



Utilidad de la imagen en multi-modalidad para el diagnóstico diferencial de las masas cardíacas

Julián Noche¹, Francisco Albornoz²

1. Jefe Programa Imagen Cardíaca Avanzada, Hospital Las Higueras de Talcahuano, Chile. Former Fellow Medicina Cardiovascular e Imagen Cardíaca Avanzada, Departamento de Medicina Cardiovascular, Vanderbilt University, Nashville, TN, USA. Docente programa de Post-Grado Cardiología, Facultad de Medicina, Universidad Andrés Bello, Chile.

2. Jefe Medicina Cardiovascular Integrada UAT, Hospital Las Higueras de Talcahuano, Chile. Former Fellow Medicina Cardiovascular y Cardiología Intervencional, Vanderbilt University, Nashville, TN, USA. Master en Ciencias de la Investigación Clínica, Profesor Asociado de Medicina y Director de Programa de Post-grado de Cardiología, Facultad de Medicina, Universidad Andrés Bello.

Recibido 26 de diciembre 2015 / Aceptado 2 de abril 2016

Rev Chil Cardiol 2016; 35: 11-18

Introducción: El presente trabajo es un estudio descriptivo de una serie de casos con masas cardíacas cuyo estudio involucró múltiples modalidades de imagen no invasiva, incluyendo Ecocardiograma (ECO), Tomografía Axial Computada Cardíaca (TAC), PET/CT (Tomografía de Emisión de Positrones) y Resonancia nuclear magnética (RNM) Cardíaca.

Objetivo: Establecer la capacidad diagnóstica de la multi-modalidad de imagen en el estudio etiológico y localización de una masa cardíaca pesquisada inicialmente por ECO transtorácico.

Método: Se realizó un análisis descriptivo de 37 casos estudiados con diversas modalidades de imagen no invasiva en Vanderbilt University Medical Center, Nashville, Tennessee, entre Julio 2014 y Julio 2015, La naturaleza de las masas fue determinada por biopsia, cirugía o seguimiento clínico.

Resultados: Del total de masas, 14 (39%) fueron tumores confirmados por biopsia; 11 (30%) correspondieron a trombos; 1 caso (2.8%) fue una masa valvular infecciosa; 1 caso (2.8%) correspondió a calcificación caseosa del anillo Mitral; 1 caso (2.8%) fue variante normal y solo 1 caso (2.8%) fue indeterminado; 6 (17%)

casos fueron masas de localización extracardíaca. La modalidad ECO + RNM Cardíaca fue suficiente para caracterizar localización y tipo histológico en 28 casos (76%); la modalidad ECO + TAC Cardíaca + RNM Cardíaca fue necesaria en 7 casos (19%); La modalidad ECO + TAC Cardíaca + RNM Cardíaca + PET/CT fue necesaria en 1 caso (2.5%) para la actividad mitótica celular; la modalidad ECO + RNM Cardíaca + PET/CT fue necesaria en 1 caso (2.5%) para localización, tipo histológico, calcio y actividad infecciosa. La modalidad ECO + TAC Cardíaca no permitió identificar localización, tipo histológico con calcificación y /o tejido adiposo.

Conclusión: La multi-modalidad de imagen permitió identificar la etiología y localización de la masa cardíaca en el 97% de los casos. La combinación ECO + RNM Cardíaca fue la modalidad más usada. La TAC Cardíaca es particularmente útil para caracterizar calcificaciones y/o tejido adiposo y el PET/CT para caracterizar actividad metabólica (infección activa y actividad mitótica celular).

Palabras clave: Imagen Cardíaca No Invasiva, TAC Cardíaco, Resonancia Magnética Cardíaca, Ecografía Cardíaca, Multimodalidad.

Correspondencia:
Dr. Julián Noche.
ultranoche@hotmail.com



Multi-modality imaging for diagnosis and characterization of cardiac masses

Background: We analyzed a series of patients with cardiac masses who were studied using multiple imaging modalities, including echocardiography (ECHO), CT Scan, Magnetic Resonance imaging (RNM) and PET/CT

Aim: to determine the usefulness of multi-modality imaging in determining the etiology and location of cardiac masses initially detected by ECHO

Methods: 37 patients selected by the presence of a cardiac mass detected by ECHO were submitted to different modalities of cardiac imaging in order to determine the nature, location and etiology of the mass

Results: 14 (39%) masses were tumors confirmed by biopsy; 11 (30%) fulfilled criteria to diagnose a thrombus; 1 patient (2.8%) had an infectious cardiac mass, another calcification of the mitral annulus, another turned out to be a normal variant and

only in one patient (2.8%) a diagnosis was not possible. Six patients had extra cardiac masses. ECHO plus RNM were sufficient to characterize location and histologic type in 28 patients (76%). Seven cases (19%) required ECHO plus CT scan. ECHO plus CT scan plus RNM plus PET/CT was required in 1 patient to establish mitotic activity. ECHO plus RNM plus PT/CT was necessary to determine location, histologic type, presence of calcium and infectious activity

Conclusion: Multimodality imaging allowed to determine etiology and location of cardiac masses in 97 % of cases. ECHO plus NMR was the combination most frequently used. CT scan was particularly useful to identify calcification and fat deposits and PET/CT to identify increased metabolic activity, either infection or mitotic activity.



Introducción: La ECO bidimensional es la modalidad de imagen diagnóstica primaria para el diagnóstico de las masas cardíacas¹. Posteriormente, con el desarrollo de la perfusión mediante el contraste ultrasonográfico fue posible diferenciar algunas características tisulares como la presencia de vascularidad y malignidad entre otras². No obstante, dadas las limitaciones inherentes a la tecnología del ultrasonido no es posible actualmente lograr un diagnóstico etiológico exacto utilizando aisladamente este método de imagen.

La RNM Cardíaca corresponde actualmente a una tecnología única que puede ser usada para evaluar la función y morfología ventricular, perfusión, viabilidad y metabolismo cardíaco³. Las diferentes características tisulares demostradas con la RNM Cardíaca han demostrado una excelente precisión en la diferenciación entre un tumor cardíaco y un trombo y puede ser de utilidad para la distinción entre neoplasias benignas y malignas⁴. Actualmente, existen distintos patrones reconocidos de imagen que se expresan en los diferentes protocolos de secuencias en la RNM Cardíaca las cuales pueden aproximar el diagnóstico de una masa cardíaca estableciendo si posee características benignas⁵⁻⁶ o malignas⁷⁻⁸.

Pese a la gran capacidad diagnóstica de la RNM Cardíaca en ciertas situaciones se requiere de la integración de otras tecnologías de imagen con propiedades únicas en la caracterización de ciertos tipos de tejido, como son la TAC Cardíaca⁹ y la Tomografía de Emisión de Positrones (PET/CT)¹⁰⁻¹².

El presente trabajo es un estudio descriptivo de una serie de casos con masas cardíacas cuyo estudio involucró múltiples modalidades de imagen no invasiva, incluyendo ECO, TAC Cardíaca, Tomografía de Emisión de Positrones (PET/CT) y RNM Cardíaca y cuyo objetivo central fue establecer la capacidad diagnóstica de la multi-modalidad de imagen en el estudio etiológico y localización de una masa cardíaca pesquisada inicialmente por ECO transtorácica.

Métodos:

Sujetos: Se realizó un análisis descriptivo de una serie de 37 casos estudiados en Vanderbilt University Medical Center, Nashville, Tennessee, entre Julio 2014 y Julio 2015 todos inicialmente estudiados con ECO transtorácica en la cual se diagnosticó la presencia de una masa cardíaca. Masa cardíaca fue definida como una estructura ecorrefringente a la ultrasonografía con bordes claramente definidos que delimita una estructura independiente la cual puede o no ser móvil y que claramente no corresponde a

las estructuras anatómicas halladas a la ECO transtorácica estándar. Inicialmente, el diagnóstico etiológico dependió del criterio clínico, considerándose básicamente tres causas probables: trombo, vegetación o neoplasia cardíaca. Se consideró trombo como diagnóstico etiológico ante la presencia de una masa ecorrefringente adherida al aspecto endocárdico auricular asociado al antecedente de fibrilación auricular, ante la presencia de una masa ecorrefringente adherida a un catéter o dispositivo intracardíaco en ausencia de fiebre y sin tratamiento antibiótico previo o ante la presencia de una masa ecorrefringente adherida al aspecto endocárdico de un segmento ventricular aquinético con o sin adelgazamiento de la pared miocárdica asociada. Se consideró la presencia de una vegetación frente a una masa ecorrefringente adherida a una válvula cardíaca o adherida a un catéter o dispositivo intracardiaco en presencia de fiebre con germen causante de endocarditis demostrado con al menos dos hemocultivos positivos. Se consideró ecocardiográficamente una neoplasia cuando no cumplió los criterios de trombo ni de endocarditis. Una vez que el diagnóstico ecocardiográfico fue de trombo, se decidió un tratamiento anticoagulante óptimo (definido como un INR entre 2-3 estando en tratamiento con Warfarina o Acenocumarol), o por el uso adecuado de Dabigatran, Rivaroxaban o Apixaban) por un plazo de un mes y posterior control ecocardiográfico. En el caso que el control ecocardiográfico no haya demostrado una disminución del tamaño o desaparición de la masa catalogada como trombo, se volvió a catalogar la masa como “neoplasia”. Una vez catalogado el hallazgo ecocardiográfico como “Neoplasia”, el siguiente test diagnóstico fue la RNM Cardíaca con un protocolo dedicado para estudio de masa cardíaca. En este punto el diagnóstico del tipo de tumor cardíaco dependió de la combinación de los distintos perfiles de intensidad de señal logrados con las secuencias predeterminadas para el estudio de tumor cardíaco. Si el perfil obtenido mediante la RNM Cardíaca fue compatible con un trombo, se estableció el diagnóstico de trombo cardíaco y posteriormente se inició el tratamiento con anticoagulación. En el caso de persistir la duda etiológica de la naturaleza de la masa cardíaca posterior a la realización de la RNM Cardíaca, se consideró realizar una TAC Cardíaca, una Tomografía por emisión de Positrones cardíaco y/o una biopsia cardíaca. Se consideró realizar una TAC Cardíaca ante la sospecha de una neoplasia metastásica cardíaca con el fin de determinar el tumor primario cardíaco y ante la sospecha de presencia de calcio dentro del tumor cardíaco. Se consideró realizar una Tomografía de emisión de Positrones en el caso que se consideró la sospecha de una masa de



etiología infecciosa o bien ante la sospecha de un tumor de naturaleza proliferativa indeterminada (tumor benigno no invasor o tumor maligno invasor). En el caso que utilizando los métodos diagnósticos antes descritos persistiese la duda diagnóstica, se realizó una biopsia que de acuerdo a la localización del tumor fue endomiocárdica obtenida por vía percutánea o bien mediante toracotomía.

Adquisición de las imágenes: El estudio por RNM Cardíaca se realizó usando un magneto de 1.5 Tesla (Siemens Avanto, Siemens, Malvern, Pennsylvania, Estados Unidos). El protocolo de RNM Cardíaca consistió en seis componentes: Black Blood RNM Cardíaca para la evaluación anatómica y evaluar la intensidad de señal en T1, T2 y distintas secuencias de supresión de tejido adiposo, Cine RNM Cardíaca para la evaluación anatómica y funcional, Realce de contraste en cinética de primer paso, Realce temprano de Gadolinio, Exploración de Tiempo de Inversión y Realce tardío de Gadolinio. El protocolo de Cine RNM Cardíaca se realizó mediante un protocolo "true-FISP". El protocolo de realce de contraste en cinética de primer paso se realizó utilizando secuencias FLASH con recuperación de saturación localizando y, posteriormente, determinando los planos de exploración, luego se administró el Gadolinio repitiendo la adquisición de imágenes en secuencia FLASH con recuperación de la saturación. Se utilizó Gadolinio dependiendo del clearance de creatinina: en casos de clearance de creatinina de 30 mL/min o más se utilizó Gadopentetato de Dimeglumina (Magnevist®, Bayer HealthCare Pharmaceuticals Inc, Berlin, Alemania) en dosis de 0.2 mL/kg (0.1 mmol/kg). En los casos de pacientes con clearance de creatinina entre 20 mL/min a 29 mL/min se utilizó Gadobutrol (Gadavist®, Bayer HealthCare Pharmaceuticals Inc, Berlin, Alemania) en dosis de 0.1 mL/kg (0.1 mmol/kg). El protocolo de Realce temprano de Gadolinio se realizó entre 1 a 3 minutos posterior a la administración de Gadolinio con varias secuencias true-FISP de disparo único con tiempo de inversión de 600 ms en un plano cardíaco. El protocolo de exploración del tiempo de inversión se realizó localizando la masa cardíaca índice y se procedió a realizar un tiempo de inversión sobre uno o más planos de corte. El protocolo de Realce Tardío de Gadolinio se obtuvo 10 minutos posterior a la administración de Gadolinio, utilizándose varias secuencias de tiempo de recuperación FISP de disparo único y tiempo de recuperación segmentado, usualmente entre 250 a 300 ms en distintos planos cardíacos, usualmente eje corto y ejes largos de dos cámaras, eje largo cuatro cámaras y eje largo visión de tracto de salida del ventrículo izquierdo.

Ecocardiografía: La ECO transtorácica fue realizado por sonografistas formalmente entrenados y con experiencia en equipos comercialmente disponibles (iE33 xMATRIX o CX50 CompactXtreme, Philips Healthcare, Andover, Massachusetts, Estados Unidos) usando transductores de matriz de fase. Las imágenes fueron adquiridas en las visiones estandarizadas paraesternal eje largo y eje corto, ventana apical en visión cuatro, tres y dos cámaras, ventana subcostal y ventana supraesternal. Todos los estudios ecocardiográficos fueron realizados como parte de la práctica clínica rutinaria. También se utilizó Perflutren lipídico (Definity®, Lantheus Medical Imaging, North Billerica, Massachusetts, Estados Unidos) en los casos en los cuales por criterio del sonografista fue necesario ya sea para opacificar la cavidad ventricular o delinear los bordes internos del endocardio. Las imágenes fueron almacenadas digitalmente, posteriormente revisadas y analizadas utilizando una estación de trabajo "HeartLab" (Agfa).

TAC Cardíaca: La TAC Cardíaca fue realizada en un equipo Brilliance CT 64-Channel (Philips Healthcare, Andover, Massachusetts, Estados Unidos) en modalidad de estudio prospectivo al 70% del intervalo R-R con padding de 10%, Pitch 0.2 utilizando contraste iodado (Visipaque 320 mg/mL, GE Healthcare, Wauwatosa, Wisconsin, Estados Unidos).

Tomografía de Emisión de Positrones: La tomografía de emisión de positrones fue realizada en un equipo Optima PET/CT (GE Healthcare, Wauwatosa, Wisconsin, Estados Unidos) después de la administración de F-Fluorodeoxyglucosa¹⁸ la cual fue previamente manufacturada por un Ciclotrón localizado en las instalaciones de la Universidad de Vanderbilt.

Análisis de datos: Las imágenes obtenidas mediante ECO fueron analizadas de manera aleatoria por ocho cardiólogos con experiencia y entrenamiento formal en ECO (Niveles COCATS nivel II y III) quienes tenían acceso a la historia clínica del paciente durante la interpretación del examen. Las imágenes obtenidas mediante RNMancia Magnética Cardíaca fueron analizadas de manera aleatoria por tres cardiólogos con experiencia y entrenamiento formal en RNMancia Magnética Cardíaca (COCATS nivel III) quienes tenían acceso a la historia clínica durante el examen. Las imágenes obtenidas mediante la TAC Cardíaca fueron analizadas por un médico radiólogo con experiencia y entrenamiento formal en radiología cardiovascular. Las imágenes obtenidas mediante PET/CT fue-



Tabla 1 Tipos de masas identificadas por imagen.

Caracterización de la masa	Número y Porcentaje	Confirmación
Tumores	14 (39%)	Biopsia
Trombos	11 (30%)	Anticoagulación, resolución confirmada en seguimiento.
Masas Extracardiacas	6 (17%)	Cirugía
Masa Valvular Infecciosa (absceso anillo)	1 (2.8%)	Cirugía
Calcificación Caseosa del Anillo Mitral	1 (2.8%)	Seguimiento por imagen
Variante Normal	1 (2.8%)	Seguimiento por imagen
Masa Vasculare	1 (2.8%)	Hemangioma
Masa Indeterminada	1 (2.8%)	Seguimiento por imagen
Total	37 (100%)	

Tabla 2: Capacidad Diagnóstica De La Multi-Modalidad De Imagen No Invasiva En Diagnóstico Etiológico Y Localización De Una Masa Cardíaca.

Modalidad	Número de Casos diagnóstico etiológico y Localización.	Utilidad
Ecocardiograma + Resonancia Magnética Cardíaca	28 (76%)	Localización, tipo histológico.
Ecocardiograma + Tomografía Axial Computada Cardíaca + Resonancia Magnética Cardíaca	7 (19%)	Localización, tipo histológico, calcio y tejido adiposo.
Ecocardiograma + Tomografía Axial Computada Cardíaca + Resonancia Magnética Cardíaca + PET/CT	1 (2.5%)	Localización, tipo histológico, calcio y actividad mitótica celular.
Ecocardiograma + Resonancia Magnética Cardíaca + PET/CT	1 (2.5%)	Localización, tipo histológico, calcio y actividad infecciosa.
Ecocardiograma + Resonancia Magnética Cardíaca + PET/CT	1 (2.5%)	Localización, tipo histológico, calcio y actividad infecciosa.
Ecocardiograma + Tomografía Axial Computada Cardíaca	0 (0%).	Localización, tipo específico con calcificación y /o tejido adiposo.
Total pacientes	37	Localización, tipo específico con calcificación y /o tejido adiposo.

ron analizadas por un médico con especialidad en medicina nuclear el cual tenía acceso a la historia clínica del paciente. Las imágenes obtenidas mediante Biopsia fueron analizadas mediante técnicas histológicas y de inmunohistoquímica por médicos con especialidad en histopatología provenientes del departamento de Patología, Microbiología e Inmunología de la Universidad de Vanderbilt.

Los datos fueron expresados en tablas y las variables comparadas en porcentajes. (Tablas 1 y 2). Las Figuras 1 a 7 ilustran las modalidades de imagen utilizadas en un paciente.

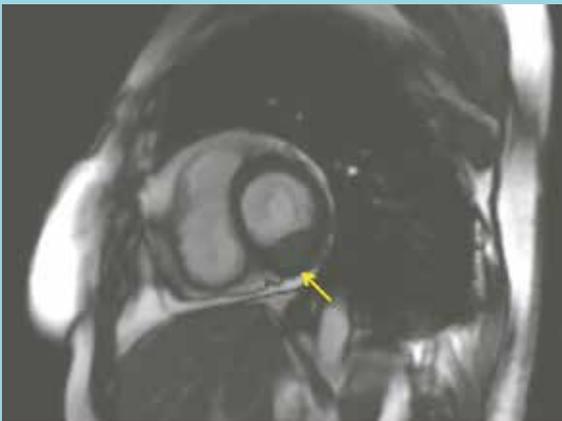
Resultados: La multi-modalidad de imagen permitió identificar la etiología y localización de la masa cardíaca

Figura 1:



Paciente 1. Figura 1: Ecocardiografía en ventana subcostal eje corto en el cual se visualiza una masa ecorrefringente localizada en el segmento basal de la pared inferior (flecha amarilla).

Figura 2:



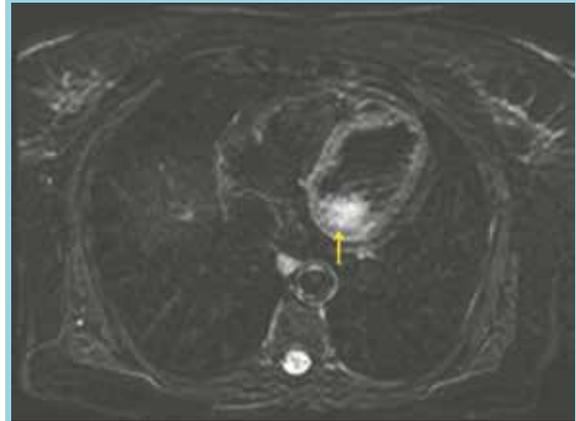
Paciente 1 Figura 2: Resonancia Magnética Cardíaca en modo Cine True-FISP, proyección eje corto a nivel del segmento basal. Se aprecia una masa que es hiperintensa en T1 circunscrita en la porción intramural del segmento basal de la pared inferior (flecha amarilla).

Figura 3:



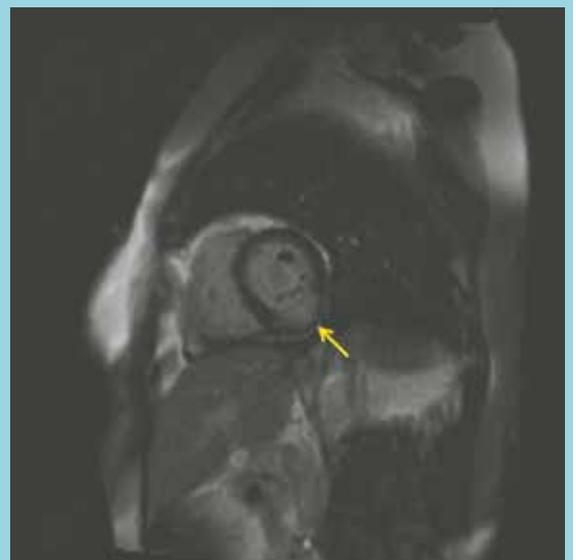
Paciente 1 Figura 3: Resonancia Magnética Cardíaca en secuencia Realce temprano de Gadolinio en cinética de primer paso. Proyección eje corto a nivel del segmento basal. Se aprecia que la masa antes descrita es vascular y tiene una disposición heterogénea (flecha amarilla).

Figura 4:



Paciente 1 Figura 4: Resonancia Magnética Cardíaca en modalidad T2 con técnica de saturación de grasa. Proyección en eje axial corporal en el cual se aprecia la masa antes descrita localizada en el segmento basal de la pared inferior y que es fuertemente intensa en esta secuencia sugiriendo la presencia de edema.

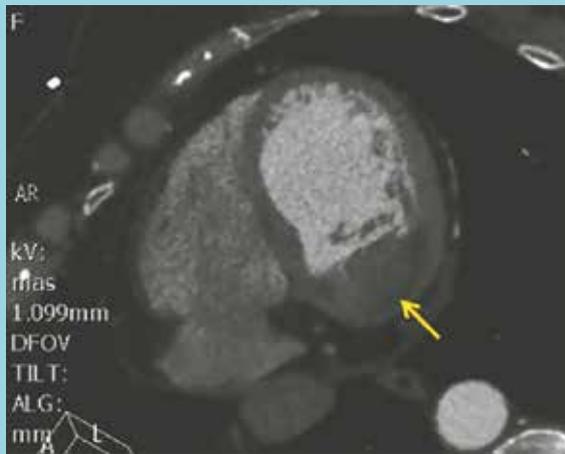
Figura 5:



Paciente 1 figura 5: Resonancia Magnética Cardíaca secuencia realce tardío de gadolinio con secuencia Eco gradiente segmentado. Se aprecia un fuerte realce tardío de gadolinio circunscrito a la masa cardíaca índice sugerente de fibrosis asociada (flecha amarilla).

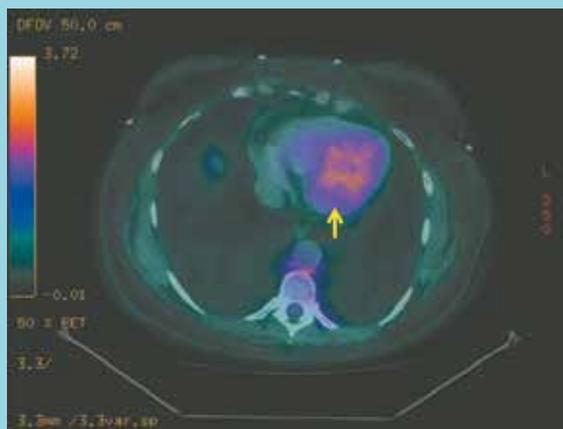


Figura 6:



Paciente 1 Figura 6: Tomografía Axial Computada Cardíaca. Orientación oblicua axial corporal en la cual se aprecia la masa ya descrita localizada en el segmento basal de la pared inferior. Nótese así como con la Resonancia Magnética Cardíaca, esta masa capta contraste yodado en este caso. También se aprecia que carece de atenuación sugerente de presencia de estructuras óseas. Dado esto el diagnóstico de un fibroma sería improbable.

Figura 7:



Paciente 1 Figura 7: PET/CT con F18-Fluorodeoxiglucosa. Imagen en sentido axial localizada a nivel de la pared inferior en donde se aprecia una leve captación del radiofármaco a nivel de este segmento lo que descarta la presencia de una actividad mitótica activa o infección asociada la masa índice (flecha amarilla). De acuerdo a las características de la imagen usando multimodalidad de imagen la masa es compatible con un rabdomioma.

en el 97% de los casos. Sólo un caso (3%) no se pudo aproximar el tipo de masa cardíaca usando la multi-modalidad de imagen. La combinación ECO + RNM Cardíaca fue la modalidad más usada correspondiendo al 76% de los casos (Tabla 2), encontrándose que la TAC Cardíaca fue particularmente útil para caracterizar calcificaciones y/o tejido adiposo y en el caso del PET/CT para caracterizar actividad metabólica (infección activa y actividad mitótica celular).

Discusión: La ECO persiste como la técnica de imagen principal en el diagnóstico y evaluación de las masas cardíacas con una sensibilidad diagnóstica de 93% para la ECO transtorácica y de 97% para la ECO transesofágica¹. Sin embargo, la caracterización tisular entre los diferentes tipos de masas cardíacas sigue siendo un dilema diagnóstico utilizando solo este método de imagen.

Dentro de las tecnologías disponibles, la RNM Cardíaca permite una aproximación más completa del tipo tisular utilizando las distintas respuestas del tejido en estudio a las distintas propiedades electromagnéticas⁶⁻⁷. Sin embargo, en ciertos tipos histológicos la RNM Cardíaca es incapaz de caracterizar adecuadamente una imagen como por ejemplo ante la presencia de calcio o en pacientes con dispositivos metálicos previamente implantados en posición intratorácica. En estos casos particulares la TAC Cardíaca reviste particular importancia⁹ complementándose tanto con la ECO así como con la RNM Cardíaca.

Finalmente, el rol de la Tomografía de Emisión de Positrones dentro del estudio de la masa cardíaca de etiología no precisada correspondería en la determinación de la presencia de una actividad mitótica anormalmente aumentada como por ejemplo ante una neoplasia maligna o bien ante la presencia de una masa infecciosa activa¹².

En conjunto, las diferentes opciones de estudio de imagen disponibles para el estudio de las masas cardíacas, permitirían una aproximación diagnóstica adecuada que al parecer superaría la capacidad diagnóstica de cada una utilizada aisladamente.



Referencias

1. MENG L, LIMA J, TONG W, QIAN Y, LAI S. Echocardiographic and pathologic characteristics of primary cardiac tumors: a study of 149 cases. *Int J Cardiol* 2002;84:9-75
2. KIRKPATRICK J, WONG T, BEDNARZ J, SPENCER K, SUNGENG L, WARD P, et al. Differential diagnosis of cardiac masses using contrast echocardiography perfusion imaging. *J Am Coll Cardiol*. 2004; 43:1412-1419.
3. POHOST G. The History of Cardiovascular Magnetic Resonance. *J Am Coll Cardiol Img*. 2008; 1:672-678.
4. PAZOS-LOPEZ P, POZO E, SIQUEIRA ME, GARCÍA-LUNAR I, CHAM M, JACOBI A, et al. Value of CMR for the differential diagnosis of cardiac masses. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2014;7:896-905.
5. ESPÓSITO A, COBELLI F, IRONI G, MD, MARRA P, CANU T, et al. CMR in the Assessment of Cardiac Masses. *J Am Coll Cardiol Img*. 2014;7:1057-1061.
6. ESPÓSITO A, DE COBELLI F, IRONI G, MARRA P, CANU T, MELLONE R, et al; CMR in assessment of cardiac masses: primary benign tumors. *J Am Coll Cardiol Img*. 2014;7:733-736.
7. ESPOSITO A, DE COBELLI F, IRONI G, MARRA P, CANU T, MELLONE R. CMR in the Assessment of Cardiac Masses: Primary Malignant Tumors. *J Am Coll Cardiol Img*. 2014;7:1057-1061.
8. BAUNER KU, SOURBRON S, PICCIOLO M, SCHMITZ C, THEISEN D, Sandner TA. MR first pass perfusion of benign and malignant cardiac tumors significant differences and diagnostic accuracy. *Eur Radiol*. 2012;22:73-82.
9. KASSOP D, DONOVAN MS, CHEEZUM MK, NGUYEN BT, GAMBILL NB, BLANKSTEIN R. Cardiac Masses on Cardiac CT: A Review. *Curr Cardiovasc Imaging Rep*. 2014;7:9281.
10. RAHBAR K, SEIFARTH H, SCHÄFERS M, STEGGER L, HOFFMEIER A, SPIEKER T, et al. Differentiation of malignant and benign cardiac tumors using 18F-FDG PET/CT.
11. NENSA F, TEZGAH E, POEPEL TD, JENSEN CJ, SCHELHORN J, KÖHLER J, et al. Integrated 18F-FDG PET/MR imaging in the assessment of cardiac masses: a pilot study. *J Nucl Med*. 2015 Feb;56:255-260.
12. ERBA PA, SOLLINI M, LAZZERI E, MARIANI G. FDG-PET in Cardiac Infections. *Seminars in Nuclear Medicine*. 2013;43:377-95.