

Sarcoidosis cardíaca: epidemiología, diagnóstico y tratamiento

Cardiac sarcoidosis: Epidemiology, diagnosis and treatment

Daniel Salame-Waxman¹, Nilda Espinola-Zavaleta², Isabel Carvajal-Juárez² y Erick Alexandersón-Rosas^{2*}

¹Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Anáhuac México Norte, Naucalpan de Juárez, Estado de México; ²Departamento de Cardiología Nuclear, Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez, Ciudad de México. México

RESUMEN

A pesar de los avances tecnológicos, la prevención y del diagnóstico oportuno de la sarcoidosis, esta miocardiopatía sigue siendo un reto para los médicos, ya que el diagnóstico clínico es del 5%, pero es muy probable que se presente en al menos el 40%, lo que supone un grave problema de salud, incluso porque no existe aún una técnica de elección para el diagnóstico de sarcoidosis cardíaca. En este artículo de revisión se presentará, en un inicio, una visión general de la sarcoidosis y, posteriormente, se enfocará con mayor detalle en su afectación cardíaca. Se discutirá la epidemiología con sus distintas variantes dependiendo de la región en la que se presente; posteriormente, las manifestaciones clínicas, tanto sistémicas a causa de la sarcoidosis, como las que se presentan específicamente a nivel cardíaco. Se analizarán los distintos métodos diagnósticos, resaltando los beneficios y desventajas de cada uno, y haciendo énfasis en las nuevas propuestas existentes, dentro de las que destacan la tomografía por emisión de positrones (PET) con fluorodesoxiglucosa (PET 18F-FDG), la resonancia magnética (RM) y el PET/RM. Se evaluarán las mejores opciones en torno al manejo clínico y el pronóstico que tienen estos pacientes.

Palabras clave: Sarcoidosis cardíaca. Enfermedad multisistémica. Granulomas no caseificantes. Sarcoidosis.

Correspondencia:

*Erick Alexanderson-Rosas

E-mail: alexandersonerick@gmail.com

Recibido: 26-10-2018

Aceptado: 21-05-2019

DOI: 10.24875/ARM.19000059

1665-2118/©2019 Sociedad Mexicana de Radiología e Imagen, AC. Publicado por Permalyer México SA de CV. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

ABSTRACT

Despite technological advances, the prevention and opportunistic diagnosis of sarcoidosis, remains a challenge for physicians, since the clinical diagnosis is 5%, but it is very likely to occur in at least 40%, this being a serious problem of health even because there is no technique of choice for the diagnosis of cardiac sarcoidosis. In this review article, an overview of sarcoidosis will be presented at a later stage, focusing more on its cardiac involvement. The epidemiology with its different variations depending on the region where it occurs; subsequently the clinical manifestations both systemic because of sarcoidosis and those that occur specifically at cardiac level; besides the different diagnostic methods analyzing the benefits and disadvantages of each one; emphasizing the new existing proposals of which the PET with F-Fluorodeoxyglucose and MRI and the PET / MRI stand out. The best options around the clinical management and the prognosis that patients have with this disease.

Key words: Cardiac sarcoidosis. Multisystemic disease. Noncaseating granulomas. Sarcoidosis.

INTRODUCCIÓN

La sarcoidosis es una enfermedad multisistémica, granulomatosa y de etiología desconocida. Sin embargo, la evidencia acumulada sugiere que es causada por una respuesta inmune a un antígeno no identificado que se desencadena en personas genéticamente susceptibles¹.

Los granulomas no caseosos son el hallazgo histopatológico más común². Estos se encuentran compuestos por acumulaciones muy organizadas los mismos y células epiteliales derivadas de macrófagos, todos ellos se encuentran rodeados por linfocitos. Las células epiteliales fusionadas, que se transforman en células gigantes multinucleadas, con frecuencia se encuentran dispersas en todo el granuloma³.

Los pulmones son el sitio que se afecta con mayor frecuencia (90%), con aumento del

tamaño de los ganglios linfáticos mediastinales e hiliares o neumopatía parenquimatosa, pero también puede involucrar el corazón, el hígado, la piel, el bazo y los ojos. Esta enfermedad ocurre con mayor frecuencia (70%) en el grupo de edad entre 25 y 60 años, y es raro en personas menores de 15 años y mayores de 70 años de edad^{2,4}.

La sarcoidosis cardíaca es una enfermedad que puede llegar a ser potencialmente mortal, por lo que es imprescindible sensibilizar a los médicos de esta entidad⁵.

EPIDEMIOLOGÍA

La sarcoidosis tiene una distribución mundial, pero existe una gran diferencia en la prevalencia entre los distintos países. La incidencia anual de sarcoidosis es máxima en los países europeos septentrionales, con 5-40 casos/100,000 personas.

En Japón, la prevalencia es de 3.7/100,000, y en Finlandia, se estima que es de 28.2/100,000. A pesar de que todas las poblaciones resultan afectadas, los estudios realizados en los EE.UU. muestran que la enfermedad es más prevalente (3 a 4 veces más) en afroamericanos que en los caucásicos.

Ambos sexos son afectados, con una frecuencia mayor en el sexo femenino, que representa aproximadamente el 60%. La sarcoidosis se presenta en familias y es más frecuente en los gemelos monocigotos que en los dicigotos. Sin embargo, menos del 1% de los familiares en primer grado de pacientes con sarcoidosis están afectados, por lo que el diagnóstico oportuno en familiares asintomáticos es ineficaz en la mayoría de los casos.

La baja incidencia descrita en algunas regiones como África, China, India y Rusia se debe a un pobre acceso a la atención sanitaria, además de un seguimiento mínimo y un diagnóstico incorrecto de sarcoidosis, que se confunde con otras patologías como tuberculosis o lepra^{1,3,6}.

Estudios recientes de epidemiología, específicamente de sarcoidosis cardíaca, sugieren una mayor prevalencia de la enfermedad. Se presume que esto está relacionado probablemente con la tecnología avanzada, aunado a un mayor conocimiento de la enfermedad. El estudio más grande de sarcoidosis cardíaca fue una encuesta nacional de Finlandia, en la que se informó que la tasa de detección de sarcoidosis cardíaca aumentó más de 20 veces entre 1988 y 2014.

Posteriormente, se realizó un análisis, publicado en 2017, sobre las tendencias de hospitalización en los EE.UU. del 2005 al 2011 con

respecto a la sarcoidosis cardíaca. Los hallazgos principales mostraron que la prevalencia aumentó del año 2005 al 2011, tal y como era esperado, sin embargo, cambiaron las tendencias demográficas y las manifestaciones clínicas de los pacientes, con un aumento en arritmias y falla cardíaca, con disminución en el número de muertes. En general, se encontró un mayor porcentaje de pacientes afroamericanos con sarcoidosis cardíaca, que coincidió con los estudios realizados previamente. Se observó bloqueos auriculoventriculares avanzados, comparado con estudios realizados previamente en otros países⁵.

A pesar de los avances tecnológicos, la prevención y el diagnóstico oportuno siguen siendo un reto, ya que el diagnóstico clínico de pacientes con sarcoidosis es del 5%, pero es muy probable que se presente en al menos el 40%, lo que es un grave problema de salud, ya que aún no existe una técnica de elección para el diagnóstico de sarcoidosis cardíaca⁷.

MANIFESTACIONES CLÍNICAS

El curso clínico de la sarcoidosis varía desde una resolución espontánea hasta la enfermedad progresiva crónica. El mecanismo de resolución espontánea o progresiva de la enfermedad se desconoce⁶. Las manifestaciones clínicas variarán según la etnicidad, la raza y el sexo, además del órgano específico que se encuentre afectado.

La sarcoidosis muchas veces puede debutar con ganglios linfáticos mediastinales e hiliares aumentados de tamaño, que se detectan en la radiografía de tórax. Aproximadamente, el 50% de los pacientes con sarcoidosis son

diagnosticados incidentalmente en la radiografía de tórax⁴. Los pacientes asintomáticos normalmente refieren astenia, pérdida de peso y sudoración nocturna, mientras que la sarcoidosis sintomática se puede manifestar de forma insidiosa o como una enfermedad aguda^{1,3}.

El cuadro clínico de la sarcoidosis es atípico en niños, que presentan menor afección pulmonar y mayor extratorácica⁸.

Las manifestaciones clínicas de la sarcoidosis cardíaca dependen de la localización, extensión y de la actividad de la enfermedad. Los trastornos de la conducción y las arritmias ventriculares, e incluso la muerte súbita y la falla cardíaca, son las manifestaciones principales de esta enfermedad^{1,3}.

Desde el punto de vista fisiológico, los granulomas pueden conducir a taquiarritmias de re-entrada, que se manifiestan con palpitaciones o síncope así como bradiarritmias y síncope. La insuficiencia cardíaca congestiva puede llegar a ser el resultado de una sarcoidosis generalizada del miocardio con una fracción de expulsión del ventrículo izquierdo (FEVI) disminuida, que puede llevar a la muerte. A diferencia de otras miocardiopatías infiltrativas, como la amiloidosis, la afectación del miocardio en la sarcoidosis suele ser irregular^{1,9}.

Estos pacientes son altamente sintomáticos, con una presentación variada en los síntomas. Los síntomas extracardíacos son poco frecuentes, y cuando esto sucede, la afección pulmonar generalmente tiene baja frecuencia. Los pacientes que se presentan con sarcoidosis cardíaca, clínicamente silenciosa, pueden tener síntomas poco específicos como dolor de pecho, disnea, fatiga, que son

normalmente provocados por la enfermedad extracardíaca².

Se pueden encontrar granulomas cardíacos en aproximadamente el 25% de los pacientes con sarcoidosis durante la autopsia; a pesar de que la sospecha clínica ocurre solamente en el 5%, como ya se mencionó previamente. Estos granulomas infiltran la mayoría de las veces la pared lateral del ventrículo izquierdo, seguida del tabique interventricular, que afecta frecuentemente el sistema de conducción^{3,8}.

DIAGNÓSTICO

Como se ha mencionado, no existe un diagnóstico patognomónico para la sarcoidosis, por lo que el diagnóstico sigue siendo por exclusión. Cabe resaltar que la presencia de granulomas no caseosos no establece el diagnóstico porque otras entidades, como la tuberculosis pueden causarlos⁴.

Se deben realizar estudios de laboratorio (biometría hemática completa, química sanguínea, examen general de orina, excreción urinaria de calcio en 24 horas y prueba cutánea de tuberculina), radiografía de tórax, espirometría y capacidad de difusión del monóxido de carbono en respiración única. La biopsia se efectúa únicamente en tejidos accesibles con sospecha de sarcoidosis².

El diagnóstico para la sarcoidosis cardíaca se fundamenta en estudios de imagen entre ellos:

- Biomarcadores: La enzima convertidora de angiotensina (ECA) se encuentra elevada en el 60% de los pacientes con sarcoidosis, pero los niveles séricos de la

- ECA carecen de sensibilidad y especificidad para el diagnóstico².
- Electrocardiograma (ECG): Es anormal en pacientes que manifiestan la enfermedad. Las anormalidades incluyen varios grados de trastornos en la conducción, tal como bloqueo de rama aislado y fascicular. El bloqueo de rama derecha es más común que el de izquierda así como fragmentación del QRS, cambios en el segmento ST y en la onda T, ondas Q patológicas, entre otras alteraciones. El ECG es anormal solo en el 3.2 a 8.6% de los pacientes que tienen sarcoidosis cardíaca silenciosa².
 - Radiografía de tórax: La radiografía se realiza en la sarcoidosis extratorácica y es anormal en el 85 a 95% de los pacientes. La tomografía de alta resolución es más precisa; sin embargo, no existe suficiente evidencia que indique que una tomografía negativa puede excluir el diagnóstico de sarcoidosis cardíaca².
 - Ecocardiograma: Es anormal cuando la enfermedad se manifiesta, pero normal cuando es silenciosa. Las anormalidades son inespecíficas y pueden variar, la hipertrofia del septum interventricular basal puede ser una característica de sarcoidosis cardíaca y, de manera menos frecuente, la hipertrofia del ventrículo izquierdo. Entre otras anomalías se puede encontrar disfunción diastólica y sistólica biventricular^{2,7}.
 - Resonancia magnética (RM): No existe un patrón específico que permita realizar el diagnóstico, pero este puede ser irregular y multifocal. El reforzamiento tardío con gadolinio se presenta con más frecuencia en los segmentos basales del septum interventricular y de la pared lateral y en el epicardio; sin embargo, puede presentarse la afección transmural². Cada vez se utiliza la resonancia magnética con mayor frecuencia para el manejo de la sarcoidosis cardíaca clínicamente silenciosa. La tecnología se ha desarrollado, y actualmente se pueden realizar estudios de tomografía por emisión de positrones (PET) combinados con RM, que permiten la obtención de imágenes de alta resolución para la detección de inflamación y fibrosis².
 - Tomografía computarizada (TC): La tomografía de alta resolución ayuda a detectar anormalidades parenquimatosas tempranas. Está indicada cuando la radiografía muestra cambios atípicos para sarcoidosis⁴.
 - PET con fluorodesoxiglucosa (F-FDG): La FDG es un análogo de glucosa que es útil para diferenciar un tejido normal de otro con inflamación activa. El estudio de PET con F-FDG se usa con mayor frecuencia para detectar inflamación miocárdica. La captación celular de este compuesto en la sarcoidosis se encuentra relacionada con los infiltrados celulares inflamatorios (Fig. 1), ya que estas células activas tienen una alta actividad glucolítica para satisfacer sus demandas energéticas, y a causa de esto puede producir niveles de adenosina trifosfato (ATP) que son casi 8 veces más altos que el basal. Después de cruzar la membrana celular por los transportadores de glucosa, tanto la F-FDG como la glucosa son fosforilados por la enzima hexocinasa. Mientras que la glucosa se metaboliza aún más, la F-FDG fosforilada permanece atrapada dentro de la célula y, gracias a esto, se puede formar la imagen. A medida que hay mayor captación de F-FDG en los distintos órganos, las imágenes de PET se visualizan mejor^{2,7,9}. Tanto la PET como la RM con gadolinio son útiles en pacientes con sospecha de afección neurológica y cardíaca⁴. El PET con FDG y la RM están indicadas para la

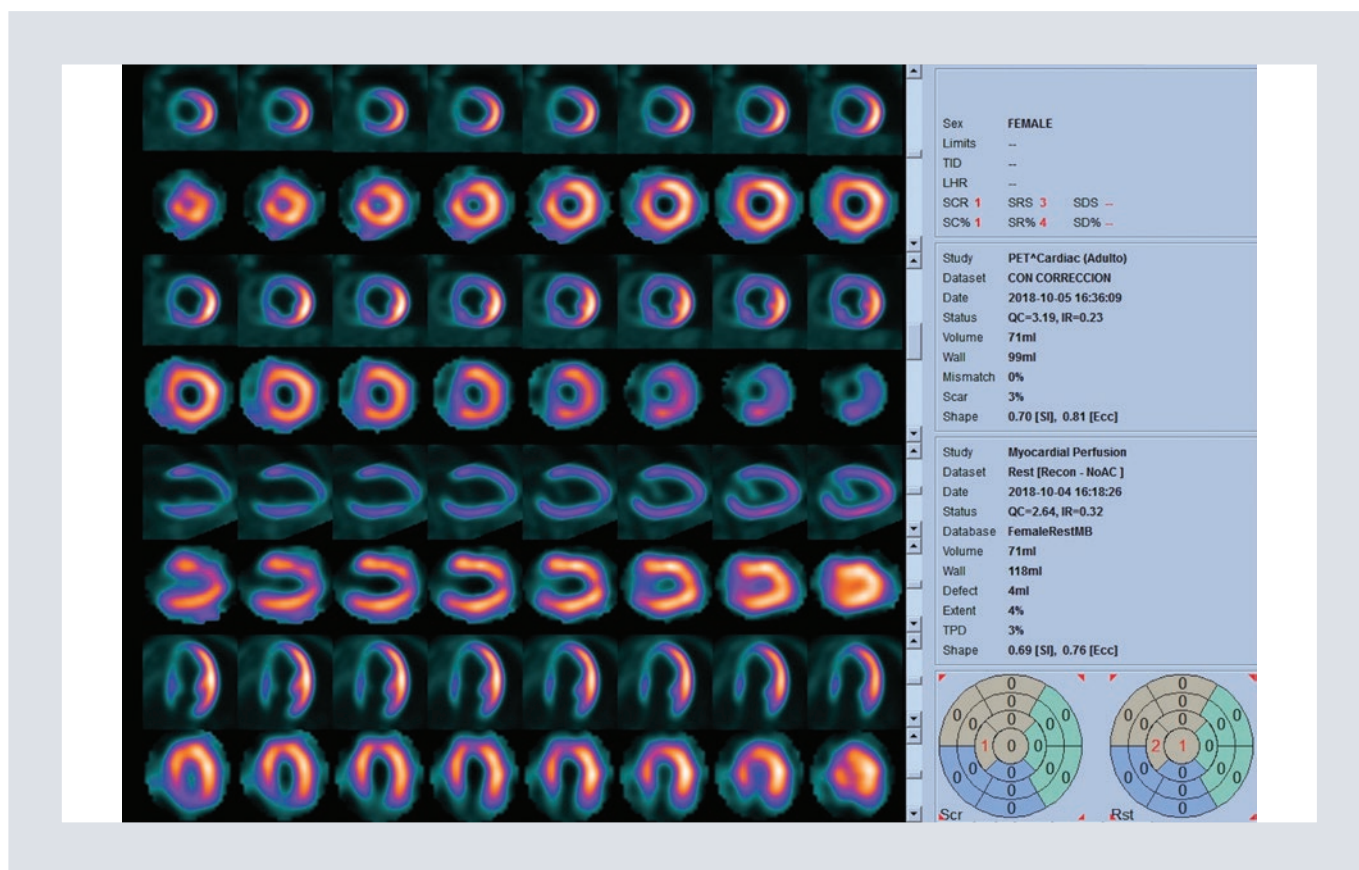


FIGURA 1. Estudio de Tomografía con emisión de positrones con 18F-fluorodesoxiglucosa/tomografía con emisión de fotón único con Tecnecio 99m-Metoxi isobutil-isomitrilo (PET 18F-FDG 199MTc MIBI SPECT) en reposo, que muestra perfusión normal y estudio metabólico con captación de FDG en la pared lateral del ventrículo izquierdo, que sugiere la presencia de sarcoidosis, probablemente en fase temprana.

evaluación de la sarcoidosis cardíaca, y no existe un consenso claro en el método de imagen de elección¹⁰⁻¹².

Antes del advenimiento del PET, los estudios de perfusión miocárdica con Tl-201 o 99mTc-sestamibi y la gammagrafía ⁶⁷Ga eran comúnmente realizados para detectar y monitorizar la sarcoidosis cardíaca¹³. Las imágenes de perfusión miocárdica pueden mostrar patrones de distribución reversa, en la que los defectos de perfusión en reposo disminuyen en condiciones de estrés¹⁴. Se cree que la redistribución reversa en amiloidosis cardíaca es causada por la constricción microvascular focal reversible en las arteriolas coronarias

alrededor de los granulomas¹⁵. De acuerdo con los resultados de algunos estudios, 99mTc-sestamibi parece ser superior al Tl-201 en la detección de la distribución reversa¹³⁻¹⁶. La gammagrafía con ⁶⁷Ga detecta la amiloidosis cardíaca durante su fase inflamatoria, debido a la acumulación en áreas con inflamación. Esta técnica también se puede usar en la sarcoidosis sistémica con una especificidad de casi el 100% y una sensibilidad que varía del 0 al 36%¹⁷, que se explica por una señal débil del isótopo de larga duración con emisión de fotones de alta energía.

- Biopsia endomiocárdica: La biopsia del tejido miocárdico es la prueba diagnóstica

definitiva para la sarcoidosis cardiaca y para la extracardiaca las biopsias de los tejidos afectados. En casos de biopsia extracardiaca negativa, la biopsia endomiocárdica puede ser requerida para confirmar el diagnóstico. Sin embargo, la biopsia endomiocárdica tiene una baja sensibilidad por la naturaleza focal de la enfermedad, y revela granulomas no caseosos en menos del 25% de los pacientes con sarcoidosis cardiaca. Para aumentar la sensibilidad se recomienda la realización de una biopsia guiada por imagen, ya sea por PET o RM².

En pacientes que presentan arritmias, disminución de la función ventricular o afectación septal en la RM o en la PET, debe de plantearse la realización de estudios electrofisiológicos y evaluar la necesidad de un desfibrilador automático implantable³.

En general, hay pocos estudios involucrados con el diagnóstico y monitoreo de estos pacientes, por lo que actualmente el consenso se basa en las guías del 2014 escritas por expertos en el campo, escogidos por la Sociedad del Ritmo Cardíaco y en colaboración con otras sociedades. Antes de estas, las únicas guías diagnósticas publicadas fueron las del ministerio de salud y criterios de bienestar de Japón². En las guías del ministerio de Japón para el diagnóstico de sarcoidosis cardiaca se habla sobre dos maneras distintas. El primero es de tipo histológico, donde se confirma con una biopsia endomiocárdica, demostrando los granulomas no caseificantes con diagnóstico clínico o histológico de afectación extracardiaca. El diagnóstico clínico se puede obtener cuando se cumple con al menos 2 de los 4 criterios mayores, o 1 mayor y 2 o más de los criterios menores.

Criterios mayores:

- Bloqueo atrioventricular avanzado.
- Adelgazamiento basal del septum inter-ventricular.
- Captación galio en el corazón.
- FEVI < 50%.

Criterios menores:

- Hallazgos anormales en el ECG: Arritmias ventriculares (taquicardia ventricular, complejo ventricular prematuro multifocal o frecuente), bloqueo completo de la rama derecha, desviación del eje o una onda.
- Ecocardiograma anormal: Movimiento regional parietal anormal, aneurisma ventricular o adelgazamiento de la pared.
- Medicina nuclear: Defecto de perfusión detectado por talio o mediante una gammagrafía miocárdica con tecnecio 99.
- RM con gadolinio: Mejoría tardía en el metabolismo del miocardio.
- Biopsia endomiocárdica: Fibrosis intersticial o infiltración de monocitos⁹.

DIAGNÓSTICOS DIFERENCIALES

Se debe hacer el diagnóstico diferencial con tuberculosis, linfoma de Hodgkin, metástasis y mononucleosis infecciosa⁴.

MANEJO CLÍNICO

Se utiliza el tratamiento de inmunosupresión en la sarcoidosis pulmonar, ocular neurológica o renal, a pesar de que, a lo largo de 50 años de uso, no existe evidencia de que haya beneficios en la sobrevivencia de pacientes que se someten a tratamiento con corticoides.

Se desconoce la dosis óptima de prednisona para alcanzar la mejor respuesta al tratamiento, aunque en la mayoría de los estudios se recomienda una dosis entre 30 y 40 mg al día, evaluando la respuesta en 1 a 3 meses. En caso de que no exista respuesta, la dosis de prednisona se debe aumentar de 5 a 15 mg al día por un periodo de 9 a 12 meses adicionales y continuarlo por lo menos por 3 años.

El metrotexato es usado como un agente de segunda línea y, en casos refractarios, otras terapias que han sido usadas en la sarcoidosis cardíaca incluyen azatioprina, ciclofosfamida e infliximab^{2,7}.

PRONÓSTICO

Los pacientes con sarcoidosis cardíaca o neurológica tienen peor pronóstico que el resto de los enfermos. La muerte en los pacientes con sarcoidosis cardíaca se debe a la falla cardíaca o a muerte súbita. En pacientes con manifestaciones clínicas, la disfunción ventricular izquierda es el predictor más importante de supervivencia^{2,6}.

En el estudio realizado por Chiu en 2005, se encontró que todos los pacientes con una FEVI normal tenían una supervivencia de 10 años; en los que tenían disfunción grave con FEVI < 30%, la tasa de supervivencia después de 1 año fue del 91%, del 57% después de 5 años y del 19% después de 10 años.

CONCLUSIONES

La sarcoidosis es una enfermedad granulomatosa que se puede presentar de manera

focal o diseminada. La sarcoidosis cardíaca en su historia natural puede cursar con arritmias o falla congestiva cardíaca e, incluso, la muerte en pacientes sin tratamiento. Con la utilización de la biopsia miocárdica se puede hacer el diagnóstico, sin embargo, su sensibilidad se encuentra limitada por la presentación en parches de los granulomas¹⁸.

Hasta la fecha se desconoce qué factores predisponen a ciertos pacientes a desarrollar sarcoidosis cardíaca, a pesar de que se están llevando a cabo estudios genéticos, aún sigue existiendo mucha falta de información.

Muchas veces el diagnóstico es realizado *post mortem* en pacientes que sufrieron de una muerte súbita y posteriormente se descubre la causa.

La sarcoidosis cardíaca es rara y difícil de diagnosticar, por lo que los médicos deben de tener un alto índice de sospecha e incluir la sarcoidosis como un probable diagnóstico diferencial en la insuficiencia cardíaca, planteando a la sarcoidosis cardíaca.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

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 han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores han obtenido el consentimiento informado de los pacientes y/o sujetos referidos en el artículo. Este documento obra en poder del autor de correspondencia.

BIBLIOGRAFÍA

- Walther J. Neumología clínica. 2.^a ed. Madrid: Elsevier; 2016.
- Birmie D, Nery P, Ha A, Beanlands R. Cardiac Sarcoidosis. JACC. 2016;68:411-21.
- Goldman L, Ausiello D, Goldman-Cecil SA. Tratado de medicina interna. 25.^a ed.; 2016.
- Ferri F. Ferri's clinical advisor 2018: 5 books in 1. 1.^a ed. Elsevier; 2017.
- Guo X, Vittinghoff E, Vedantham V, Pletcher M, Lee B. Trends in Hospitalizations for Cardiac Sarcoidosis in the United States, 2005-2011. Circulation J. 2017;81:1739-41.
- Sadda S, Hinton D, Schachat A, Wilkinson C, Weidemann P. Ryan's retina. 6th ed. 2017.
- Hamzeh N, Wamboldt F, Weinberger H. Management of Cardiac Sarcoidosis in the United States. Chest. 2012;141:154-62.
- Lazarus A. Sarcoidosis: Epidemiology, Etiology, Pathogenesis, and Genetics. Disease Mon. 2009;55:649-60.
- Skalli H, Schulman A, Dorbala S. F-FDG PET/CT for the assessment of myocardial sarcoidosis. Curr Cardiol Rep. 2013;15:352.
- Ohira H, Birnie DH, Pena E, Bernick J, Mc Ardle B, Leung E, et al. Comparison of (18)F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography (FDG PET) and cardiac magnetic resonance (CMR) in corticosteroid-naive patients with conduction system disease due to cardiac sarcoidosis. Eur J Nucl Med Mol Imag. 2016;43:259-69.
- Kim JS, Judson MA, Donnino R, Gold M, Cooper LT, Prystowsky EN, et al. Cardiac sarcoidosis. Am Heart J. 2009;157:9-21.
- Schatka I, Bengel FM. Advanced imaging of cardiac sarcoidosis. J Nucl Med. 2014;55:99-106.
- Le Guludec D, Menad F, Faraggi M, Weinmann P, Battesti JP, Valeyre D. Myocardial sarcoidosis: clinical value of technetium-99m sestamibi tomoscintigraphy. Chest. 1994;106:1675-82.
- Okayama K, Kurata C, Tawarahara K, Wakabayashi Y, Chida K, Sato A. Diagnostic and prognostic value of myocardial scintigraphy with thallium-201 and gallium-67 in cardiac sarcoidosis. Chest. 1995;107:330-4.
- Hirose Y, Ishida Y, Hayashida K, Maeno M, Takamiya M, Ohmori F, et al. Myocardial involvement in patients with sarcoidosis: an analysis of 75 patients. Clin Nucl Med. 1994;19:522-6.
- Eguchi M, Tsuchihashi K, Hotta D, Hashimoto A, Sasao H, Yuda S, et al. Technetium-99m sestamibi/tetrofosmin myocardial perfusion scanning in cardiac and noncardiac sarcoidosis. Cardiology. 2000;94:193-9.
- Yamagishi H, Shirai N, Takagi M, Yoshiyama M, Akioka K, Takeuchi K, et al. Identification of cardiac sarcoidosis with ¹³N-NH₃/¹⁸F-FDG PET. J Nucl Med. 2003;44:1030-6.
- Lagana S, Parwani A, Nichols L. Cardiac Sarcoidosis A Pathology-Focused Review. Arch Pathol Lab Med. 2010;134(7):1039-46.