

Aplicações da PET-TC ^{18}F -FDG nos tumores cardíacos

PET-CT ^{18}F -FDG applications in cardiac tumors

Simone Cristina Soares Brandão^{1,2}, Luca Terracini Dompieri²

Serviço de Medicina Nuclear, Hospital das Clínicas, Universidade Federal de Pernambuco;¹ Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Pernambuco,² Recife (PE) – Brasil.

Resumo

As neoplasias cardíacas são divididas em primárias e secundárias. As secundárias são 20 a 40 vezes mais comuns do que as primárias. Embora raras, as neoplasias cardíacas primárias podem ser benignas e malignas, sendo as benignas responsáveis por 75% dos casos. Os principais objetivos da imagem cardiovascular são definir a morfologia e etiologia do tumor, identificar potenciais complicações e auxiliar na definição de tratamento. Para o diagnóstico de neoplasias cardíacas, a tomografia por emissão de pósitrons acoplada à tomografia computadorizada (PET-TC) com a fluordesoxiglicose- ^{18}F (^{18}F -FDG) é uma técnica ainda pouco utilizada, principalmente nos tumores cardíacos primários. Entretanto, ela pode ajudar na diferenciação entre tumores malignos e benignos e, assim, evitar biópsias cardíacas e tratamentos invasivos desnecessários. Para esta revisão, realizamos pesquisa na base de dados PubMed, considerando as publicações sobre o tema nos últimos 10 anos. A PET-TC ^{18}F -FDG é um exame útil para diferenciar massas cardíacas benignas das malignas, de acordo com o maior grau de metabolismo glicolítico encontrado nas neoplasias malignas. Além do mais, nos tumores malignos, a PET-TC ^{18}F -FDG tem papel central no estadiamento da doença e pode ajudar na avaliação de resposta ao tratamento.

Introdução

Os tumores cardíacos foram primeiramente descritos no século 16,¹ mas apenas em 1936 foi realizada a primeira excisão de um teratoma intrapericárdico.² Em 1955, Crafoord, utilizando circulação extracorpórea, realizou a primeira ressecção de um mixoma atrial.³ As remoções cirúrgicas de tumores cardíacos representam causa incomum, embora importante, de intervenções cardíacas em grandes centros especializados.¹

As neoplasias cardíacas podem ser divididas em primárias e secundárias, sendo as secundárias 20 a 40 vezes mais comuns, correspondendo a metástases principalmente de cânceres de

pulmão, mama, esôfago, linfoma, leucemia e melanoma.⁴ Entre as primárias, com incidência aproximada entre 0,001 a 0,03%, encontram-se as benignas e as malignas, sendo as benignas responsáveis por 75% das ocorrências.⁵ O principal tumor benigno é o mixoma, responsável por metade das neoplasias benignas em adultos. Entre as malignas, o sarcoma é o mais prevalente, seguido pelo linfoma.⁵

Diagnóstico

O diagnóstico é realizado com base nos dados da história clínica, achados do exame físico e métodos complementares de imagem cardiovascular.⁶ Nos últimos anos, com o avanço dos métodos não invasivos, houve aumento considerável no número de tumores cardíacos diagnosticados, sendo encontrados também, incidentalmente, em pacientes assintomáticos.⁴

Os principais objetivos da imagem cardiovascular consistem em definir a morfologia e a etiologia do tumor, identificar potenciais complicações e auxiliar na definição de tratamento.⁶ É essencial definir a malignidade do tumor, antes de qualquer planejamento cirúrgico, visto que muitos não são acessíveis para biópsia via cateter.⁷ Para isso, muitas técnicas podem ser utilizadas e são capazes de identificar a localização, o tamanho e a vascularização do tumor, e avaliar comprometimento hemodinâmico e infiltrações no miocárdio ou pericárdio.⁶

O Ecocardiograma Transtorácico (ETT) é a modalidade inicial, com técnicas que podem incrementar suas informações diagnósticas como contraste, tridimensional e *strain*.⁶ Além do ETT, a Ressonância Magnética (RM) cardíaca e a Tomografia Computadorizada (TC) fornecem informações complementares sobre infiltração miocárdica e características teciduais do tumor.⁶

PET-TC ^{18}F -FDG

Recentemente, a Tomografia por Emissão de Pósitrons Associada à TC (PET-TC) vem sendo usada como técnica cintilográfica tomográfica que fornece imagens moleculares correspondentes ao metabolismo celular tumoral.⁶ Esse método representa avanço para o diagnóstico, estadiamento e reestadiamento de tumores, por detectar alterações bioquímicas antes mesmo das anatômicas.⁶ O marcador mais comumente utilizado é a ^{18}F -Fluordesoxiglicose (^{18}F -FDG), uma molécula análoga à glicose, que tem alta afinidade por células malignas. Esse efeito foi demonstrado por Otto Warburg, em 1931, comparando-se o metabolismo glicolítico de tecidos embrionário, maduro normal, carcinoma e sarcoma.⁸

Para o diagnóstico de neoplasias cardíacas, a PET-TC é

Palavras-chave

Tumores Cardíacos; Revisão; Tomografia por Emissão de Pósitrons.

Correspondência: Simone Cristina Soares Brandão •

Av. Beira Rio, 360, Apto 201. Ilha do Retiro, Recife – PE. Brasil.

CEP: 50750-400

E-mail: sbrandaonuclearufpe@gmail.com

Artigo recebido em 18/4/2019; revisado em 18/4/2019; aceito em 1/7/2019

DOI: 10.5935/2318-8219.20190048

uma técnica ainda pouco utilizada, com limitada experiência no curso clínico natural da doença, principalmente dos tumores primários. Em relação aos cânceres extracardíacos metastáticos, sabendo-se que são os mais frequentes, a PET-TC ¹⁸F-FDG é uma técnica já estabelecida.⁶

Captação cardíaca de fluordesoxiglicose

Para o correto diagnóstico das neoplasias cardíacas, é preciso levar em consideração a fisiologia e os padrões de captação miocárdica de FDG, as quais dependem dos níveis de glicose, ácidos graxos livres e insulina plasmáticos. Em situações de jejum, os níveis de insulina caem, ocorrendo aumento da lipólise em tecidos periféricos e elevação nos níveis de ácidos graxos plasmáticos. Isso diminui o metabolismo glicolítico e a captação miocárdica de glicose/FDG.⁹

Para a realização da PET-TC ¹⁸F-FDG em pacientes oncológicos, é recomendado jejum de cerca de 6 horas para reduzir a captação miocárdica de FDG. No entanto, mesmo com jejum adequado, ainda é difícil prever o grau de supressão da captação cardíaca, não havendo correlação clara com a duração do jejum e nível de glicose sérica. Além das situações já citadas, certas drogas e dietas podem também alterar a captação miocárdica de FDG. Para fins práticos, a atividade fisiológica de FDG miocárdica, como não é uniforme, pode ser definida como ausente, difusamente aumentada (heterogênea ou não), aumentada focalmente (por exemplo em músculos papilares) ou aumentada regionalmente.⁹

Quando não há atividade de FDG miocárdica, pode-se visualizar a atividade residual normal do *pool* sanguíneo. Isso depende da função renal, e, geralmente, depois de 1 hora da injeção intravenosa do FDG, a atividade do *pool* sanguíneo encontra-se com Valor de Captação Padronizada (SUV, do inglês *Standard Uptake Value*) entre 1,5 a 2,5.⁹

Diferenciação entre tumores benignos e malignos

A abordagem diagnóstica de massas cardíacas via PET-TC ¹⁸F-FDG, principalmente na diferenciação entre tumores malignos e benignos, é um tema recorrente e de grande importância atual. Em pesquisa na base de dados do PubMed, considerando publicações dos últimos 10 anos, foram

encontrados 39 relatos de caso,¹⁰⁻⁴⁸ três séries de caso,⁴⁹⁻⁵¹ dois artigos de revisão^{9,52} e dois estudos retrospectivos.^{7,53}

Os dois principais estudos acessando esse tema foram conduzidos por Rahbar et al.⁷ e Shao et al.⁵³ Ambos objetivaram avaliar o valor diagnóstico da PET-TC ¹⁸F-FDG em relação à TC na diferenciação entre massas malignas e benignas de tumores cardíacos.⁷ Entretanto, o estudo de Shao et al. incluiu também massas pericárdicas na análise.⁵³

Os relatos de caso foram resumidos na Tabela 1. Entre as séries de casos, Kikuchi et al., em análise retrospectiva de 17 casos, descreveram três tumores benignos (lipoma, fibroma e um tumor benigno de célula granular); cinco linfomas difusos de grandes células B; sete tumores secundários; um sarcoma granulocítico e um sarcoma de células do fuso.⁵¹ Na série relatada por Puranik et al., têm-se quatro casos de metástase cardíaca de tumores dos trato respiratório e digestivo superiores. Em todos os relatos, as massas cardíacas eram assintomáticas e foram descobertas via PET-TC ¹⁸F-FDG, ressaltando a importância do método na detecção e estadiamento de tumores malignos.⁵⁰ Elsayad et al. reportaram três angiossarcomas primários diagnosticados via PET-TC ¹⁸F-FDG e PET-RM, tratados com cirurgia, radioterapia e quimioterapia adjuvante.⁴⁹

Rahbar et al., em seu estudo *Differentiation of Malignant and Benign Cardiac Tumors Using ¹⁸F-FDG PET/CT*, avaliaram 24 pacientes consecutivos com PET-TC ¹⁸F-FDG (11 homens e 13 mulheres, com média de idade de 59 ± 13 anos), estudados antes do tratamento, entre 2004 e 2010. Os pacientes foram divididos de acordo com o subtipo histológico dos tumores, obtidos por ressecção cirúrgica¹⁶ e biópsia,⁸ resultando em benignos primários (n = 7), malignos primários (n = 8) e malignos secundários (n = 9). Posteriormente, foram agrupados apenas em malignos (n = 17) e benignos (n = 7), e a captação de FDG foi comparada entre os grupos para avaliar sensibilidade e especificidade no diagnóstico de malignidade.⁷

Shao et al., em seu estudo *Differentiation of Malignant from Benign Heart and Pericardial Lesions using Positron Emission Tomography and Computed Tomography*, avaliaram retrospectivamente 23 pacientes (14 homens e nove mulheres, com média de idade de 55 anos, variando entre 16 e 86 anos), sendo 13 tumores malignos e dez benignos. Dezesesseis pacientes tinham lesões pericárdicas e sete intracardíacas. O diagnóstico histológico foi obtido por meio de cirurgia,

Tabela 1 - Relatos de caso publicados na base de dados PubMed no período de 2009 a 2019 de pacientes com massas cardíacas submetidos a exames de fluordesoxiglicose-F18 com PET-TC.

Relatos de caso sobre PET-TC ¹⁸ F-FDG	n	Etiologia	SUVmax (Média ± DP)
Metástases ^{12-15,20,22,25,26,30,31,34,35,39-41,43,46,47,54}	19	Câncer de pulmão; melanoma; linfoma não Hodgkin; LDGCB; carcinoma escamoso; carcinoma renal; carcinoma adrenocortical; carcinoma urotelial; angiossarcoma adrenal; carcinoma de tireoide; osteossarcoma; sarcoma de Ewing; sarcoma pleomórfico; leiomiomatose intravenosa; câncer de pâncreas; tumor de Askin	8,3 ± 10,29
Primários ^{10,11,16-18,20,23,24,28,29,32,33,36-39,42,44,45,55}	20		
Benignos ^{16,17,33}	3	Mixoma, hemangioma	2,5 ± 1,65
Malignos ^{10,11,18,20,23,24,28,29,32,36-39,42,44,45,55}	17	Angiossarcoma; linfoma; sarcomas	12 ± 7,04

¹⁸F-FDG: fluordesoxiglicose-F18; SUVmax: valor máximo de captação padronizada; DP: desvio padrão; LDGCB: linfoma difuso de grandes células.

pericardiocentese, biópsia de linfonodo ou biópsia de lesão.⁵³

A análise das imagens nos dois estudos foi conduzida de maneira semelhante. Primeiramente, eram avaliadas as características morfológicas das lesões observadas à TC. O estudo de Rahbar et al. ainda classificou as lesões entre malignas e benignas com base na TC, de acordo com critérios preestabelecidos, a saber: (1) captação de contraste; (2) infiltração do tumor dentro do epicárdio; (3) margem tumoral irregular; (4) presença de necrose; (5) presença de derrame pericárdico; (6) tumor envolvendo mais de uma câmara; e (7) infiltração tumoral no tecido vizinho. Obtendo-se três ou mais características destas descritas, o tumor era classificado como maligno à TC.⁷

Em ambos os estudos, o diagnóstico da PET-TC ¹⁸F-FDG foi baseado no cálculo do Valor Máximo de Captação Padronizada (SUVmax) de FDG de volumes tridimensionais abrangendo a massa tumoral.^{7,53} Esse parâmetro foi obtido para comparar a captação de FDG entre o *pool* sanguíneo, o miocárdio normal e o tumor. O preparo envolvendo jejum foi realizado para manter a captação miocárdica fisiológica de FDG baixa. A média do SUVmax foi de $2,1 \pm 0,6$ no miocárdio normal; de $1,6 \pm 0,4$ no *pool* sanguíneo; e de $7,5 \pm 3,7$ nos tumores, variando de 1,6 a 16,7,⁷ permitindo a diferenciação de tumores hipermetabólicos e miocárdio normal.

Massas miocárdicas

Benignas

São as massas cardíacas primárias mais comuns. Apesar de benignas podem ter sintomatologia significativa, dependendo de sua localização e seu tamanho. As principais complicações são obstrução de fluxo, arritmias, disfunções valvares e embolia, originadas da própria neoplasia ou de trombo adjacente.⁴

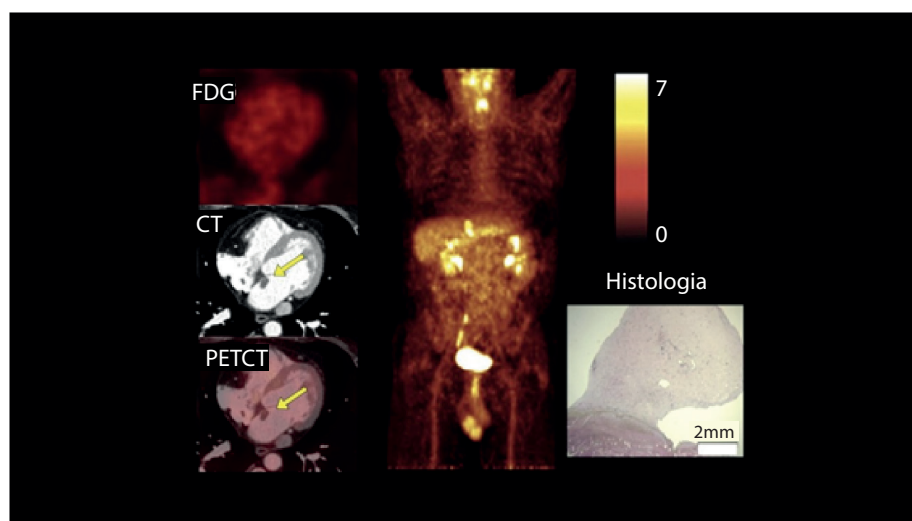
A massa mais comum é o mixoma, facilmente diagnosticado à TC e geralmente apresentando pouca ou nenhuma captação de FDG.⁹ Além do mixoma, o lipoma é uma massa esférica, bem circunscrita, composta homogeneamente de gordura e não apresentando qualquer captação de FDG. No entanto, a hipertrofia lipomatosa do septo interatrial pode apresentar aumento de atividade de FDG. Nesses casos, a captação de FDG (SUVmax) tem variado de 0,48 a 3,48, provavelmente por conta da quantidade de gordura marrom que metaboliza o FDG.⁹

No estudo de Rahbar et al., entre os tumores benignos ($n = 7$), a captação de glicose foi baixa (a média do SUVmax foi de $2,8 \pm 0,6$). Esses tumores geralmente não apresentam contraste positivo em relação ao miocárdio normal e são visualizados apenas às imagens morfológicas,⁷ como mostra o exemplo na Figura 1.

Na TC, de acordo com os critérios de malignidade, apenas uma lesão benigna foi erroneamente classificada como maligna, mas tratava-se de um hemangioma situado na gordura epicárdica próxima à origem da artéria coronária esquerda, que apresentava três características de malignidade: aumento de contraste, envolvimento de gordura epicárdica e derrame pericárdico.⁷ Entretanto, à PET-TC não mostrou captação significativa de FDG, favorecendo assim o diagnóstico de benignidade (Figura 2).

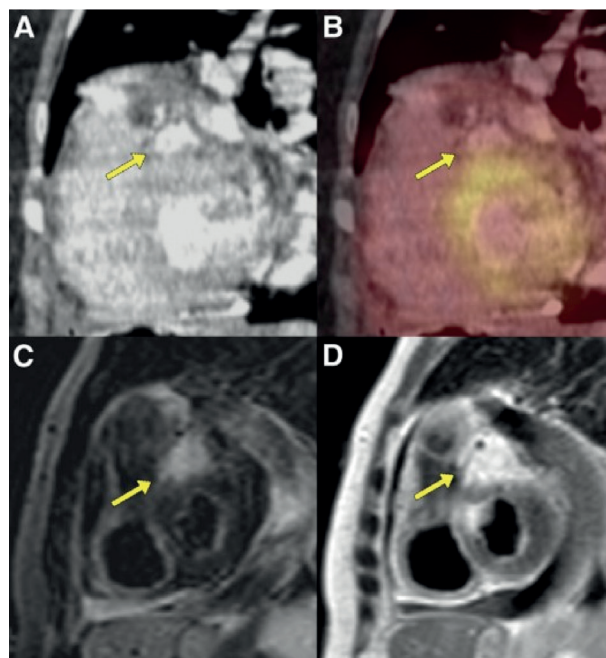
No estudo de Shao et al., estabelecendo-se valor de corte de SUVmax de até 4,0, os tumores benignos apareceram abaixo deste ponto, com exceção de um caso de tuberculose pericárdica ativa, que apresentou alta captação de FDG. Nesses casos, é preciso ter cuidado e correlacionar a clínica à imagem da PET e da TC.⁵³

Entre os relatos de caso encontrados, apenas três eram sobre massas benignas, dois hemangiomas e um mixoma.^{16,17,33} Como mostrado na tabela 1, o SUVmax médio das lesões foi de 2,5, com 1,65 de desvio padrão. Na série publicada por



Fonte: Imagem e legenda adaptadas à língua portuguesa - originalmente publicada e reproduzida de acordo com as normas do JNM. Rahbar K, et al. J Nucl Med. 2012;53(6):856-63. © SNMMI.

Figura 1 – Homem de 48 anos, apresentando massa incidental (setas amarelas) no átrio esquerdo ao realizar um ecocardiograma. Na PET-TC, nenhuma captação significativa de fluorodesoxiglicose foi vista e também não mostrou lesão à distância (imagem de corpo inteiro, no meio). Histologia: mixoma (na fileira inferior, à direita).



Fonte: Imagem e legenda adaptadas à língua portuguesa - originalmente publicada e reproduzida de acordo com as normas do JNM. Rahbar K, et al. J Nucl Med. 2012;53(6):856-63.(7). © SNMMI.

Figura 2 – Mulher de 59 anos apresentando derrame pleural, pericárdico e dor torácica. À tomografia computadorizada, tumor epicárdico em ventrículo esquerdo (A); ressonância magnética cardíaca mostrou tumor hipervascular epicárdico (C) com T2 hiperintenso e (D) realçado com contraste em T1 e grande derrame pericárdico. Nas imagens de PET-TC (B), o tumor apresenta baixa captação de fluordesoxiglicose (seta). Diagnóstico: tumor benigno (hemangioma).

Kikuchi et al., dos 17 casos, três eram benignos, um lipoma com SUVmax de 0,9, um fibroma com 6,8 de captação e um tumor benigno de células granulares com SUVmax de 2,6.⁵¹

Tumores malignos primários

Os sarcomas são as neoplasias cardíacas primárias mais comuns e apresentam alta captação de FDG, sendo o angiossarcoma a entidade mais prevalente.⁹ Ele tende a aparecer principalmente no átrio direito, como mostra a Figura 3, ou no sulco atrioventricular.^{7,9} Entretanto, sua identificação pode ser difícil quando a atividade miocárdica de FDG se encontra alta, e deve-se, portanto, correlacionar com as imagens tomográficas.⁹

No estudo de Rahbar et al., de acordo com os critérios morfológicos da TC, entre as lesões malignas, 14 das 17 foram corretamente diagnosticadas, demonstrando sensibilidade de 82% para TC. Três tumores malignos foram mal classificados como benignos à TC: uma metástase hepática de carcinoma hepatocelular, um adenocarcinoma metastático de pâncreas e um lipossarcoma. Porém, a PET ajudou a classificar corretamente estas massas pela elevada captação de FDG.⁷

Na PET-TC ¹⁸F-FDG, o SUVmax das lesões malignas primárias variou de 5,3 a 10,7, mostrando captação significativamente maior do que as lesões benignas (SUVmax = $2,8 \pm 0,6$), também maior em relação ao miocárdio normal ($2,1 \pm 0,6$) e ao pool sanguíneo ($1,6 \pm 0,4$).⁷ Em Shao et al., as lesões malignas apresentaram SUVmax acima de 4,0, ponto de corte este que ajudou a diagnosticar corretamente todas as lesões malignas.⁵³

Entre os relatos de caso, dos 17 tumores malignos primários, o SUVmax foi descrito em apenas nove artigos, com média de SUVmax igual a 12,0, desvio padrão de 7,04 e grande predominância de etiologia dos angiossarcomas, seguidos por linfomas e outros sarcomas. Na série de Kikuchi, observaram-se três linfomas difusos de grandes células B com os SUVmax de 26,6, 29,0 e 22,2, ou seja, significativamente maiores do que o achado nos sarcomas granulocítico e de células do fuso, com captação de 15,2 e 4,4, respectivamente.⁵¹ Elsayad et al. abordaram três angiossarcomas primários cujas captações (SUVmax) foram 36,0, 8,8 e 17,0.⁴⁹

Tumores malignos secundários

As massas cardíacas secundárias estão geralmente associadas com doença metastática disseminada.⁹ A PET-TC ¹⁸F-FDG pode identificar a lesão primária com alta sensibilidade e especificidade na medida em que avalia o corpo inteiro, sendo muito útil no diagnóstico diferencial.⁹ A Figura 4 mostra caso de melanoma disseminado com metástase cardíaca.

No linfoma, a PET-TC ¹⁸F-FDG é frequentemente utilizada no estadiamento inicial e na avaliação após tratamento (Figura 5). O envolvimento cardíaco está presente em 15 a 30% nos linfomas não Hodgkin, apesar de qualquer linfoma poder se manifestar como lesão cardíaca primária, principalmente em imunocomprometidos.⁹

Shao et al. mostraram sete casos de linfoma e leucemia diagnosticados corretamente pela PET-TC ¹⁸F-FDG.⁵³ Rahbar et al.

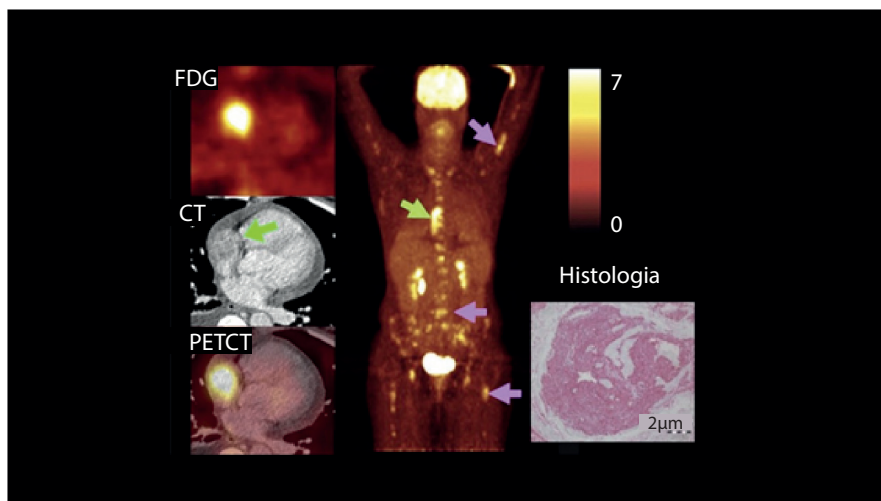


Imagem e legenda adaptadas à língua portuguesa - originalmente publicada e reproduzida de acordo com as normas do JNM. Rahbar K, et al. J Nucl Med. 2012;53(6):856-63. © SNMMI

Figura 3 – Mulher de 48 anos, apresentando dispneia e derrame pleural. Tomografia evidenciou massa em átrio direito (seta verde) e PET-TC captação intensa de fluordesoxiglicose, além de múltiplas metástases ósseas (setas lilás às imagens de corpo inteiro no centro). Histologia (fileira inferior à direita): angiossarcoma primário cardíaco.

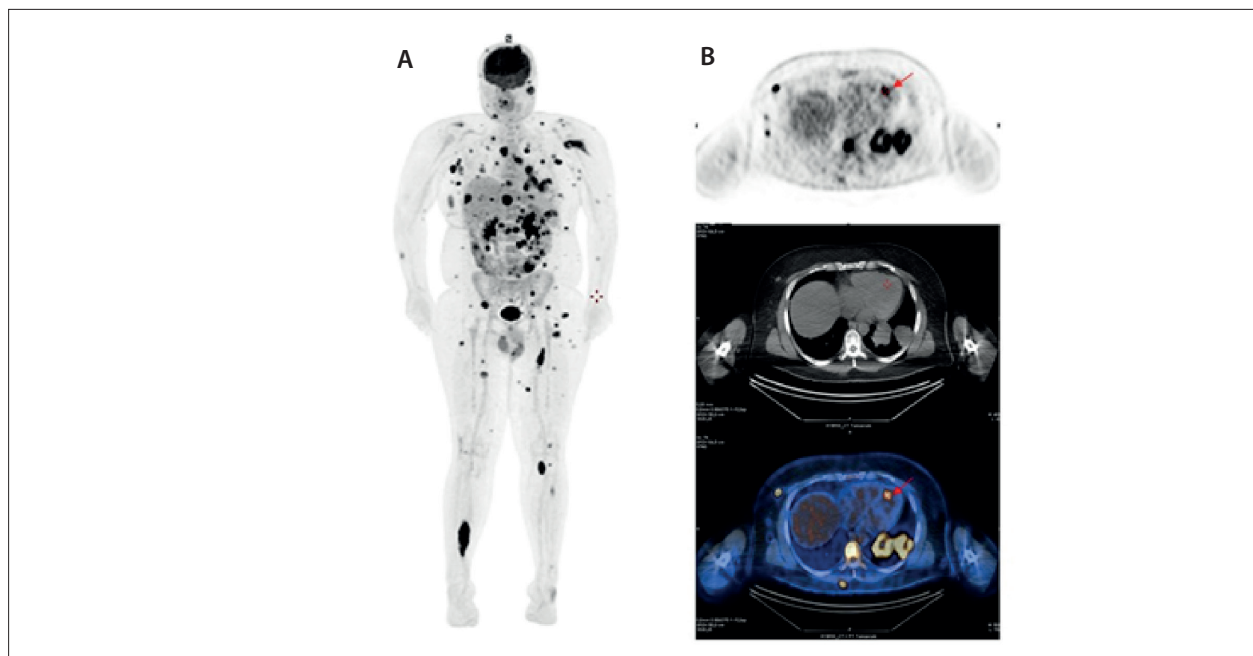


Figura 4 – Homem, 37 anos, diagnosticado em 2016 com melanoma em região peitoral direita. Submetido, à época, a tratamento cirúrgico com linfonodo sentinela negativo. Após 3 anos, retorna com múltiplas metástases subcutâneas. Realizou fluordesoxiglicose- ^{18}F PET-TC para reestadiamento que mostrou metástases disseminadas pelo corpo. (A) Imagens de corpo inteiro, incluindo metástase focal no segmento septoapical (seta) do ventrículo esquerdo (B), com valor máximo de captação padronizada de 8,7. Este paciente faleceu 30 dias após realização deste exame.

mostraram média do SUVmax de FDG de $10,8 \pm 4,9$, variando de 3,4 a 16,7 em nove casos de tumores cardíacos secundários.⁷

Dos 19 relatos de caso abordando massas metastáticas, 12 tinham a medida do SUVmax, com média de 8,3 e 10,29 de desvio padrão. A série de quatro casos publicada por Puranik et al. mostrou metástases assintomáticas oriundas

da via aero/gastrointestinal superior, câncer de esôfago, mucosa bucal, língua e valécula. Apesar de não reportarem a captação das massas, foram casos em que a PET-TC ^{18}F -FDG foi de suma importância no diagnóstico e na escolha da opção terapêutica, descartando-se a opção de cirurgia e instaurando-se medidas paliativas.⁵⁰

Ponto de corte do valor de captação padronizada máximo no diagnóstico de tumor cardíaco pela PET-TC ^{18}F -FDG

Rahbar et al. expuseram os valores de SUVmax estabelecidos, de acordo com a característica tumoral em um gráfico (Figura 6). A captação é baixa no pool sanguíneo e no miocárdio normal, e significativamente alta nos tumores primários malignos em relação aos benignos. Os tumores

malignos secundários apresentam captação comparável à dos malignos primários, no entanto com variação de SUVmax consideravelmente maior.⁷

Para determinar um ponto de corte na determinação de malignidade utilizando-se a PET-TC ^{18}F -FDG, o estudo realizou análise pela curva Característica de Operação do Receptor (ROC), obtendo-se SUVmax de 3,5 e alcançando sensibilidade

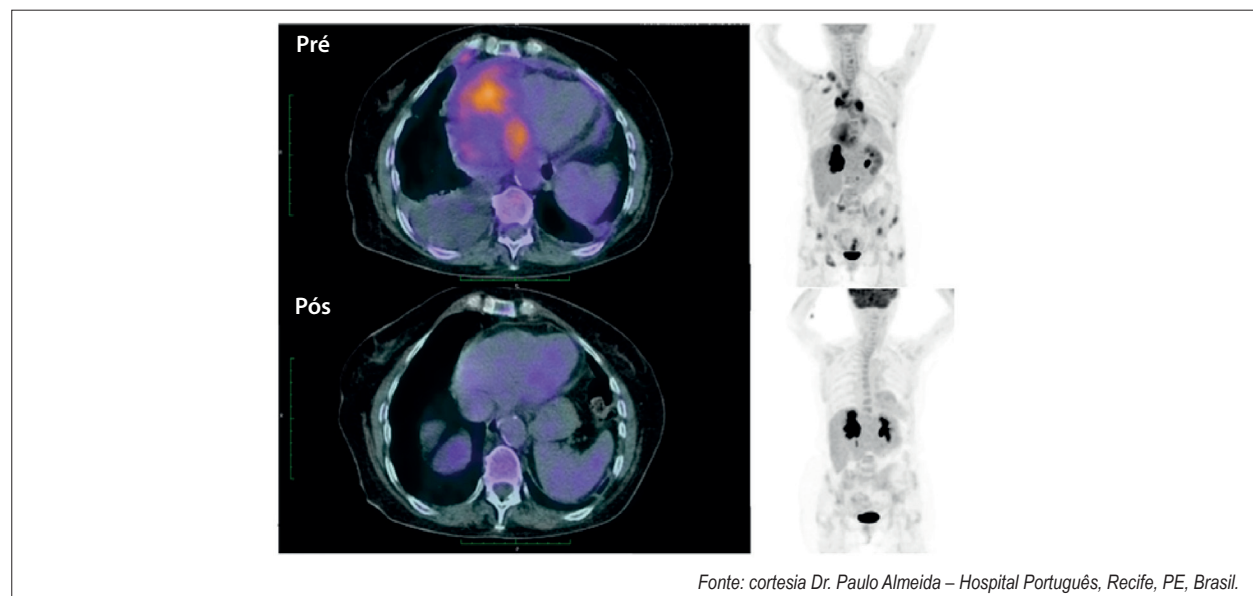


Figura 5 – Homem de 77 anos com linfoma não Hodgkin que realizou fluordesoxiglicose- ^{18}F PET-TC para estadiamento basal (imagens superiores – PRÉ) e avaliação de resposta durante tratamento (imagens inferiores – PÓS). Nas imagens durante tratamento, observa-se resposta metabólica completa das lesões, com redução significativa da captação nas lesões cardíacas e nas cadeias linfonodais previamente acometidas.

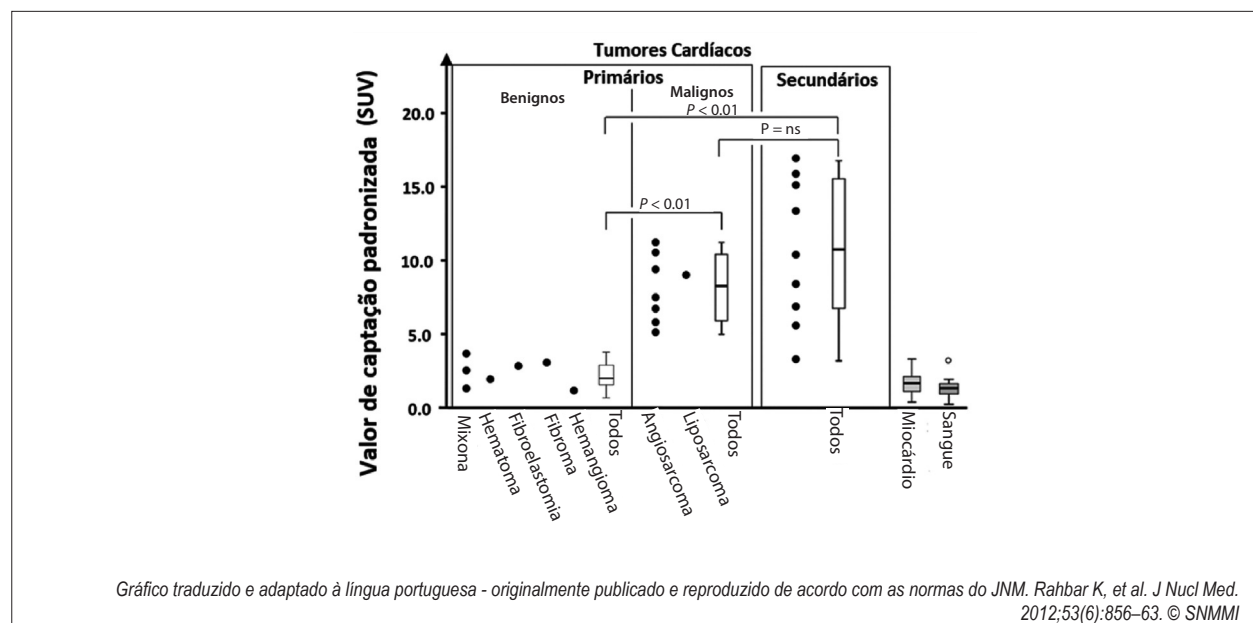


Figura 6 – Captação de glicose quantificada pela fluordesoxiglicose- ^{18}F PET (valor de captação padronizada) em diversos tumores cardíacos, miocárdio e sangue. A captação é baixa no miocárdio e no sangue. Tumores cardíacos malignos primários mostram maior captação em relação aos benignos. Os malignos secundários mostram captação média comparável aos malignos primários, no entanto com maior variação.

de 100%, especificidade de 86% (um tumor benigno foi mal diagnosticado, por isso não foi 100%), valor preditivo positivo de 94% e negativo de 100%. À TC, utilizando-se quatro critérios morfológicos ao invés de três, o valor preditivo positivo chegou a 100%.⁷ À PET FDG, aumentando-se o ponto de corte do SUVmax para 4,6, a especificidade aumentou para 100%, o valor preditivo positivo para 100% e sensibilidade para 94%.

Shao et al. concluíram que o SUVmax acima de 3,5 a 4,0, ou relação do SUVmax entre a lesão e o *pool* sanguíneo de 1,3 a 2,0 atingiram sensibilidade de 100%, especificidade de 90%, acurácia de 95,7%, valor preditivo positivo de 92,9% e valor preditivo negativo de 100%, para o diagnóstico de tumor cardíaco maligno.⁵³

Em relação à sensibilidade, especificidade e acurácia na distinção de massas malignas de benignas, a PET-TC ¹⁸F-FDG melhorou a sensibilidade e a acurácia no diagnóstico diferencial, enquanto a especificidade foi maior na TC.⁵³ Todos os dez pacientes com lesões benignas foram corretamente diagnosticados com a TC, enquanto a PET-TC ¹⁸F-FDG classificou um caso de tuberculose como maligno. Dos 13 malignos, a PET-TC ¹⁸F-FDG diagnosticou corretamente todos eles, enquanto a TC o fez em dez, classificando erroneamente um condrossarcoma, um angiossarcoma e um tumor pericárdico metastático.

Observando-se os pontos de corte gerados nos dois estudos detalhados anteriormente e estabelecido o corte no SUVmax de 3,5 (7,53), a maioria das massas descritas nos relatos e séries de caso seria corretamente diagnosticada, com algumas exceções – um mixoma apresentando SUVmax de 5,2¹⁷ e um fibroma com SUVmax de 6,8.⁵¹ Entre as malignas, nenhuma ficou abaixo do ponto de corte, apesar de a amostra não corresponder à totalidade dos casos devido à falta de dados. Isto corrobora os achados nas análises citadas anteriormente e ajuda a traçar um perfil das massas cardíacas na abordagem por PET-TC¹⁸ F-FDG.

Perspectivas

A PET e a RM são duas modalidades de imagem já estabelecidas e difundidas na investigação de doenças

cardiovasculares.⁵⁶ A RM cardíaca fornece informações de alta resolução acerca da anatomia, morfologia, função e características teciduais, enquanto a PET permite a visualização de processos fisiológicos, ao marcar compostos biológicos com radionuclídeos emissores de pósitrons. É um método não invasivo para acessar perfusão miocárdica, metabolismo tumoral e inflamação/infecção cardíaca.⁵⁶ Nas aplicações cardíacas, esses dois métodos em associação (PET-RM) podem ter valor sinérgico pelo correio das imagens, correção de movimento e redução da radiação ionizante em relação à PET-TC.⁵⁶

Em relação às massas cardíacas, um estudo analisou 20 pacientes submetidos ao PET-RM para avaliação de tumores cardíacos.⁵⁷ A captação de FDG foi alta nos tumores malignos, e, ao utilizarem o método híbrido PET-RM, estabelecendo corte no SUVmax de 5,2, tanto a especificidade quanto a sensibilidade foram de 100%.⁵⁷ Neste contexto, esta ferramenta sugere ser bastante promissora, desde que sua disponibilidade e seu custo se tornem mais acessíveis.

Conclusão

A PET-TC ¹⁸F-FDG é um exame já estabelecido e indicado em pacientes com diversos tipos de câncer. Nos tumores cardíacos metastáticos, mais comuns do que os malignos primários, é uma ferramenta muito útil. É também um meio efetivo de diferenciação dos tumores cardíacos primários, entre malignos e benignos, e de estadiamento dos malignos. Este exame pode ser usado, ainda, na avaliação da resposta ao tratamento, evidenciando a melhora metabólica precocemente em caso de sucesso terapêutico.

Contribuição dos autores

Obtenção de dados: Brandão S, Dompieri L. Análise e interpretação dos dados: Brandão S, Dompieri L. Redação do manuscrito: Dompieri L. Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Brandão S.

Conflito de interesses

Os autores declaram não terem conflitos de interesse.

Referências

1. Dell'amore A, Albertini A, Lamarra M. Twenty years experience in oncologic surgery for primary cardiac tumors. *G Chir.* 2013;34(4):106–11.2. Beck CS. An Intrapericardial Teratoma And A Tumor Of The Heart: Both Removed Operatively. *Ann Surg.* 1942;116(2):161–74.
3. Kouchoukos NT, Kirklin JW, John W. Kirklin/Barratt-Boyes cardiac surgery : morphology, diagnostic criteria, natural history, techniques, results, and indications. Philadelphia: Elsevier/Saunders; 2013.
4. Maleszewski JJ, Bois MC, Bois JP, Young PM, Stulak JM, Klarich KW. Neoplasia and the Heart. *J Am Coll Cardiol.* 2018;72(2):202–27.
5. Reynen K. Frequency of primary tumors of the heart. *Am J Cardiol.* 1996 Jan 1 [cited 2018 Nov 21];77(1):107.
6. Bhattacharyya S, Khattar RS, Gujral DM, Senior R. Cardiac tumors: the role of cardiovascular imaging. *Expert Rev Cardiovasc Ther.* 2014;12(1):37–43.
7. Rahbar K, Seifarth H, Schafers M, Stegger L, Hoffmeier A, Spieker T, et al. Differentiation of Malignant and Benign Cardiac Tumors Using ¹⁸F-FDG PET/CT. *J Nucl Med.* 2012;53(6):856–63.
8. Warburg Berlin-Dahlem O. Association for Cancer Research [Internet]. 2016 [cited 2018 Nov 21]. Available from: https://wp.nyu.edu/biochemistry2016_2/wp-content/uploads/sites/3323/2016/01/J-Cancer-Res-1925-Warburg-148-63.pdf
9. Maurer AH, Burshteyn M, Adler LP, Steiner RM. How to Differentiate Benign

Artigo de Revisão

- versus Malignant Cardiac and Paracardiac ¹⁸F FDG Uptake at Oncologic PET/CT. *RadioGraphics*. 2011;31(5):1287–305.
10. Cho J-M, Sohn I-S, Yang Y-J. Heart in the heart: Dual faced primary cardiac lymphoma on PET–CT. *Int J Cardiol*. 2010;142(3):e40–1.
11. Kaderli AA, Baran I, Aydin O, Bicer M, Akpınar T, Ozkalemkas F, et al. Diffuse involvement of the heart and great vessels in primary cardiac lymphoma. *Eur J Echocardiogr*. 2010;11(1):74–6.
12. Derlin T, Clauditz TS, Habermann CR. Adrenal Epithelioid Angiosarcoma Metastatic to the Epicardium. *Clin Nucl Med*. 2012;37(9):914–5.
13. Sato R, Ichiyasu H, Saeki S, Sakata S, Sasaki J, Fujii K, et al. FDG-PET and chemotherapy for successful diagnosis and treatment of cardiac metastasis from non-small cell lung cancer. *Intern Med*. 2012;51(14):1909–12.
14. Senthil R, Mittal BR, Kashyap R, Bhattacharya A, Radotra BD, Bhansali A. 18F FDG PET/CT demonstration of IVC and right atrial involvement in adrenocortical carcinoma. *Jpn J Radiol*. 2012;30(3):281–3.
15. Coccia P, Ruggiero A, Rufini V, Maurizi P, Attinà G, Marano R, et al. Cardiac Metastases of Ewing Sarcoma Detected by 18F-FDG PET/CT. *J Pediatr Hematol Oncol*. 2012;34(3):236–8.
16. Jeong YJ, Yoon HJ, Kang D-Y. Growing Cardiac Hemangioma on Serial F-18 FDG PET/CT. *Nucl Med Mol Imaging*. 2012;46(3):223–6.
17. Gheysens O, Cornillie J, Voigt J-U, Bogaert J, Westhovens R. Left Atrial Myxoma on FDG-PET/CT. *Clin Nucl Med*. 2013;38(11):e421–2.
18. Tan H, Jiang L, Gao Y, Zeng Z, Shi H. 18F-FDG PET/CT Imaging in Primary Cardiac Angiosarcoma. *Clin Nucl Med*. 2013;38(12):1002–5.
19. Elasar A, Khalifa A, AlGhamdi A, Khalid R, Ibrahim M, Kashour T. Asymptomatic metastatic osteosarcoma to the right ventricle: Case report and review of the literature. *J Saudi Hear Assoc*. 2013;25(1):39–42.
20. Uslu L, Asa S, Sager S, Halaç M. Multiple cardiac masses and distant metastatic foci in a patient with high grade pleomorphic sarcoma of the heart revealed by follow-up FDG PET/CT. *Nuklearmedizin*. 2014;53(2):N8–9.
21. Jeph S, Thakur K, Shamim SA, Verma K, Aggarwal B, Aggarwal A. Giant cardiac tumour thrombus on staging contrast enhanced 18F-FDG PET/CT in a case of non-Hodgkin's lymphoma. *Rev Esp Med Nucl Imagen Mol*. 2014;33(5):328–9.
22. Tas F, Mudun A, Kirma C. Cardiac involvement in melanoma: A case report and review of the literature. *J Cancer Res Ther*. 2010;6(3):359–61.
23. Erdoğan EB, Asa S, Aksoy SY, Özhan M, Halac M. Appearance of Recurrent Cardiac Myxofibrosarcoma on FDG PET/CT. *Clin Nucl Med*. 2014;36(6):559–60.
24. Tokmak H, Demir N, Demirkol MO. Cardiac angiosarcoma: utility of [18F] fluorodeoxyglucose positron emission tomography–computed tomography in evaluation of residue, metastases, and treatment response. *Vasc Health Risk Manag*. 2014;10:399–401.
25. Giovannella L, Treglia G, Ceriani L, Weidner S, Perriard U, Bongiovanni M. Left atrial metastasis of Hürthle-cell thyroid carcinoma mimicking myxoma. *J Nucl Cardiol*. 2014;21(2):406–7.
26. Tong AK, Neo SH, Kok TY. Disseminated Lymphoma Evolving into Neurolymphomatosis during Mid-cycle of Chemotherapy Detected by (18)F-FDG PET/CT. *Ann Acad Med Singapore*. 2015;44(11):545–7.
27. Lu Y. An Unusual Right Ventricle Metastasis From Mandible Squamous Cell Carcinoma Detected On FDG PET/CT. *Clin Nucl Med*. 2015;40(4):330–1.
28. Ak Sivriköz İ, Öner H, Kasapoğlu Dündar E, Çavuşoğlu Y, Dernek S. F-18 FDG PET/CT images of a rare primer cardiac tumour: Primary Pericardial Mesothelioma. *Anatol J Cardiol*. 2016;16(8):635–6.
29. Niu N, Cui R, Li F. FDG PET/CT Findings of Intracardiac Myeloid Sarcoma. *Clin Nucl Med*. 2016;41(3):235–6.
30. Xiao J, Liu G, Cheng D, Wang H, Shi H. The value of (18)F-FDG PET/CT in the diagnosis of uterine intravenous leiomyomatosis extended into the right atrium. *Hell J Nucl Med*. 2016;19(2):179–81.
31. Liu Y, Pang H, Xu L, Liu Q, Li W. High 18F-fluorodeoxyglucose uptake in cardiac tumor. *Medicine (Baltimore)*. 2016;95(44):e4211.
32. Santhosh S, Bahl A, Saikia UN, Lad D, Mittal BR, Malhotra P, et al. FDG PET/CT in the staging and follow-up of primary cardiac 'T' cell lymphoma presenting as hypertrophic cardiomyopathy. *J Nucl Cardiol*. 2016;23(3):581–4.
33. Martínez-Rodríguez I, Banzo I, Quirce R, Jiménez-Bonilla JF, Medina-Quiroz P, Rubio-Vassallo AS, et al. F-18 FDG PET/CT Uptake by a Cardiac Hemangioma. *Clin Nucl Med*. 2010;35(5):330–1.
34. Vatankulu B, Dirlik Serim B, Sonmezoglu K, Vatankulu MA. Right Ventricle Metastasis of Pleomorphic Undifferentiated Sarcoma Detected by FDG PET/CT and Three-Dimensional Echocardiography. *Echocardiography*. 2016;33(7):1103–4.
35. Jagielak D, Jaguszewski M, Rogowski J, Zaucha R. 18-FDG PET/CT to reveal cardiac metastasis of pancreatic neuroendocrine cancer. *Cardiol J [Internet]*. 2017 Feb 27 [cited 2019 May 8];24(1):94–5.
36. Tüdös Z, Köcher M, Černá M, Odstrčil F, Prouzová Z, Formánek R, et al. "Sun Ray" Appearance in a Case of Cardiac Angiosarcoma: A Comparison of MRI and PET/CT. *Magn Reson Med Sci*. 2017;16(2):176–80.
37. Taywade S, Damle N, Tripathi M, ArunRaj S, Passah A, Malhi A, et al. Unusual presentation of rare cardiac tumor: The role of F-18-fluorodeoxyglucose positron emission tomography/computed tomography. *Indian J Nucl Med*. 2017;32(2):157–8.
38. Hod N, Shalev A, Levin D, Anconina R, Ezroh Kazap D, Lantsberg S. FDG PET/CT of Cardiac Angiosarcoma With Pulmonary Metastases. *Clin Nucl Med*. 2018;43(10):744–6.
39. Fukunaga H, Tatewaki Y, Mutoh T, Shimomura H, Yamamoto S, Terao C, et al. A Case of Low-Grade Primary Cardiac Lymphoma with Pericardial Effusion Diagnosed by Combined 18F-Fluorodeoxyglucose Positron Emission Tomography and Computed Tomography (FDG-PET/CT) Imaging and Effusion Cytology. *Am J Case Rep*. 2018;19:292–5.
40. Marroquín JA, Hernández AC, Pilkington JP, Saviatto A, Tabuenca MJ, Estenoz JM. PET/TC con 18 F-FDG en metástasis cardíaca en un paciente con antecedente de tumor neuroectodérmico maligno de la pared torácica (tumor de Askin): caso clínico y revisión de la literatura. *Rev Esp Med Nucl Imagen Mol*. 2018;37(2):110–3.
41. Deng S, Zhang B, Li J, Sang S, Zhang W. Identification of multiple cardiac metastases from nonsmall-cell lung cancer by 18F-FDG PET/CT. *Medicine (Baltimore)*. 2018;97(49):e12868.
42. Mestres-Martí J, Llinares-Tello E, Sabaté-Llobera A, Gràcia-Sánchez L, Robles-Barba J, Gámez-Cenzano C. PET/TC con 18F-FDG en paciente con presentación atípica de angiosarcoma cardíaco. *Rev Esp Med Nucl Imagen Mol*. 2018;38(3):183–5.
43. Lu Y, Ulaner G. FDG PET/CT Demonstration of Right Atrium Metastasis Overlooked on Contrast-Enhanced CT. *Clin Nucl Med*. 2011;36(5):405–6.
44. Minamimoto R, Morooka M, Kubota K, Ito K, Masuda-Miyata Y, Mitsumoto T, et al. Value of FDG-PET/CT using unfractionated heparin for managing primary cardiac lymphoma and several key findings. *J Nucl Cardiol*. 2011;18(3):516–20.
45. Ak I, Ciftci OD, Ustunel Z, Sivriköz MC. Atrial angiosarcoma imaged by F-18 FDG PET/CT. *Anadolu Kardiyol Derg*. 2011;11(4):E17.
46. Probst S, Seltzer A, Spieler B, Chachoua A, Friedman K. The Appearance of Cardiac Metastasis From Squamous Cell Carcinoma of the Lung on F-18 FDG PET/CT and Post Hoc PET/MRI. *Clin Nucl Med*. 2011;36(4):311–2.
47. Julian A, Wagner T, Ysebaert L, Chabbert V, Payoux P. FDG PET/CT leads to the detection of metastatic involvement of the heart in non-Hodgkin's lymphoma. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2011;38(6):1174.
48. Pinnamaneni N, Muthukrishnan A. Left Ventricular Myocardium Metastasis in a Patient With Primary Renal Cell Carcinoma Detected by 18F-FDG PET/CT. *Clin Nucl Med*. 2012;37(7):e181–3.

49. Elsayad K, Scobioala S, Kriz J, Haverkamp U, Eich HT. Advances in Image-Guided Radiation Therapy for Primary Cardiac Angiosarcoma: The Role of PET-CT and MRI. *Oncol Res Treat*. 2016;39(5):290–4.
50. Puranik AD, Purandare NC, Sawant S, Agrawal A, Shah S, Jatale P, et al. Asymptomatic myocardial metastasis from cancers of upper aero-digestive tract detected on FDG PET/CT: a series of 4 cases. *Cancer Imaging*. 2014;14:16.
51. Kikuchi Y, Oyama-Manabe N, Manabe O, Naya M, Ito YM, Hatanaka KC, et al. Imaging characteristics of cardiac dominant diffuse large B-cell lymphoma demonstrated with MDCT and PET/CT. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2013;40(9):1337–44.
52. Saponara M, Ambrosini V, Nannini M, Gatto L, Astolfi A, Urbini M, et al. ¹⁸F-FDG-PET/CT imaging in cardiac tumors: illustrative clinical cases and review of the literature. *Ther Adv Med Oncol*. 2018;10:1758835918793569.
53. Shao D, Wang S-X, Liang C-H, Gao Q. Differentiation of malignant from benign heart and pericardial lesions using positron emission tomography and computed tomography. *J Nucl Cardiol*. 2011;18(4):668–77.
54. Malik D, Basher R, Vadi S, Mittal B, Bhattacharya A. Cardiac metastasis from lung cancer mimicking as perfusion defect on N-13 ammonia and FDG myocardial viability PET/CT scan. *J Nucl Cardiol*. 2017;24(4):1442–4.
55. Maeda S, Takano H, Yamauchi T, Tanaka K, Suzuki K, Fushimi H, et al. Primary synovial sarcoma of the left heart with large amount of necrotic tissue. *Gen Thorac Cardiovasc Surg*. 2018;66(6):365–7.
56. Nazir MS, Ismail TF, Reyes E, Chiribiri A, Kaufmann PA, Plein S. Hybrid positron emission tomography-magnetic resonance of the heart: current state of the art and future applications. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2018;19(9):962–74.
57. Nensa F, Tezgah E, Poeppel TD, Jensen CJ, Schelhorn J, Kohler J, et al. Integrated ¹⁸F-FDG PET/MR Imaging in the Assessment of Cardiac Masses: A Pilot Study. *J Nucl Med*. 2015;56(2):255–60.