Aplicação da Tomografia por Emissão de Pósitrons (PET-SCAN) no Diagnóstico de Câncer: Perspectivas Biomédicas.

Autor(res)

Francis Fregonesi Brinholi
Maria Eduarda Salviano

Categoria do Trabalho

TCC

Instituição

FACULDADE ANHANGUERA

Introdução

A Tomografia por Emissão de Pósitrons (PET-Scan) é uma técnica de imagem nuclear que tem se destacado como uma ferramenta poderosa no diagnóstico de diversas condições clínicas, especialmente no campo da oncologia. Sua capacidade de fornecer informações funcionais e metabólicas dos tecidos corporais permite a detecção precoce de tumores, avaliação da extensão da doença e monitoramento da resposta terapêutica de maneira mais precisa do que as modalidades de imagem anatômica convencionais, como a tomografia computadorizada (TC) e a ressonância magnética (RM) (Souza et al., 2019).

O PET-Scan utiliza radiofármacos, como o 18F-fluorodeoxiglicose (18F-FDG), que são absorvidos por células com alta taxa metabólica, característica comum de muitas neoplasias. Essa abordagem possibilita não apenas a visualização de alterações estruturais, mas também a avaliação da atividade biológica dos tecidos, o que é essencial no diagnóstico e no estadiamento do câncer. Nos últimos anos, os avanços tecnológicos e o desenvolvimento de novos radioisótopos têm ampliado as aplicações do PET-Scan, tornando-o uma ferramenta fundamental no manejo personalizado de pacientes oncológicos (LEVY et al., 2019).

A escolha desse tema se justifica pela necessidade de aprofundar os conhecimentos sobre o uso da PET-Scan na oncologia, considerando que essa tecnologia proporciona diagnósticos mais precisos e permite um melhor planejamento terapêutico. Além disso, a ampliação das pesquisas nessa área traz benefícios tanto para a comunidade acadêmica, ao consolidar conhecimentos científicos sobre a medicina nuclear, quanto para a sociedade, possibilitando tratamentos mais eficazes e individualizados para pacientes com câncer. Estudos recentes indicam que a integração dessa tecnologia com biomarcadores específicos pode revolucionar a medicina personalizada e a detecção precoce de tumores (Calais; Caos; Nickols, 2018; Rodrigues, 2015).

Diante disso, o objetivo geral deste trabalho é analisar a aplicação da PET-Scan no diagnóstico do câncer, destacando suas vantagens, desafios e novas perspectivas na área biomédica. Para alcançá-lo, estabelecem-se os seguintes objetivos específicos: (I) compreender os mecanismos de funcionamento da PET-Scan e sua relação com a detecção precoce do câncer; (II) avaliar a eficiência da PET-Scan no estadiamento e monitoramento da doença; (III) discutir os avanços tecnológicos e o uso de novos radiofármacos para ampliar suas aplicações na oncologia.

Objetivo

Objetivo Geral:
Analisar a aplicabilidade da Tomografia por Emissão de Pósitrons (PET/CT) no diagnóstico e acompanhamento do câncer, evidenciando suas contribuições para a biomedicina.
Objetivos Específicos:
Compreender o funcionamento do PET-Scan e sua relação com a detecção precoce do câncer;
Avaliar a eficácia do PET/CT no estadiamento e no monitoramento da doença oncológica;
Discutir os avanços recentes da técnica, incluindo novos radiofármacos e aplicações clínicas específicas.

Material e Métodos

O estudo consiste em uma revisão bibliográfica, com levantamento de publicações científicas nas bases MEDLINE, SciELO e LILACS, priorizando artigos publicados nos últimos dez anos. Foram utilizados os Descritores em Ciências da Saúde (DeCS): “PET-Scan”, “PET-Scan no Diagnóstico de Câncer” e “PET-Scan e Perspectivas Biomédicas”. Os textos selecionados abordam diretamente a aplicação clínica do PET/CT na oncologia, especialmente em fases iniciais da doença, contribuindo para a compreensão de seu papel diagnóstico e terapêutico.

Resultados e Discussão

As imagens diagnósticas da medicina nuclear destacam-se por detectar alterações metabólicas e bioquímicas em órgãos e tecidos antes que ocorram mudanças anatômicas visíveis (Rodrigues, 2015). Com o uso de elementos radioativos como carbono-11, nitrogênio-13 e oxigênio-15, é possível monitorar processos metabólicos in vivo ou in vitro — este último, por vezes, com melhores resultados (Soares Junior et al., 2010).

Diferentemente de muitos radioisótopos emissores de raios gama, os emissores de pósitrons liberam uma partícula de carga positiva que, ao colidir com um elétron, é aniquilada, gerando dois fótons gama de alta energia (Camargo, 2005). Um dos principais radioisótopos emissores de pósitrons é o flúor-18. Quando ligado à fluordesoxiglicose (FDG-18F), ele permite avaliar processos bioquímicos normais e patológicos in vivo, sendo utilizado principalmente nas áreas de cardiologia, neurologia e oncologia (Rodrigues, 2015; Camargo, 2005).

Nas últimas décadas, a tomografia computadorizada (TC) tornou-se padrão-ouro para imagens oncológicas, usada para estadiamento, avaliação pós-tratamento e acompanhamento de pacientes oncológicos. Contudo, apresenta limitações na diferenciação entre lesões benignas e malignas em fases iniciais da doença (Hochhegger et al., 2015; Wechalekar et al., 2005; Gorospe et al., 2005).

A Tomografia por Emissão de Pósitrons combinada com a TC (PET/CT) representa uma técnica molecular não invasiva que identifica diferenças metabólicas entre tecidos e fornece informações funcionais de lesões suspeitas (Calais; Caos; Nickols, 2018; Rodrigues, 2015). Desenvolvida nos anos 1970 e aprovada para uso clínico nos EUA em 1998 (Oriuchi et al., 2006; Rohren et al., 2004), a técnica baseia-se no princípio de que células cancerígenas consomem mais glicose, sendo detectadas com FDG-18F, um análogo da glicose que é fosforilado, mas não metabolizado completamente (Soares Junior et al., 2010; Camargo, 2005).

O PET/CT, ao integrar imagens anatômicas e funcionais, substituiu os antigos equipamentos PET sem fusão com a TC. Essa combinação tem revolucionado o diagnóstico oncológico, sendo fundamental para distinguir tumores, estadiar neoplasias, avaliar terapias, detectar recidivas e influenciar decisões clínicas (Souza et al., 2019;

Guimarães et al., 2015). Apesar da limitação na resolução anatômica (Calais et al., 2021), sua aplicação é crescente em cânceres como os de pulmão e cólon.

Além de seu elevado custo, o PET/CT também pode gerar economias ao evitar exames adicionais ou procedimentos invasivos, contribuindo para decisões terapêuticas mais eficazes (Rodrigues, 2015; Camargo, 2005). Porém, apresenta limitações como a dificuldade em diferenciar lesões inflamatórias de malignas, devido à alta captação de FDG por tecidos normais como cérebro, miocárdio, intestino e trato urinário (Sarji et al., 2006; Wechalekar et al., 2005; Avril, 2004).

Além disso, certos tumores como os bem diferenciados ou produtores de muco apresentam baixa captação do FDG, dificultando seu uso como técnica isolada. Por isso, a correlação com imagens morfológicas é indispensável para uma interpretação confiável (Kubota, 2001).
Com base nos artigos selecionados, priorizaram-se trabalhos que contribuem diretamente para o entendimento da prática clínica do PET/CT em estágios iniciais do câncer. O PET/CT destacou-se como uma ferramenta valiosa na detecção precoce de doenças, superando limitações de outras modalidades radiológicas, como a TC, RMN e USG.

O estudo de Levy et al. (2019) demonstrou, em um modelo experimental com ratos, que o PET/CT associado ao FDG-18F permite avaliar de maneira não invasiva o carcinoma hepatocelular, estágio final da esteatose hepática não alcoólica. O estudo sugere a aplicação da técnica para monitoramento in vivo da progressão tumoral em futuras pesquisas.

Calais, Caos e Nickols (2018) investigaram a aplicação do PET/CT no planejamento da radioterapia para câncer de próstata. Os autores indicam que a imagem tradicional tem baixa sensibilidade na detecção de focos metastáticos. Com o uso do ligante PSMA (68Ga-PSMA), houve maior precisão na localização de lesões, permitindo o direcionamento terapêutico mais assertivo.

A Figura 1 ilustra a aplicação do 68Ga-PSMA PET/CT em um paciente de 77 anos, diagnosticado com câncer de próstata de alto risco. O exame identificou lesões metastáticas não vistas na ressonância magnética ou cintilografia óssea. A técnica permitiu classificar o paciente como oligometastático sensível ao hormônio, orientando um tratamento personalizado com radioterapia e terapia de privação androgênica.

Calais et al. (2018) concluíram que o PET/CT com ligantes específicos, como PSMA e colina, melhora significativamente a acurácia diagnóstica, e deve ser incorporado na prática clínica para melhor estratificação dos pacientes e tomada de decisão terapêutica.

Rodrigues (2015) abordou os estudos dinâmicos em PET/CT, que avaliam a vascularização tumoral a partir de imagens obtidas entre 45 a 60 minutos após a injeção do radiofármaco. A técnica se mostrou útil na diferenciação entre tecidos tumorais e normais em áreas de difícil interpretação devido à proximidade da bexiga. Foram analisados 19 estudos com diferentes patologias oncológicas, demonstrando relação entre perfusão tumoral e resposta à radioterapia.

As Figuras 2 e 3 ilustram dois desses casos: um paciente com carcinoma de reto e outro com câncer do colo do

útero. Nos dois casos, a imagem dinâmica forneceu dados essenciais para o estadiamento e planejamento terapêutico, especialmente quando associada à radioterapia.

Rodrigues (2015) destaca que os estudos dinâmicos oferecem informações temporais sobre a distribuição do traçador, sendo fundamentais na identificação de lesões próximas à bexiga e em regiões de alta atividade fisiológica. A metodologia permitiu a diferenciação entre tecidos neoplásicos e estruturas anatômicas normais, contribuindo para uma conduta terapêutica mais precisa.

Conclusão Parcial dos Estudos Analisados

Os estudos apresentados reforçam que o PET/CT, especialmente com o uso de radiotraçadores como 18F-FDG e 68Ga-PSMA, representa um avanço substancial nas práticas de diagnóstico por imagem em oncologia. Sua sensibilidade e especificidade superiores em relação a métodos tradicionais tornam-no indispensável, particularmente para cânceres de difícil estadiamento com outras modalidades. Além disso, os estudos dinâmicos representam uma promissora abordagem complementar, sobretudo para análise de perfusão e vascularização tumoral.

Contudo, apesar das evidências clínicas favoráveis, o alto custo ainda limita a adoção rotineira do PET/CT no sistema de saúde público, além da necessidade de formação especializada para interpretação das imagens.

Portanto, é fundamental que futuras pesquisas ampliem a padronização das indicações clínicas, dos protocolos de aquisição de imagens e da validação de novos radiotraçadores. A incorporação do PET/CT, sobretudo com ligantes específicos, tem o potencial de alterar significativamente o curso clínico de pacientes oncológicos, tornando os tratamentos mais personalizados e efetivos.

Conclusão

A Tomografia por Emissão de Pósitrons (PET/CT) representa uma importante evolução na medicina diagnóstica, integrando informações anatômicas e metabólicas que favorecem diagnósticos precoces e terapias mais eficazes. A técnica se destaca, ainda, por sua aplicação crescente na medicina personalizada, permitindo a seleção de tratamentos conforme as características biológicas do tumor. Apesar de limitações como alto custo e captação inespecífica em tecidos normais, os avanços tecnológicos e a adoção de novos ligantes específicos têm elevado a precisão do exame. Assim, o PET/CT se consolida como uma ferramenta essencial na oncologia moderna, com impacto direto na prática biomédica e no prognóstico de pacientes com câncer.

Referências

CALAIS, J.; CAO, M.; NICKOLS, N. G. The Utility of PET/CT in the Planning of External Radiation Therapy for Prostate Cancer. Journal of Nuclear Medicine, v. 59, n. 4, p. 557–567, 2018.
CAMARGO, E. E. Experiência inicial com o PET – CT. Radiol Bras, v. 38, n.1, p. III – V, 2005.
GOROSPE, L.; RAMAN, S.; ECHEVESTE, J.; AVRIL, N.; HERRERO, Y.; HERNA NDEZ, S. Review. Whole-body PET/CT: spectrum of physiological variants, artifacts and interpretative pitfalls in cancer patients. Nucl Med Commun. v. 26, n. 8, p. 671-87, 2005.
GUIMARÃES, J. B.; RIGO, L.; LEWIN, F.; EMERICK, A. A importância da PET/CT na avaliação de pacientes com tumores de Ewing. Radiol Bras. v. 48, n. 3, p.175–180, 2015

HOCHHEGGER, B.; ALVES, G. R. T.; IRION, K. L.; FRITSCHER, C. C.; FRITSCHER, L. G.; Concatto, N. H.; Marchiori, E. PET/TC em câncer de pulmão: indicações e achados* PET/CT imaging in lung cancer: indications and findings. J Bras Pneumol. v. 41, n. 3, p. 264-274, 2015.

KUBOTA, K. Review. From tumor biology to clinical Pet: a review of positron emission tomography (PET) in oncology. Ann Nucl Med., v. 15, n. 6, p. 471-86, 2001.

LEVY, C. de S.; COSTA, F. G. de B.; FARIA, D. de P.; STEFANO, J. T.; COGLIATI,
B.; OLIVEIRA, C. P. 18F-FDG PET/CT as an assessment tool of hepatocellular carcinoma secondary to non-alcoholic fatty liver disease development in experimental model. Arquivos de Gastroenterologia. v. 56, n. 1, 2019.

RODRIGUES, A. C. S. A importância dos estudos dinâmicos em PET-CT para Avaliação de Doenças Oncológicas. Mestrado em Ciências Nucleares Aplicada a Saúde. Instituto Politécnico de Coimbra, Escola Superior de Tecnologia da Saúde Coimbra, Coimbra, p. 103, 2015.

SOARES, J. J.; FONSECA, R. P.; CERCI, J. J.; BUCHPIGUEL, C. A.; CUNHA, M. L. da; MAMED, M.; ALMEIDA, S. A. A. de. 7 Lista de Recomendações do Exame PET/CT com 18F-FDG em Oncologia. Consenso entre a Sociedade Brasileira de Cancerologia e a Sociedade Brasileira de Biologia, Medicina Nuclear e Imagem Molecular* Recommendations on the use of 18F-FDG PET/CT in Oncology. Consensus between the Brazilian Society of Cancerology and the Brazilian Society of Biology, Nuclear Medicine and Molecular Imaging. Radiol Bras. v. 43, n. 4, p. 255–259, 2010.

SOUZA, L.; COSTA, F. G. B. de; FARIA, D. P. de; STEFANO, J. T.; COGLIATI, B.; OLIVEIRA, C. P. 18 F-FDG PET/CT as an assessment tool of hepatocellular carcinoma secondary to non-alcoholic fatty liver disease development in experimental model. Arq Gastroenterol, v. 56, n. 1, 2019.

THRALL, J. H.; ZIESSMAN, H. A.; Medicina nuclear. 2a Ed. Rio de janeiro: Guanabara Koogan, 2003.