

Como Eu Faço a Avaliação de Massas Cardíacas pelo FDG PET/CT

My Approach to Evaluation of Cardiac Masses Using FDG PET/CT

Simone Cristina Soares Brandão,¹ João Marcelo Duarte Ribeiro Sobrinho,¹ Emanuel Davi Lima de Matos Leão,¹ Lara Cristiane Terra Ferreira Carreira,² Adriana Soares Xavier de Brito^{3,4}

Universidade Federal de Pernambuco,¹ Recife, PE – Brasil

Cardiologia Nuclear de Curitiba,² Curitiba, PR – Brasil

Instituto Nacional de Cardiologia,³ Rio de Janeiro, RJ – Brasil

Instituto D'Or de Pesquisa e Ensino,⁴ Rio de Janeiro, RJ – Brasil

Resumo

As massas cardíacas são formações sólidas de etiologia variável, sendo fundamental o diagnóstico acurado, sobretudo nas de natureza maligna, que estão associadas à pior prognóstico. Em decorrência dessa diversidade, frequentemente é necessário associar diferentes métodos de imagem na sua investigação. Os métodos convencionais de imagem cardiovascular incluem o ecocardiograma transtorácico, a ressonância magnética e a tomografia cardíaca, que permitem caracterizar aspectos anatômicos e repercussões hemodinâmicas associadas à massa. No entanto, em decorrência de suas limitações, maior precisão no estudo etiológico da massa é alcançada quando a Medicina Nuclear é associada à propedêutica, através da tomografia por emissão de pósitrons associada a tomografia computadorizada com a fluorodeoxiglicose-Flúor-18 (FDG PET/CT). Suas especificidades incluem a eficácia na avaliação da atividade metabólica das massas cardíacas, especialmente na diferenciação entre benignas e malignas, na capacidade de indicar o melhor sítio de biópsia e de estadiar o corpo inteiro. O valor máximo do *Standardized Uptake Value* (SUVmax) é usado como parâmetro quantitativo do grau de captação de FDG pela massa, sendo um SUVmax elevado sugestivo de malignidade. A interpretação dos achados da FDG PET/CT deve ser feita em conjunto com a clínica e as imagens convencionais para uma conclusão mais assertiva. Desse modo, a abordagem multimodal, especialmente com a inclusão da FDG PET/CT, permite uma diferenciação mais precisa entre massas cardíacas benignas e malignas, contribuindo para o manejo adequado do paciente.

Massas cardíacas

As massas cardíacas são formações sólidas de etiologia variável, decorrentes de um espectro amplo de causas, como

tumores (benignos e malignos, primários ou secundários), trombos, vegetações ou pseudotumores.¹ Em decorrência dessa diversidade de etiologias, frequentemente é necessário associar diferentes métodos de imagem na sua investigação. Nesse artigo, discutiremos como conduzir essa propedêutica, enfatizando as contribuições da Medicina Nuclear, Figura Central.

Apesar de não ser um diagnóstico frequente na prática clínica, a identificação de massas cardíacas vem aumentando com o avanço e ampliação do uso dos exames de imagem cardiovascular.² Os sintomas são variados, compreendendo desde sua ausência até manifestações decorrentes da alteração da mecânica cardíaca (a exemplo da obstrução ao fluxo e a ocorrência de arritmias), da embolização da massa (fenômenos tromboembólicos para a circulação pulmonar ou sistêmica) ou sintomas constitucionais como febre, perda de peso, fadiga, relacionados ao efeito pró-inflamatório e hipermetabólico do tumor ou síndromes paraneoplásicas. Em muitos casos, independentemente da etiologia, essas repercussões decorrentes da massa em investigação serão fundamentais para o prognóstico do paciente.^{3,4}

Considerando neoplasias como uma possibilidade diagnóstica, é necessário fazer a diferenciação entre tumores primários cardíacos e os secundários que correspondem à implantação metastática cardíaca. Os tumores cardíacos primários apesar de menos incidentes, em geral são benignos (75% dos casos), com destaque para o mixoma.^{1,2} Entre os tumores malignos primários, sarcoma e linfoma são os mais prevalentes. As neoplasias secundárias são muito mais comuns do que as primárias.²⁻⁴ São tumores de natureza maligna, de outras partes do corpo, que se implantam no coração. Os cânceres que mais levam a metástases cardíacas são os de pulmão, mama, esôfago, linfoma, leucemia e melanoma.²⁻⁴

Os trombos intracavitários, constituídos principalmente por fibrina e plaquetas, podem ser confundidos com massas e, por isso, devem ser considerados na avaliação. O principal risco associado é de sua embolização sistêmica, principalmente em pacientes com alguma cardiopatia (mais predispostos à sua formação).⁴ As vegetações, por sua vez, são crescimentos anormais de tecido que se desenvolvem nas válvulas cardíacas associados principalmente à infecção bacteriana, sendo frequentemente observadas em pacientes com endocardite infecciosa. Já os pseudotumores são formações não neoplásicas que podem mimetizar tumores cardíacos verdadeiros, resultando de processos inflamatórios ou reacionais, bem como variações anatômicas.²

Palavras-chave

Medicina Nuclear; Fluordesoxiglicose F18; Tomografia por Emissão de Pósitrons combinada à Tomografia Computadorizada.

Correspondência: Simone Cristina Soares Brandão •

Universidade Federal de Pernambuco. Av. Prof Moraes Rego, SN. CEP:

50670-901. Cidade Universitária, Recife, PE – Brasil

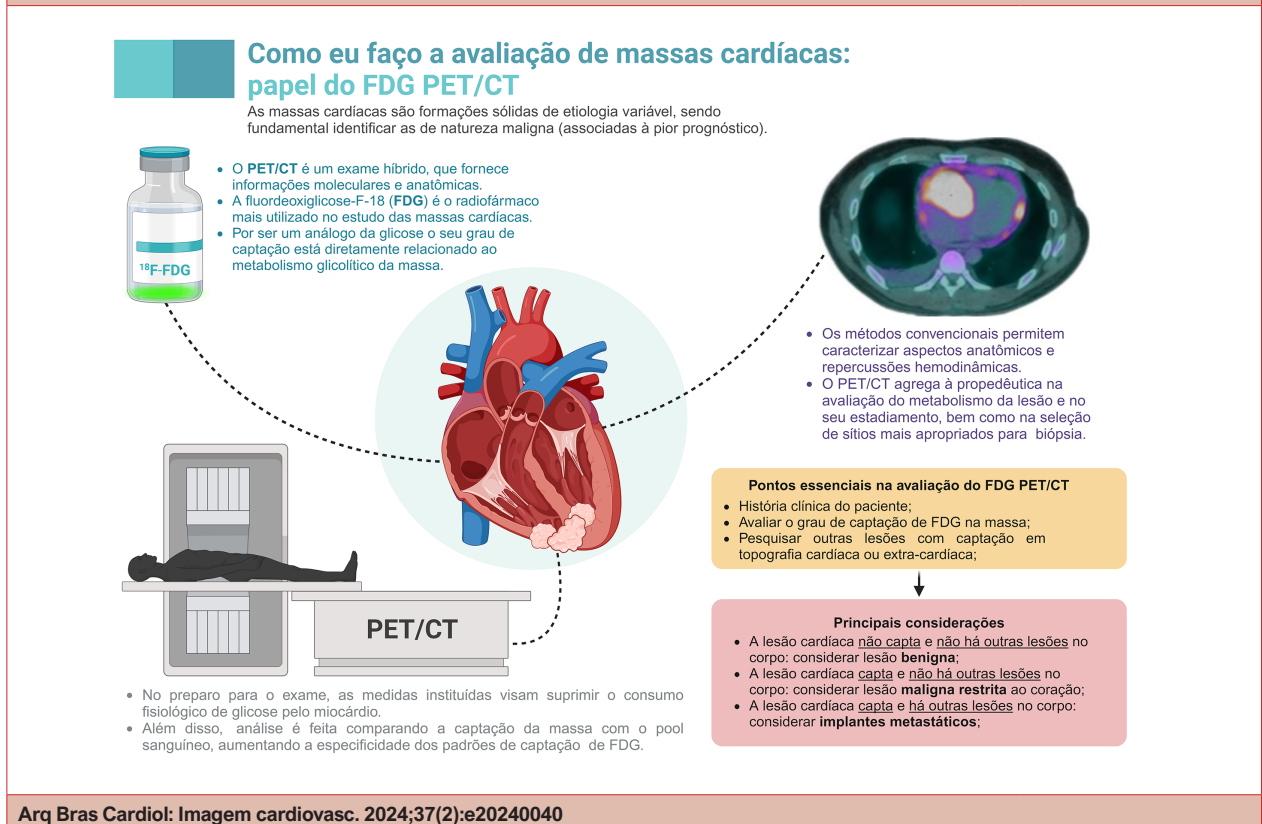
E-mail: sbrandaonuclearufpe@gmail.com

Artigo recebido em 20/05/2024; revisado em 23/05/2024; aceito em 23/05/2024.

Editor responsável pela revisão: Marcelo Tavares

DOI: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20240040>

Figura Central: Como Eu Faço a Avaliação de Massas Cardíacas pelo FDG PET/CT



Arq Bras Cardiol: Imagem cardiovasc. 2024;37(2):e20240040

O papel do FDG-PET/CT na avaliação e no diagnóstico de massas cardíacas de etiologias variáveis. PET/CT: positron emission tomography / computed tomography; FDG: fluorodesoxiglicose marcada com flúor-18. Imagem confeccionada com BioRender.com.

Métodos de investigação por imagem

Associada à história clínica, os exames de imagem são fundamentais para definição morfológica e diagnóstica. Tradicionalmente a investigação é iniciada com o ecocardiograma transtorácico, exame amplamente disponível, isento de radiação que fornece dados gerais como localização, efeitos sobre a hemodinâmica do paciente e relação com tecidos adjacentes, a exemplo do pericárdio.² No entanto, apesar de fornecer informações relevantes, o método tem limitações técnicas, como a dependência da expertise do operador e de uma janela adequada do paciente, além de dificuldades na avaliação da extensão da massa para outros órgãos. O estudo pode ser complementado com ferramentas adicionais da própria ecocardiografia, como avaliação transesofágica, tridimensional, uso do *strain* ou de contraste. Essas ferramentas ampliam a acurácia diagnóstica do método, além de permitir melhor avaliação de lesões valvares e da relação da massa com outras estruturas anatômicas.^{2,4,5}

A ressonância magnética cardíaca (RMC) em geral é o próximo método de imagem empregado. Sua principal vantagem é a possibilidade de fornecer informações morfológicas com uma perspectiva multiplanar, associadas à uma melhor resolução espacial e temporal que permitem

caracterizar mais adequadamente aspectos anatômicos teciduais da massa e extracardíacos em comparação com o ecocardiograma.² Suas principais desvantagens são longo tempo de aquisição, menor disponibilidade, dificuldades em pacientes com claustrofobia, risco de fibrose sistêmica nefrogênica pelo contraste a base de gadolínio naqueles com insuficiência renal grave e incompatibilidade com alguns dispositivos metálicos.^{2,6}

O estudo de Paolisso et al.,⁶ através de uma coorte observacional de 167 pacientes submetidos ao ecocardiograma, à RMC e à análise histológica ou exames radiológicos seriados (no caso de trombos cardíacos), evidenciou uma precisão significativamente maior da ressonância, quando comparada ao ecocardiograma. Nesse trabalho, características morfológicas (localização não esquerda, sésil, lobulado, heterogeneidade, infiltração e derrame pericárdico) e teciduais da massa (perfusão de primeira passagem e realce da heterogeneidade) foram preditores independentes de malignidade.⁶

A tomografia cardíaca (TC) também tem seu papel, especialmente na avaliação das artérias coronárias, de massas calcificadas e no estadiamento dos tumores. As principais desvantagens são a exposição à radiação, o risco de lesão renal induzida pelo contraste iodado, a menor resolução temporal comparada a RMC e limitação na avaliação tecidual.^{2,7}

Artigo de Revisão

A Tomografia por Emissão de Pósitrons associada a Tomografia Computadorizada (do inglês, *positrons emission tomography associated to computed tomography* - PET/CT) é um exame da medicina nuclear que avalia processos fisiológicos específicos, ajudando no entendimento e melhor caracterização das lesões. Como as alterações vistas na PET refletem mudanças a nível molecular, a sensibilidade deste exame é maior do que exames que fornecem informações apenas anatômicas, uma vez que as alterações funcionais acontecem antes das morfológicas.^{4,5} O radiofármaco mais usado na prática clínica é a fluorodesoxiglicose marcada com flúor-18 (FDG). O FDG é um análogo da glicose, portanto, o grau de captação de FDG pelas lesões está diretamente relacionado ao seu metabolismo glicolítico. O radiofármaco emite a radiação que é captada pelos detectores do equipamento PET, gerando assim, imagens tridimensionais do padrão de captação corporal do FDG. Além do mais, como o método é híbrido, ele fornece também informações anatômicas advindas da TC da PET/CT.^{2,7}

Em resumo, a FDG PET/CT fornece informações metabólicas e anatômicas, que contribuem para melhor caracterização da massa.² O grau e o padrão de captação de FDG contribuem para a diferenciação entre massas benignas e malignas.^{5,8} Além do mais, como o exame abrange o corpo inteiro, é possível avaliar a extensão da doença para outros tecidos (nas massas malignas) ou a possibilidade de êmbolos sépticos (no caso da “massa” ser uma vegetação por endocardite).⁷ A PET pode vir acoplada a um equipamento de ressonância magnética (PET/RM) em vez da CT, sendo a PET/RM potencialmente o melhor método na avaliação de massas cardíacas por fornecer informações da PET e da RM através de um único exame. Entretanto, o uso da PET/RM na prática clínica é ainda muito limitado, devido à baixa disponibilidade e elevado custo.⁹

Preparo para o exame

Fisiologicamente, há metabolização de glicose no miocárdio. Consequentemente, caso não seja realizado nenhum preparo específico para o exame, as informações de sua análise perdem especificidade. Desse modo, é necessário suprimir o metabolismo glicolítico miocárdico, aumentando a acurácia dos achados. Para tal, é feita a recomendação de jejum por pelo menos 12 horas (preferencialmente por 18 horas) e de ajustar a dieta nas 24 horas anteriores, com menor oferta de carboidratos e maior disponibilidade de gorduras, ampliando o consumo cardíaco de ácidos graxos.^{2,7,10}

Cuidados adicionais incluem evitar realizar atividade física vigorosa e ter uma boa noite de sono no dia anterior ao exame. Em alguns centros, a administração de uma dose intravenosa de heparina não fracionada (50 UI/kg), 15 minutos antes da injeção da FDG, é realizada como medida adjuvante, desde que necessariamente o paciente não tenha contraindicações.¹⁰ Uma orientação específica para pacientes diabéticos é não realizar a administração de insulina na manhã do dia do exame, uma vez que a insulina estimula a captação de glicose (e consequentemente da FDG) pela musculatura através dos transportadores de glicose da membrana celular, o que poderia interferir nos resultados da análise. Além disso, é recomendado que o nível de glicemia sanguínea esteja idealmente abaixo de 180 mg/dL.¹⁰ Mesmo diante do seguimento desses protocolos, o grau de captação ainda pode sofrer influência de fatores

como o uso de medicações e comorbidades do paciente (a exemplo de diabetes ou doença isquêmica cardíaca). Por isso, além de analisar o grau de captação da massa como parâmetro isolado pelo índice de captação padronizado de FDG (do inglês, *standardized uptake value* – SUV), estratégias como a comparação com o SUV cardíaco e do *pool* sanguíneo contribuem para a precisão da análise das imagens.

Algoritmo de investigação de massas cardíacas

Após a descoberta da massa cardíaca, diagnosticar sua etiologia e estabelecer o prognóstico são fundamentais. A biópsia da lesão é o padrão ouro, entretanto, nem sempre é viável realizá-la devido ao risco do procedimento e por vezes a baixa expertise local.¹ Quando o ecocardiograma e a RMC não conseguem determinar com precisão a natureza da massa, a FDG PET/CT pode ajudar nessa diferenciação. Será discutido adiante as particularidades desse exame na avaliação de massas benignas e malignas.

A grande maioria dos tumores cardíacos primários são benignos, sendo o mixoma a etiologia mais prevalente nos adultos, seguido do lipoma e do hemangioma.⁴ O mixoma cardíaco usualmente forma uma massa intracavitária, facilmente detectada por meio da ecocardiografia e tomografia. O lipoma pode ser melhor caracterizado em exames de TC e RMC.¹ É um tumor benigno bem circunscrito, homogêneo, e majoritariamente imóvel. Já o hemangioma é um subtipo extremamente raro de tumor benigno cardíaco, o que faz com que dados robustos acerca de seu diagnóstico sejam controversos.

Em comum, os três tumores citados no geral apresentam baixa ou nenhuma captação de FDG, à exceção de situações específicas, como quando há aumento na quantidade de gordura marrom nos lipomas. Estudos^{4,5} mostram que a ausência de captação significativa de FDG, evidenciada por um SUV máximo da lesão menor que 2,5, associada à ausência de indícios de lesões em outros tecidos permite descartar malignidade (Figura 1).

Os tumores malignos primários cardíacos são extremamente raros, representando cerca de 5% das massas cardíacas. O sarcoma é o mais prevalente (mais de dois terços dos casos), seguido pelo linfoma e pelo mesotelioma.⁴ Os sarcomas apresentam alta captação de FDG, com SUV máximo médio de 12,² consideravelmente superior aos tumores benignos e à captação fisiológica do miocárdio. Isso possibilita sua detecção e sua classificação pela FDG PET/CT com alta sensibilidade e especificidade. O subtipo histopatológico mais comum do sarcoma cardíaco é o angiossarcoma, bastante agressivo e com alta probabilidade de metástase¹¹ (Figura 2).

Os tumores cardíacos secundários são bem mais comuns do que os tumores cardíacos primários, e geralmente estão associados a metástases disseminadas pelo câncer de base. Os melanomas são os cânceres que têm maior propensão para envolvimento cardíaco, no entanto, os carcinomas de sítio torácico são os mais encontrados devido a maior prevalência. Nesses casos, a FDG PET/CT é muito útil no estadiamento inicial e na avaliação de resposta ao tratamento. Em metástases de tecidos extracardíacos, a alta avidéz à FDG permite sua rápida detecção, bem como ajuda a indicar sítios mais adequados para análise histológica a partir de biópsia, com menor índice de complicações em comparação à realização do procedimento no coração.¹²

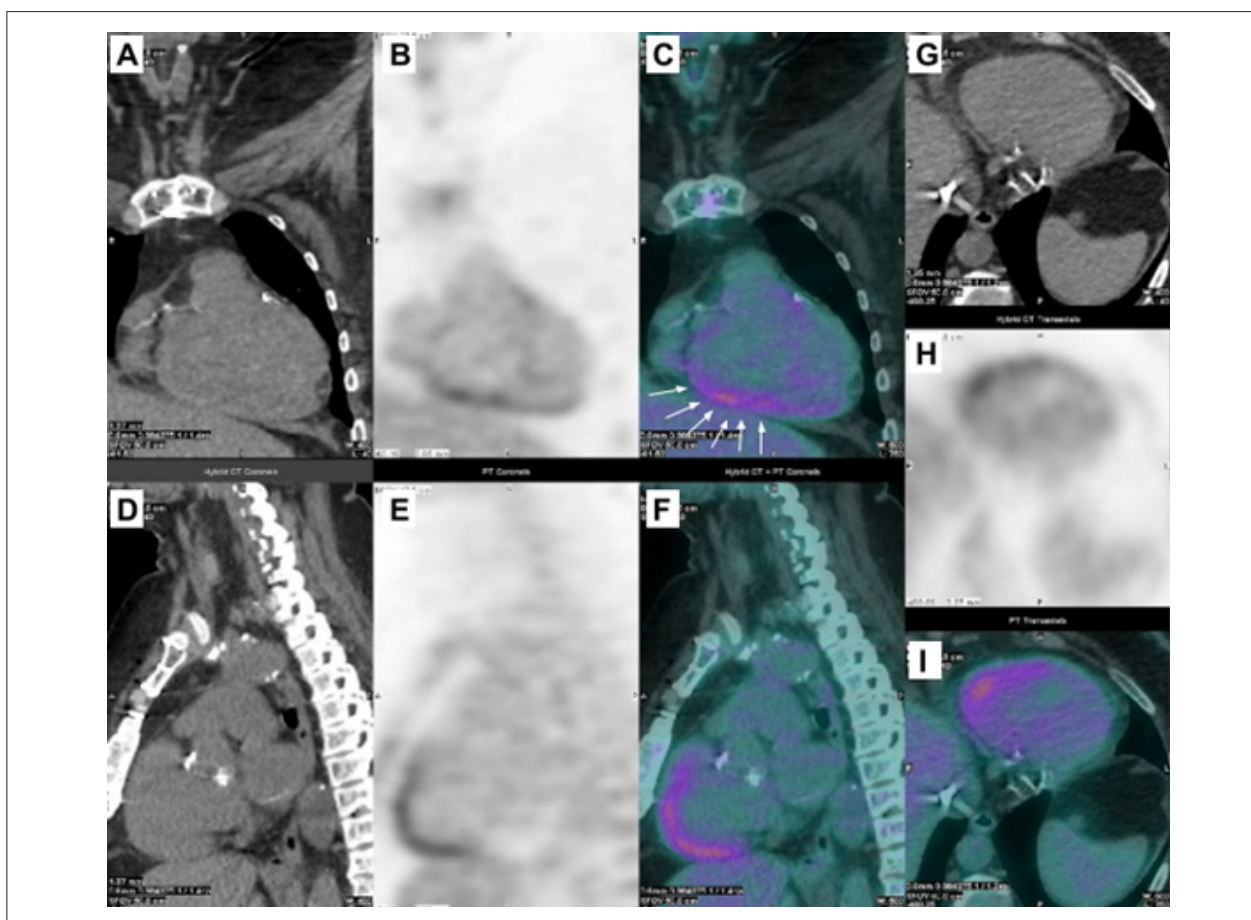


Figura 1 – Tumor amorfo. Imagens da PET/CT a nível cardíaco. Fileira superior, cortes coronais. Fileira inferior, cortes sagitais. À direita, de cima para baixo, cortes axiais. Imagens tomográficas (A, D e G). Imagens da PET (B, E e H). Imagens de PET/CT (C, F e I). Mulher, 41 anos, renal crônica dialítica, com hipertensão arterial pulmonar grave e cor pulmonale por tromboembolismo pulmonar crônico. Submetida há dois anos à cirurgia cardíaca para retirada de tumor amorfo em átrio esquerdo. Evoluiu com surgimento de nova massa no teto do átrio esquerdo, de bordos mal definidos (30x19mm). Solicitada PET/CT para melhor avaliação da massa. Ao exame, não foi observada área focal de aumento patológico de FDG no átrio esquerdo, sugerindo benignidade da lesão. Observa-se, entretanto, ventrículo direito de volume aumentado, com aumento do metabolismo glicolítico em suas paredes, provavelmente por sobrecarga de câmara pela hipertensão pulmonar (setas brancas na figura C). Fonte: Arquivo pessoal dos autores.

O papel da FDG PET/CT em determinar a malignidade das lesões vem sendo reforçado por diversos estudos. Rahbar *et al.*⁸ e Shao *et al.*⁵ avaliaram os padrões de captação de FDG, os achados tomográficos e o diagnóstico histológico de tumores cardíacos de 23 e 24 pacientes, respectivamente. Em comum, esses dois estudos concluíram que quanto maior o SUV da lesão, maior o risco de malignidade, com um ponto de corte entre 3,5 e 4. Isoladamente, esse critério determinou malignidade (de forma não invasiva) com sensibilidade de 100% e especificidade de 86%. No contexto de uma investigação multimodal, comum nesses pacientes, ao agregar informações da tomografia, a precisão diagnóstica se aproximou dos 96%, com valor preditivo negativo de 100%.

No trabalho de D'Angelo *et al.*,⁷ uma coorte de 60 casos submetidos a TC e FDG PET/CT que avaliou oito sinais morfológicos da TC e o padrão/intensidade de captação de FDG (através do SUV máximo, médio e o volume de captação da massa) como marcadores diagnósticos de malignidade de massas cardíacas. A coexistência de pelo menos cinco sinais

tomográficos identificou as massas malignas, no entanto, quando houve incerteza diagnóstica (apenas 3 ou 4 sinais presentes), a presença de ao menos uma das variáveis de avaliação da captação de FDG foi suficiente para classificar corretamente os tumores malignos (com valor preditivo positivo de 100%). Ao mesmo tempo, todos os pacientes com massas benignas tinham os valores de captação de FDG abaixo dos pontos de corte definidos para malignidade.

Em resumo, e considerando as peculiaridades que a história clínica e o estudo multimodal agregam à análise, as lesões benignas tipicamente não apresentarão captação significativa de FDG e não existirão outras lesões captantes no corpo. A massa maligna primária cardíaca e sem disseminação à distância apresenta captação elevada de FDG, sem lesões captantes no restante do corpo. Já os implantes metastáticos (lesões secundárias cardíacas) se apresentarão como lesões com captação significativa cardíaca e em outros locais do corpo, que de acordo com as características morfológicas e a distribuição corporal das lesões pode-se inferir qual o sítio primário.

Artigo de Revisão

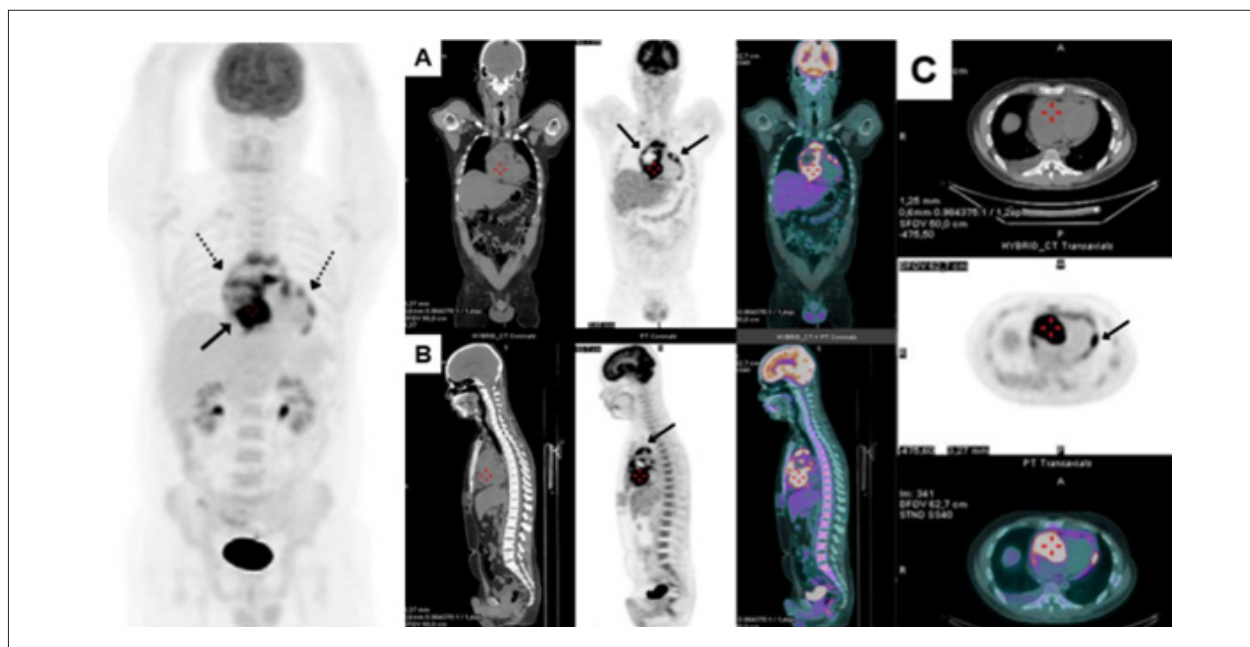


Figure 2 – Angiossarcoma cardíaco. Homem, 39 anos, internado com tamponamento cardíaco. Submetido à pericardiocentese e biópsia de massa fixa aderida à parede lateral do ventrículo direito, átrio direito e folheto tricúspide posterior. Exame de FDG PET/CT (A, cortes coronais, B, sagitais e C, axiais) mostra massa cardíaca com epicentro no átrio direito, de densidade heterogênea, apresentando hipermetabolismo glicolítico (índice de captação padronizado, SUV, máximo de 19,6) que se estende para todo o pericárdio (flechas). Não há evidência de metástases à distância nas imagens de corpo inteiro. Fonte: Silva et al.¹¹

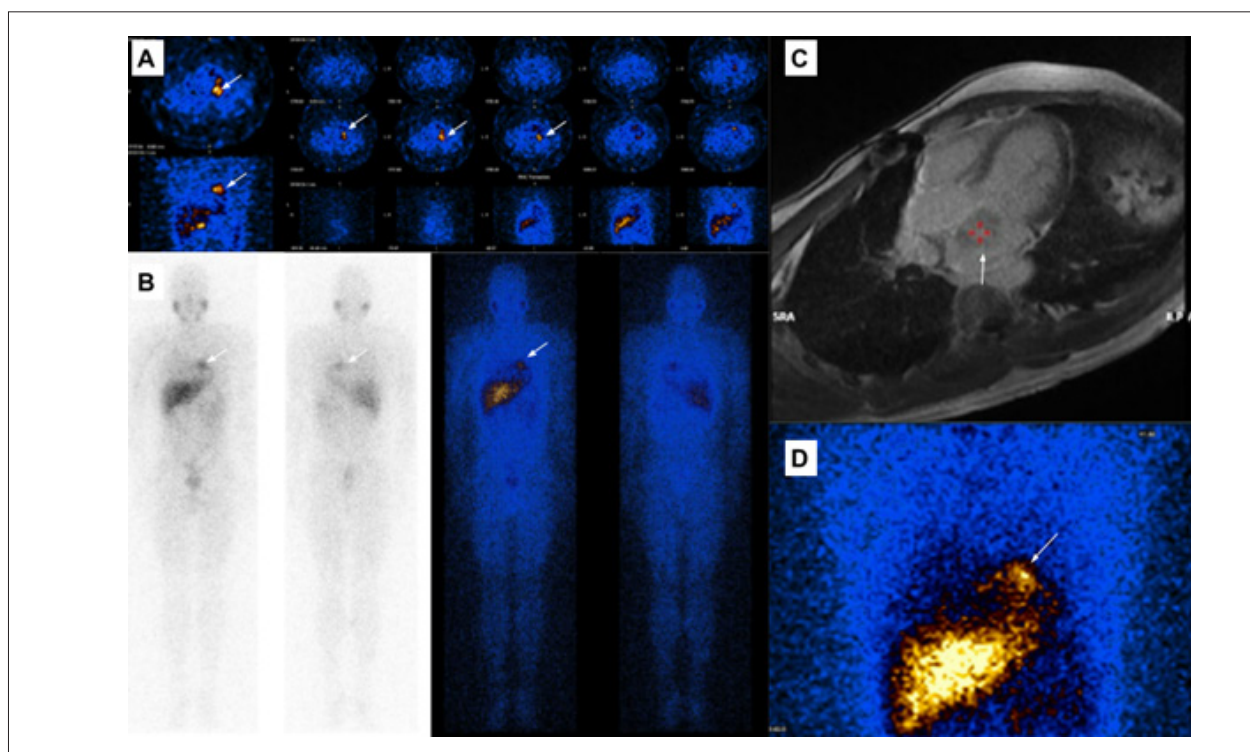


Figura 3 – Paraganglioma cardíaco. Homem, 39 anos, com paraganglioma em átrio esquerdo inoperável. Imagens da cintilografia com metaiodobenzilguanidina-lodo-131 para estadiamento e avaliação de possível tratamento com radionuclídeo. As imagens cintilográficas mostram hiperconcentração focal moderada do radiotraçador em topografia de átrio esquerdo (flecha), com distribuição fisiológica nos demais segmentos corporais. As imagens sugerem, portanto, a presença de tumor neuroendócrino em topografia cardíaca, sem evidência de lesões à distância do foco primário. Em A, imagens tomográficas de tórax da cintilografia (single photon emission computed tomography — SPECT); em B, imagens da varredura de corpo inteiro nas projeções anterior e posterior. Em C, imagem da RMC (sequência ponderada em T1) mostrando o tumor (flecha) e em D, imagem estática de tórax anterior da cintilografia que mostra o tumor (flecha) e a captação fisiológica do radiotraçador no fígado. Fonte: Arquivo pessoal dos autores.

Outros radiofármacos além da FDG

Enquanto a FDG é amplamente utilizada devido à sua capacidade de avaliar o metabolismo glicolítico das células tumorais, outros radiofármacos oferecem abordagens complementares em alguns casos específicos. Os análogos da somatostatina marcados com Gálio-68 (^{68}Ga -DOTATATE, ^{68}Ga -DOTATOC, ^{68}Ga -DOTANOC)¹³ são amplamente utilizados na avaliação de tumores neuroendócrinos devido à sua alta afinidade pelos receptores de somatostatina presentes nessas lesões, podendo fornecer informações valiosas sobre a biologia e a extensão dos tumores.

Ainda nesses tumores, o papel da metaiodobenzilguanidina marcada com iodo-123 ou iodo-131 (mIBG) pode ser pontuado. O mIBG é um análogo da norepinefrina que se acumula nas células adrenérgicas, permitindo a visualização de tumores que expressam transportadores de norepinefrina, como os feocromocitomas, paragangliomas e neuroblastomas.¹⁴ A terapia com mIBG radioativo (mIBG-I131) pode ser ainda uma opção terapêutica, especialmente na doença avançada (Figura 3).

Por fim, o antígeno específico de membrana da próstata (do inglês, *Prostate-Specific Membrane Antigen* - PSMA) é um marcador principalmente usado para detectar células epiteliais da próstata e é amplamente utilizado na avaliação do adenocarcinoma prostático por PET/CT.¹⁵ Embora seu uso na avaliação de massas cardíacas ainda seja experimental, evidências preliminares sugerem alta sensibilidade e especificidade na identificação de metástases cardíacas de cânceres de próstata, mama e pulmão.¹⁵

Conclusão

A abordagem multimodal, integrando diferentes técnicas de imagem cardiovascular e considerando a história clínica do paciente, é essencial para um diagnóstico preciso e um manejo adequado das massas cardíacas, proporcionando uma visão abrangente das características morfológicas e funcionais dessas lesões. O principal objetivo é identificar rapidamente lesões malignas, pois estão associadas a um pior prognóstico para o paciente.

Nesse contexto, quando os exames convencionais não conseguem determinar a natureza da lesão, a FDG PET/CT se

destaca devido à sua alta sensibilidade e especificidade. Além da intensidade de captação de FDG pela massa, a presença de lesões hipercaptantes em tecidos distantes do miocárdio é outro parâmetro crucial para o diagnóstico diferencial. Por fim, embora a FDG seja o radiofármaco mais utilizado na prática clínica, a medicina nuclear oferece outros radiofármacos valiosos para a avaliação de tumores em contextos específicos. Ampliar a disponibilidade desses recursos, no entanto, permanece um desafio importante.

Contribuição dos Autores

Concepção e desenho da pesquisa: Brandão SCS, Sobrinho JMDR, Leão EDLM, Carreira LCTF, Brito ASX; obtenção de dados, análise e interpretação dos dados e redação do manuscrito: Brandão SCS, Sobrinho JMDR, Leão EDLM; revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Brandão SCS, Carreira LCTF, Brito ASX.

Potencial Conflito de Interesse

Declaro não haver conflito de interesses pertinentes.

Fontes de Financiamento

O presente estudo foi parcialmente financiado por Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC/UFPE/CNPq).

Vinculação Acadêmica

Brandão SCS é vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Cirurgia da Universidade Federal de Pernambuco. Sobrinho JMDR é estudante de Medicina da Universidade Federal de Pernambuco, aluno pesquisador PROPESQI PIBIC/UFPE/CNPq. Leão EDLM é estudante de Medicina da Universidade Federal de Pernambuco.

Aprovação Ética e Consentimento Informado

Este artigo não contém estudos com humanos ou animais realizados por nenhum dos autores.

Referências

1. Maleszewski JJ, Bois MC, Bois JP, Young PM, Stulak JM, Klarich KW. Neoplasia and the Heart: Pathological Review of Effects with Clinical and Radiological Correlation. *J Am Coll Cardiol*. 2018;72(2):202-27. doi: 10.1016/j.jacc.2018.05.026.
2. Brandão SCS, Dompieri LT. PET-CT 18F-FDG Applications in Cardiac Tumors. *Arq Bras Cardiol: Imagem Cardiovasc*. 2019;32(4):309-31. doi: 10.5935/2318-8219.20190048.
3. Butany J, Leong SW, Carmichael K, Komeda M. A 30-year Analysis of Cardiac Neoplasms at Autopsy. *Can J Cardiol*. 2005;21(8):675-80.
4. Tyebally S, Chen D, Bhattacharyya S, Mughrabi A, Hussain Z, Manisty C, et al. Cardiac Tumors: JACC CardioOncology State-of-the-Art Review. *JACC CardioOncol*. 2020;2(2):293-311. doi: 10.1016/j.jacc.2020.05.009.
5. Shao D, Wang SX, Liang CH, 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. doi: 10.1007/s12350-011-9398-4.
6. Paolisso P, Bergamaschi L, Angeli F, Belmonte M, Foà A, Canton L, et al. Cardiac Magnetic Resonance to Predict Cardiac Mass Malignancy: The CMR Mass Score. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2024;17(3):e016115. doi: 10.1161/CIRCIMAGING.123.016115.
7. D'Angelo EC, Paolisso P, Vitale G, Foà A, Bergamaschi L, Magnani I, et al. Diagnostic Accuracy of Cardiac Computed Tomography and 18-F Fluorodeoxyglucose Positron Emission Tomography in Cardiac Masses. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2020;13(11):2400-11. doi: 10.1016/j.jcmg.2020.03.021.
8. 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. *J Nucl Med*. 2012;53(6):856-63. doi: 10.2967/jnumed.111.095364.

Artigo de Revisão

9. Rischpler C, Nekolla SG, Heusch G, Umutlu L, Rassaf T, Heusch P, et al. Cardiac PET/MRI-an Update. *Eur J Hybrid Imaging*. 2019;3(1):2. doi: 10.1186/s41824-018-0050-2.
10. Brandão SCS, Lucena MA, Wiefels C, Silva PR, Mesquita CT, Rezende MF, et al. 18F-FDG PET/CT in Diagnosis, Therapeutic Evaluation and Definition of Management in Cardiac Sarcoidosis: Learn from This Case Report. *Arq Bras Cardiol: Imagem Cardiovasc*. 2023;36(3):e20230029. doi: 10.36660/abcimg.20230029.
11. Silva PHR, Montenegro CEL, Flamini MEDM, Pontual MVNO, Brandão SCS. Primary Cardiac Angiosarcoma Evaluated on PET/CT. *Arq Bras Cardiol: Imagem cardiovasc*. 2022;35(4):eabc337. doi: 10.47593/2675-312X/20223504eabc337i.
12. Brandão SCS, Dompieri LT, Tonini RC, Grativvol PS, Gama JD, Calado EB, et al. Cardiac Malignant Peripheral Nerve Sheath Tumor Accessed By 18F-FDG PET/CT. *Can J Cardiol*. 2020;36(6):967.e17-967.e19. doi: 10.1016/j.cjca.2019.12.035.
13. Carvalho JG, Gho JMIH, Budde RPJ, Hofland J, Hirsch A. Multimodality Imaging of Cardiac Paragangliomas. *Radiol Cardiothorac Imaging*. 2023;5(4):e230049. doi: 10.1148/ryct.230049.
14. Bleeker G, Tytgat GA, Adam JA, Caron HN, Kremer LC, Hooft L, et al. 123I-MIBG Scintigraphy and 18F-FDG-PET Imaging for Diagnosing Neuroblastoma. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015;2015(9):CD009263. doi: 10.1002/14651858.CD009263.pub2.
15. Combes AD, Palma CA, Calopedos R, Wen L, Woo H, Fulham M, et al. PSMA PET-CT in the Diagnosis and Staging of Prostate Cancer. *Diagnostics*. 2022;12(11):2594. doi: 10.3390/diagnostics12112594.



Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da licença de atribuição pelo Creative Commons