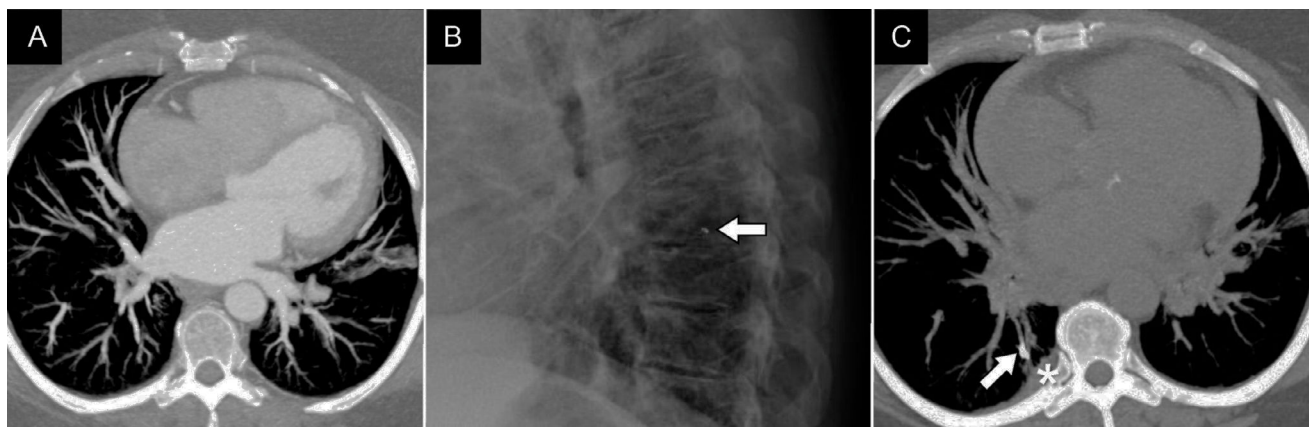


Figura 8 Mujer de 47 años que acude a consulta para someterse a un procedimiento de ablación de venas pulmonares por fibrilación auricular. A) Reconstrucción MIP. La angio-TC preablación mostró permeabilidad de las venas pulmonares y una pequeña atelectasia en llingula. B) En la radiografía de tórax lateral de control posablación realizada durante su ingreso se identificó una imagen de densidad metal en la base derecha. Lo más probable es que se trate del catéter de mapeo eléctrico de la aurícula que se utiliza previo a la ablación. Se realizó una tomografía computarizada de tórax para determinar la localización exacta de dicho elemento metálico. C) Reconstrucción MIP. Se observó que dicho elemento metálico se encontraba localizado en una rama de la vena pulmonar inferior derecha. Dicho émbolo de cuerpo extraño provocaba, además, un infarto venoso pulmonar en la periferia de este lóbulo (asterisco).

estables, la angiografía por TC es la técnica diagnóstica de elección manifestándose como una colección que puede comprimir las estructuras adyacentes, en algunos casos con nivel líquido-líquido debido al efecto de hematocrito. Si el sangrado es activo se puede objetivar extravasación del contraste intravenoso. En pacientes hemodinámicamente inestables se recomienda realizar una angiografía convencional urgente para detectar el vaso sangrante y embolizarlo selectivamente²⁵.

Gastroparesia

La lesión del nervio vago en su trayecto periesofágico es una complicación benigna que conlleva una gastroparesia iatrogénica. Clínicamente cursa con vómitos y plenitud

posprandial. Se suele tratar de manera conservadora con eritromicina y procinéticos. La recuperación es satisfactoria en la mayoría de los pacientes en un plazo de 3 semanas a 12 meses. La gastroparesia suele manifestarse como un estómago distendido, con hipomotilidad y retraso en su vaciamiento²⁶ (fig. 9).

Debe recordarse que: la parálisis diafragmática y la gastroparesia son complicaciones benignas y transitorias asociadas al daño de los nervios frénico y vago, respectivamente.

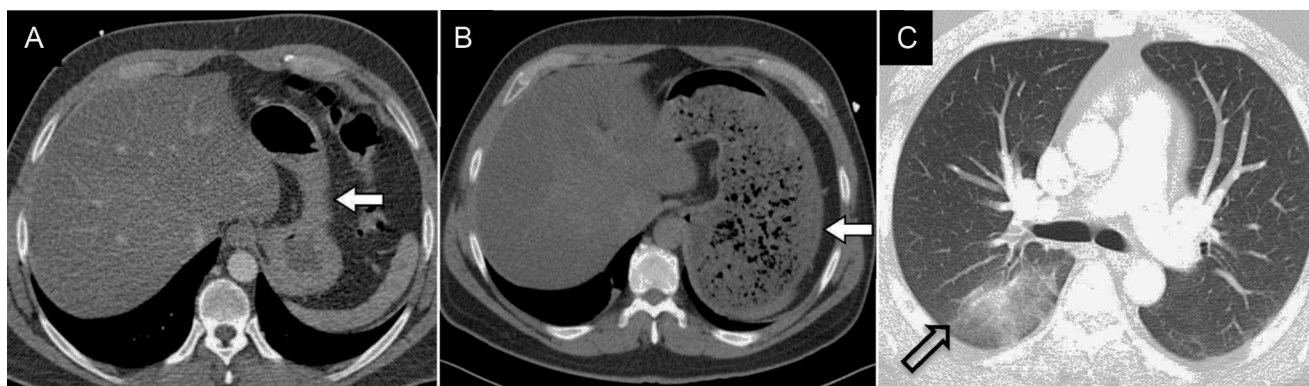


Figura 9 Varón de 47 años con disfagia y dolor abdominal 2 días después del procedimiento de ablación de las venas pulmonares por fibrilación auricular. Imagen de tomografía computarizada previa al procedimiento (A) e imágenes tras el procedimiento (B y C). En las imágenes posablación se observa una distensión gástrica importante (flecha) (B), probablemente debida a gastroparesia por lesión del nervio vago durante el procedimiento, y consolidación alveolar en el lóbulo inferior derecho (flecha hueca) (C) compatible con aspiración.

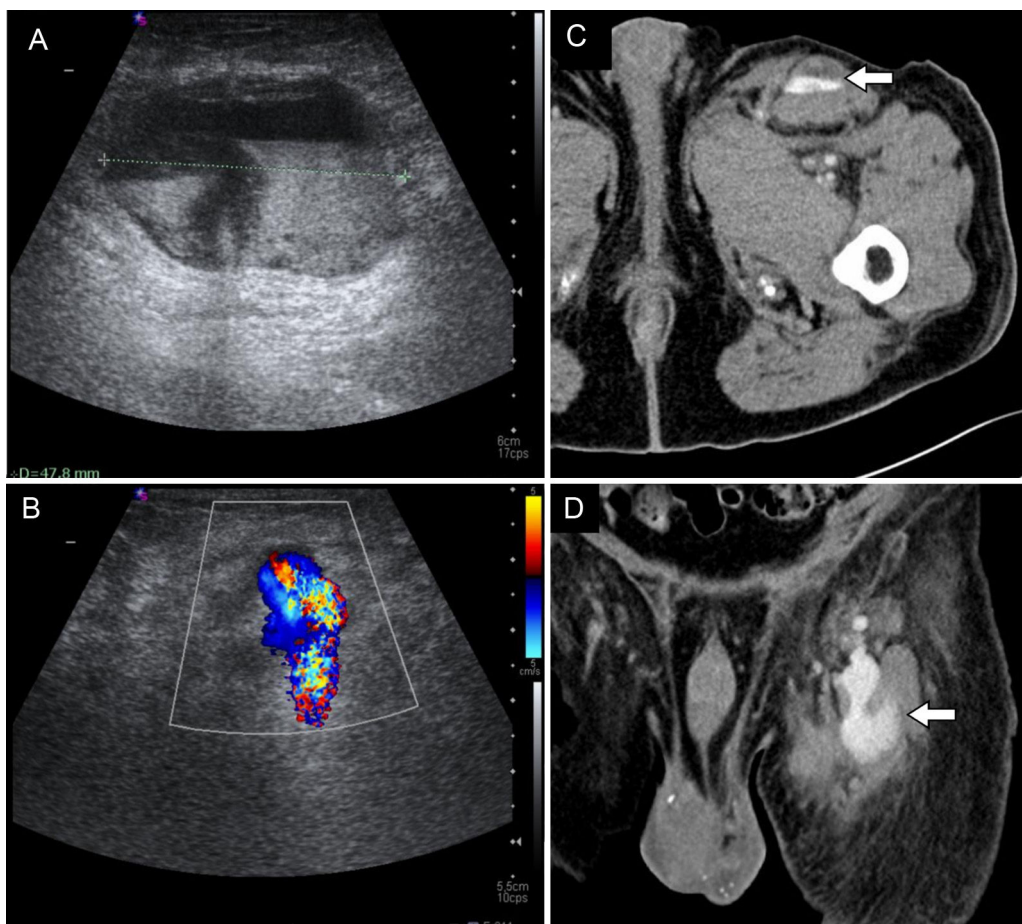


Figura 10 Paciente varón de 71 años que refiere una masa pulsátil en ingle izquierda 6 días después de un procedimiento de ablación de venas pulmonares. A y B) Se realizó una ecografía en la que se objetivó una masa heterogénea de 5 cm en la ingle izquierda (A). La ecografía Doppler color demostró que presentaba un cuello pequeño (flecha en B). Ante la sospecha de un pseudoaneurisma parcialmente trombosado se solicitó un estudio de tomografía computarizada. Las imágenes axiales (C) y coronales (D) poscontraste confirmaron los hallazgos al demostrar una colección ovalada y fuga de contraste en fase arterial (flechas). Se trató al paciente con la combinación de coils de embolización y trombina intraaneurismática bajo control ecográfico.

Complicaciones asociadas al acceso vascular

Hematoma en la zona de punción

Las complicaciones asociadas al acceso vascular son las más frecuentes (1,4%)^{5,6} destacando los hematomas en el sitio de punción (0,33% a 1,16%)²⁷, que se suelen distribuir a lo largo de la vaina femoral hacia el triángulo femoral y se manifiestan como un aumento de partes blandas hiperdenso, y pueden presentar un nivel líquido-líquido²⁸.

Fístula arteriovenosa

La fístula arteriovenosa ocurre en el 0,43% de los pacientes^{5,6}. En la ecografía Doppler presenta característicamente una onda de alto flujo y baja resistencia. En la angio-TC se detecta un realce venoso precoz en la

fase arterial. Un tercio de las fístulas arteriovenosas se resuelven espontáneamente al cabo de un año²⁹.

Seudoaneurisma

El pseudoaneurisma surge como consecuencia de la interrupción de la capa íntima arterial, creándose un saco formado por la media y/o la adventicia que contiene la sangre³⁰. Ocurre en el 0,5% de los casos⁵. En ecografía se manifiesta como una estructura hipoeoica de flujo turbulento, con la característica apariencia de “ying-yang” causada por el flujo bidireccional en su interior³⁰. En angio-TC se identifica una estructura redondeada que se rellena de contraste en fase arterial.

La implantación de un *stent* recubierto es una solución efectiva y segura en fístulas arteriovenosas y pseudoaneurismas que no se resuelven espontáneamente. Otras alternativas de tratamiento para los pseudoaneurismas son la

inyección de trombina guiada por ecografía, la embolización con *coils* o el tratamiento quirúrgico³⁰ (fig. 10).

Debe recordarse que: las complicaciones más frecuentes son las asociadas al acceso vascular e incluyen el hematoma, la fístula arteriovenosa y el pseudoaneurisma

Conclusión

Las complicaciones asociadas al tratamiento ablativo de las venas pulmonares son muy variadas en gravedad y localización. Es necesario conocerlas para realizar un diagnóstico temprano e instaurar su tratamiento.

Autoría

1. Responsable de la integridad del estudio: JMMP, AJVM.
2. Concepción del estudio: PMGB, AJVM, JIGB, GBA.
3. Diseño del estudio: JMMP, AJVM, GBA.
4. Obtención de los datos: PMGB, AJVM, JIGB.
5. Análisis e interpretación de los datos: JMMP, PMGB, AJVM, GBA.
6. Tratamiento estadístico: NA.
7. Búsqueda bibliográfica: JMMP, PMGB, AJVM, GBA.
8. Redacción del trabajo: JMMP, PMGB, AJVM, GBA.
9. Revisión crítica del manuscrito con aportaciones intelectuales relevantes: AJVM, GBA.
10. Aprobación de la versión final: GBA, JMMP, PMGB, AJVM, JIGB.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Anderson JL, Halperin JL, Albert NM, Bozkurt B, Brindis RG, Curtis LH, et al. Management of patients with atrial fibrillation (compilation of 2006 ACCF/AHA/ESC and 2011 ACCF/AHA/HRS recommendations): a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol*. 2013;61:1935–44.
2. Ghaye B, Szapiro D, Dacher J, Rodriguez L, Timmermans C, Devillers D, et al. Percutaneous ablation for atrial fibrillation: the role of cross-sectional imaging. *Radiographics*. 2003;23:19–33.
3. Themistoclakis S, Bonso A, Rossillo A, Risks Raviele A. Complications of Catheter Ablation of Atrial Fibrillation: How Do We Avoid Them. *Hellenic J Cardiol*. 2004;45:250–5.
4. Crandall MA, Bradley DJ, Packer DL, Asirvatham SJ. Contemporary management of atrial fibrillation: update on anticoagulation and invasive management strategies. *May Clin Proc*. 2009;84:643–62.
5. Calkins H, Kuck KH, Cappato R, Brugada J, Camm AJ, Chen SA, et al. 2012 HRS/EHRA/ECAS Expert Consensus Statement on Catheter and Surgical Ablation of Atrial Fibrillation: recommendations for patient selection, procedural techniques, patient management and follow-up, definitions, endpoints, and research trial design. *Europace*. 2012;14:528–606.
6. Gupta A, Perera T, Ganesan A, Sullivan T, Lau DH, Roberts-Thomson KC, et al. Complications of catheter ablation of atrial fibrillation: a systematic review. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2013;6:1082–8.
7. Porres DV, Morenza ÓP, Pallisa E, Roque A, Andreu J, Martínez M. Learning from the pulmonary veins. *Radiographics*. 2013;33:999–1022.
8. Holmes DR, Monahan KH, Packer D. Pulmonary vein stenosis complicating ablation for atrial fibrillation: clinical spectrum and interventional considerations. *JACC Cardiovasc Interv*. 2009;2:267–76.
9. Yataco J, Stoller JK. Pulmonary venous thrombosis and infarction complicating pulmonary venous stenosis following radiofrequency ablation. *Respir Care*. 2004;49:1525–7.
10. Frazier AA, Galvin JR, Franks TJ, Rosado-de-Christenson ML. From the archives of the AFIP: pulmonary vasculature: hypertension and infarction 1. *Radiographics*. 2000;20:491–524.
11. Rienmüller R, Gröll R, Lipton MJ. CT and MR imaging of pericardial disease. *Radiol Clin North Am*. 2004;42:587–601.
12. Ahsan SY, Moon JC, Hayward MP, Chow AW, Lambiase PD. Constrictive pericarditis after catheter ablation for atrial fibrillation. *Circulation*. 2008;118:834–5.
13. Restrepo CS, Lemos DF, Lemos JA, Velasquez E, Diethelm L, Ovella TA, et al. Imaging findings in cardiac tamponade with emphasis on CT 1. *Radiographics*. 2007;27:1595–610.
14. Watanabe S, Hyodoh H, Shimizu J, Okazaki S, Mizuo K, Rokukawa M. Classification of hemopericardium on postmortem CT. *Leg Med*. 2015;17:376–80.
15. Kwon M, Lee HY, Cho JH, Um S. Lung Infarction due to Pulmonary Vein Stenosis after Ablation Therapy for Atrial Fibrillation Misdiagnosed as Organizing Pneumonia: Sequential Changes on CT in Two Cases. *Korean J Radiol*. 2015;16:942–6.
16. Corrado A, Patel D, Riedlbauchova L, Fahmy TS, Themistoclakis S, Bonso A, et al. Efficacy, safety, and outcome of atrial fibrillation ablation in septuagenarians. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2008;19:807–11.
17. Kaewlai R, Avery LL, Asrani AV, Novelline RA. Multidetector CT of blunt thoracic trauma 1. *Radiographics*. 2008;28:1555–70.
18. Lambiris I, Mehta J, Helguera M. Shortness of breath after AV ablation: case of left phrenic nerve palsy. *J Community Hosp Intern Med Perspect*. 2013;3:19123.
19. Shroff G, Guirguis M, Ferguson E, Oldham S, Kantharia B. CT imaging of complications of catheter ablation for atrial fibrillation. *Clin Radiol*. 2014;69:96–102.
20. Nason LK, Walker CM, McNeely MF, Burivong W, Fligner CL, Godwin JD. Imaging of the diaphragm: anatomy and function. *Radiographics*. 2012;32:51–70.
21. Liu JX, Shiau MC. Esophageal Perforation Secondary to Radiofrequency Catheter Ablation for Atrial Fibrillation. *OMICS J Radiol*. 2012;1:106.
22. Mohanty S, Santangeli P, Mohanty P, Biase LD, Trivedi C, Bai R, et al. Outcomes of atrioesophageal fistula following

- catheter ablation of atrial fibrillation treated with surgical repair versus esophageal stenting. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2014;25:579–84.
23. Martí-Almor J, Jauregui-Abularach ME, Benito B, Vallès E, Bazan V, Sánchez-Font A, et al. Pulmonary hemorrhage after cryoballoon ablation for pulmonary vein isolation in the treatment of atrial fibrillation. *Chest.* 2014;145:156–7.
 24. Bhaskaran A, Chik W, Thomas S, Kovoov P, Thiagalingam A. A review of the safety aspects of radio frequency ablation. *Int J Cardiol.* 2015;8:147–53.
 25. Chan Y, Morales J, Reidy J, Taylor P. Management of spontaneous and iatrogenic retroperitoneal haemorrhage: conservative management, endovascular intervention or open surgery. *Int J Clin Pract.* 2008;62:1604–13.
 26. Kuwahara T, Takahashi A, Takahashi Y, Kobori A, Miyazaki S, Takei A, et al. Clinical characteristics and management of periesophageal vagal nerve injury complicating left atrial ablation of atrial fibrillation: lessons from eleven cases. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2013;24:847–51.
 27. Prudente LA, Moorman JR, Lake D, Xiao Y, Greebaum H, Mangrum JM, et al. Femoral vascular complications following catheter ablation of atrial fibrillation. *J Interv Card Electrophysiol.* 2009;26:59–64.
 28. Trerotola SO, Kuhlman JE, Fishman EK. CT and anatomic study of postcatheterization hematomas. *Radiographics.* 1991;11:247–58.
 29. González SB, Busquets JCV, Figueiras RG, Martín CV, Pose CS, de Alegría AM, et al. Imaging arteriovenous fistulas. *AJR Am J Roentgenol.* 2009;193:1425–33.
 30. Saad NE, Saad WE, Davies MG, Waldman DL, Fultz PJ, Rubens DJ. Pseudoaneurysms and the role of minimally invasive techniques in their management. *Radiographics.* 2005;25:173–89.