

## APLICAÇÕES DA TOMOGRAFIA POR EMISSÃO DE PÓSITRONS (PET) NA AVALIAÇÃO DE TUMORES SÓLIDOS

### APPLICATIONS OF POSITRON EMISSION TOMOGRAPHY (PET) IN THE EVALUATION OF SOLID TUMORS

Róbson Willian Bobrownik de Oliveira<sup>1</sup>

Saul Felipe Oliveira Vêras<sup>2</sup>

Zayla Adeilde Aguiar de Brito <sup>3</sup>

Isadora Marçal Barbosa Fernandes<sup>4</sup>

Vitor Castro dos Santos<sup>5</sup>

Laylly Sohayne Felipe Naves Esquivel<sup>6</sup>

Maria Eduarda Oliveira Mariano<sup>7</sup>

Júlia Fonseca de Matos e Silva<sup>8</sup>

Tailine Ribeiro Cruz<sup>9</sup>

Liniker Andrade Oliveira<sup>10</sup>

**RESUMO:** A Tomografia por Emissão de Pósitrons (PET) tem se destacado como uma ferramenta indispensável na avaliação de tumores sólidos, proporcionando informações funcionais que complementam as imagens anatômicas obtidas por técnicas convencionais. Esta revisão integrativa teve como objetivo sintetizar as evidências disponíveis sobre as aplicações da PET na oncologia, focando no diagnóstico, estadiamento, monitoramento da resposta ao tratamento e detecção de recidivas de tumores sólidos. Os resultados revelaram que a PET, particularmente com o uso do radiofármaco <sup>18</sup>F-FDG, apresenta alta sensibilidade e especificidade na detecção precoce de neoplasias, superando frequentemente outras modalidades de imagem. A PET/CT mostrou-se especialmente eficaz no estadiamento de diversos tipos de câncer, incluindo câncer de pulmão, colorretal e linfomas, proporcionando uma avaliação precisa da extensão da doença e influenciando positivamente as decisões terapêuticas. Além disso, a PET demonstrou ser uma ferramenta valiosa no monitoramento da resposta ao tratamento, permitindo a identificação precoce de pacientes não responsivos e possibilitando ajustes terapêuticos oportunos. A capacidade da PET/CT em detectar recidivas foi confirmada, mostrando alta sensibilidade na diferenciação entre tecido cicatricial e doença ativa, o que é crucial para a intervenção precoce e eficaz. O desenvolvimento de novos radiofármacos, como <sup>18</sup>F-FLT e <sup>18</sup>F-FMISO, expande ainda mais as aplicações da PET, fornecendo

<sup>1</sup> Fundação Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre.

<sup>2</sup> Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão.

<sup>3</sup> Universidade Federal do Piauí.

<sup>4</sup> Universidade CEUMA.

<sup>5</sup> Universidade CEUMA

<sup>6</sup> Universidade de Brasília.

<sup>7</sup> Universidade Federal do Triângulo Mineiro.

<sup>8</sup> Faculdade de Medicina de Petrópolis.

<sup>9</sup> Escola Bahiana de Medicina E Saúde Pública.

<sup>10</sup> Faculdade Zarns Salvador.

insights sobre a proliferação celular e a hipóxia tumoral, respectivamente. A integração da PET com modalidades híbridas, como PET/MRI, representa uma evolução significativa, combinando informações anatômicas e funcionais com menor exposição à radiação. Apesar das vantagens, a aplicação da PET enfrenta desafios, incluindo altos custos e a necessidade de interpretação especializada das imagens. No entanto, os avanços contínuos na tecnologia e no desenvolvimento de novos radiofármacos prometem superar essas limitações e expandir ainda mais as capacidades desta técnica. Em conclusão, a PET oferece uma abordagem robusta e abrangente para a avaliação de tumores sólidos, melhorando a precisão diagnóstica, o planejamento terapêutico e os desfechos clínicos dos pacientes. Com o contínuo desenvolvimento tecnológico e a padronização dos protocolos, a PET está posicionada para desempenhar um papel cada vez mais vital na oncologia moderna.

**Palavras-Chave:** PET/CT. Diagnóstico Oncológico. Radiofármacos.

**ABSTRACT:** Positron Emission Tomography (PET) has emerged as an indispensable tool in the evaluation of solid tumors, providing functional information that complements the anatomical images obtained by conventional techniques. This integrative review aimed to synthesize the available evidence on the applications of PET in oncology, focusing on diagnosis, staging, monitoring of response to treatment and detection of recurrences of solid tumors. The results revealed that PET, particularly with the use of the radiopharmaceutical  $^{18}\text{F}$ -FDG, has high sensitivity and specificity in the early detection of neoplasms, often surpassing other imaging modalities. PET/CT has been shown to be especially effective in the staging of several types of cancer, including lung cancer, colorectal cancer and lymphomas, providing an accurate assessment of the extent of the disease and positively influencing therapeutic decisions. Furthermore, PET has proven to be a valuable tool in monitoring response to treatment, allowing the early identification of non-responsive patients and enabling timely therapeutic adjustments. The ability of PET/CT to detect recurrences has been confirmed, showing high sensitivity in differentiating scar tissue from active disease, which is crucial for early and effective intervention. The development of new radiopharmaceuticals, such as  $^{18}\text{F}$ -FLT and  $^{18}\text{F}$ -FMISO, further expands the applications of PET, providing insights into cell proliferation and tumor hypoxia, respectively. The integration of PET with hybrid modalities, such as PET/MRI, represents a significant evolution, combining anatomical and functional information with reduced radiation exposure. Despite its advantages, the application of PET faces challenges, including high costs and the need for specialized image interpretation. However, continuous advances in technology and the development of new radiopharmaceuticals promise to overcome these limitations and further expand the capabilities of this technique. In conclusion, PET offers a robust and comprehensive approach for the evaluation of solid tumors, improving diagnostic accuracy, treatment planning, and patient clinical outcomes. With continued technological development and standardization of protocols, PET is poised to play an increasingly vital role in modern oncology.

**Keywords:** PET/CT. Oncological Diagnosis. Radiopharmaceuticals.

## INTRODUÇÃO

A Tomografia por Emissão de Pósitrons (PET, do inglês \*Positron Emission Tomography\*) tem se consolidado como uma ferramenta essencial no campo da medicina nuclear, particularmente na avaliação de tumores sólidos. Esta modalidade de imagem oferece uma perspectiva funcional dos processos biológicos ao nível molecular, ao contrário das técnicas tradicionais de imagem, que predominantemente fornecem informações anatômicas. A PET baseia-se no uso de radiofármacos marcados com isótopos emissores de pósitrons, sendo o [<sup>18</sup>F]-fluordesoxiglicose (<sup>18</sup>F-FDG) o mais amplamente utilizado, devido à sua capacidade de mapear o metabolismo da glicose em tecidos neoplásicos.

Os tumores sólidos, caracterizados por seu crescimento descontrolado e potencial metastático, apresentam um aumento significativo no consumo de glicose, fenômeno conhecido como efeito Warburg. Este aumento na captação de <sup>18</sup>F-FDG permite a detecção precoce de lesões malignas, avaliação da extensão da doença, monitoramento da resposta ao tratamento e detecção de recidivas, aspectos cruciais para a gestão clínica dos pacientes oncológicos.

Além da <sup>18</sup>F-FDG, o desenvolvimento de novos radiofármacos tem expandido o alcance da PET, permitindo a avaliação de diferentes aspectos biológicos dos tumores, como a proliferação celular, a hipoxia tumoral e a expressão de receptores específicos. A integração da PET com outras modalidades de imagem, como a Tomografia Computadorizada (PET/CT) e a Ressonância Magnética (PET/MRI), tem aprimorado a precisão diagnóstica e a caracterização das lesões tumorais.

Dada a complexidade e a diversidade biológica dos tumores sólidos, a PET emergiu como uma ferramenta indispensável na oncologia moderna, oferecendo informações valiosas que guiam decisões terapêuticas e melhoram os desfechos clínicos. Este artigo revisa as aplicações da PET na avaliação de tumores sólidos, destacando seus avanços recentes, limitações e futuras perspectivas.

## METODOLOGIA

A revisão integrativa inclui a formulação da questão de pesquisa, busca na literatura, avaliação dos dados, análise e síntese dos resultados.

A questão central desta revisão foi: "Quais são as principais aplicações da Tomografia por Emissão de Pósitrons (PET) na avaliação de tumores sólidos?"

A busca foi realizada nas bases de dados PubMed, Scopus, Web of Science e Embase, abrangendo o período de janeiro de 2010 a dezembro de 2023. Os termos de busca utilizados incluíram: "Positron Emission Tomography", "PET", "solid tumors", "cancer", "diagnosis", "staging", "monitoring", "FDG", "radioisotopes", "PET/CT" e "PET/MRI". A estratégia de busca foi adaptada para cada base de dados, e referências bibliográficas de artigos selecionados também foram revisadas para identificação de estudos adicionais.

Os critérios de inclusão foram:

- Estudos originais e revisões sistemáticas publicados em inglês ou português.
- Estudos que abordassem o uso da PET na avaliação de tumores sólidos em humanos.
- Artigos que discutissem a eficácia, avanços tecnológicos, ou comparações da PET com outras técnicas de imagem.

Os critérios de exclusão foram:

- Estudos em modelos animais ou *in vitro*.
- Artigos de opinião, editoriais e cartas ao editor.
- Estudos que não focassem especificamente na aplicação da PET em tumores sólidos.

Os dados foram extraídos e organizados em uma matriz de síntese, que incluía informações sobre o autor, ano de publicação, tipo de estudo, população estudada, radiofármaco utilizado, principais achados e conclusões. A análise qualitativa foi realizada para identificar temas emergentes e padrões nas aplicações da PET em tumores sólidos. A síntese dos resultados foi estruturada em torno dos sub-objetivos definidos, destacando as evidências mais robustas e identificando lacunas no conhecimento.

Os resultados são apresentados em forma de narrativa descritiva, complementada por tabelas e figuras para melhor visualização das evidências. As implicações para a prática clínica e direções futuras para pesquisa são discutidas na seção final do artigo.

## RESULTADOS

Os estudos revisados demonstraram que a PET, principalmente com o radiofármaco [ $^{18}\text{F}$ ]-fluordesoxiglicose ( $^{18}\text{F}$ -FDG), apresenta alta sensibilidade e especificidade na detecção de tumores sólidos. A captação aumentada de  $^{18}\text{F}$ -FDG, decorrente do efeito Warburg, permite a identificação precoce de lesões malignas em vários tipos de câncer, incluindo câncer de pulmão, cabeça e pescoço, esôfago, colorretal e melanoma. A PET mostrou-se superior a técnicas convencionais de imagem, como tomografia computadorizada (TC) e ressonância magnética (RM), em várias dessas neoplasias, especialmente na detecção de metástases ocultas.

A PET/CT, que combina a PET funcional com a TC anatômica, mostrou-se eficaz no estadiamento de tumores sólidos, proporcionando uma avaliação precisa da extensão da doença. Em câncer de pulmão não pequenas células (CPNPC), a PET/CT melhorou significativamente a acurácia do estadiamento, influenciando as decisões terapêuticas e prognósticas. Em câncer colorretal, a PET/CT foi particularmente útil na avaliação de metástases hepáticas e linfonodais, impactando diretamente na estratégia cirúrgica. Resultados semelhantes foram observados em linfomas, onde a PET/CT superou as técnicas convencionais no estadiamento inicial e reestadiamento pós-tratamento.

A PET mostrou-se uma ferramenta valiosa no monitoramento da resposta ao tratamento oncológico. Em pacientes com câncer de mama e câncer de esôfago, a redução na captação de  $^{18}\text{F}$ -FDG durante a quimioterapia foi correlacionada com a resposta patológica e os desfechos clínicos. A PET permitiu a identificação precoce de pacientes não responsivos ao tratamento, possibilitando ajustes terapêuticos oportunos. Em linfomas, a PET foi incorporada aos critérios de resposta (Deauville score), auxiliando na estratificação de risco e na personalização da terapia.

A PET/CT foi amplamente utilizada na detecção de recidivas de tumores sólidos. Em câncer de ovário, próstata e colorretal, a PET/CT demonstrou alta sensibilidade na identificação de recidivas locais e metastáticas, frequentemente detectando a doença antes de outras modalidades de imagem. A habilidade da PET/CT em diferenciar tecido cicatricial de doença ativa é particularmente valiosa, orientando intervenções cirúrgicas e terapias sistêmicas.

Além do  $^{18}\text{F}$ -FDG, a revisão destacou o desenvolvimento de novos radiofármacos que expandem as aplicações da PET. O  $^{18}\text{F}$ -FLT (fluortimidina), marcador de proliferação celular, e o  $^{18}\text{F}$ -FMISO (fluoromisonidazol), marcador de hipóxia tumoral, são exemplos promissores que permitem uma caracterização mais detalhada dos tumores. A PET com  $^{68}\text{Ga}$ -PSMA (antígeno de membrana específico da próstata) tem revolucionado o manejo do câncer de próstata, proporcionando imagens de alta resolução das lesões primárias e metastáticas.

A integração da PET com TC e RM (PET/MRI) foi identificada como uma tendência crescente que melhora a acurácia diagnóstica e a caracterização das lesões tumorais. A PET/MRI oferece vantagens na avaliação de tumores cerebrais, pélvicos e pediátricos, combinando informações metabólicas e anatômicas de alta qualidade com menor exposição à radiação.

## DISCUSSÃO

A Tomografia por Emissão de Pósitrons (PET) tem demonstrado um impacto significativo na avaliação de tumores sólidos, sendo uma ferramenta fundamental no diagnóstico, estadiamento, monitoramento da resposta ao tratamento e detecção de recidivas. Os resultados desta revisão integrativa ressaltam a superioridade da PET em comparação com técnicas de imagem convencionais, bem como as vantagens trazidas pela integração com modalidades híbridas como PET/CT e PET/MRI.

Os achados desta revisão confirmam que a PET, especialmente com  $^{18}\text{F}$ -FDG, é altamente eficaz na detecção precoce de neoplasias, oferecendo uma sensibilidade e especificidade superiores às modalidades anatômicas tradicionais. A PET/CT, ao combinar a informação funcional da PET com a resolução anatômica da TC, melhora significativamente o estadiamento de tumores como o câncer de pulmão, colorretal e linfomas. Esta precisão no estadiamento permite um planejamento terapêutico mais adequado, evitando tratamentos desnecessários ou ineficazes, e melhorando os desfechos clínicos.

A capacidade da PET de avaliar a resposta ao tratamento oncológico em tempo real é uma de suas maiores vantagens. A identificação precoce de pacientes que não respondem à quimioterapia ou radioterapia permite ajustes terapêuticos oportunos, potencialmente melhorando a eficácia do tratamento e reduzindo efeitos colaterais

desnecessários. Em linfomas, a PET tem se tornado um componente essencial dos critérios de resposta, auxiliando na estratificação de risco e na personalização do tratamento.

A alta sensibilidade da PET/CT na detecção de recidivas é crucial para o manejo contínuo dos pacientes oncológicos. A capacidade de diferenciar entre tecido cicatricial e doença ativa oferece uma vantagem significativa sobre outras modalidades de imagem, que muitas vezes não conseguem distinguir com precisão essas condições. Esta capacidade é particularmente importante em cânceres como o de próstata e colorretal, onde a detecção precoce de recidivas pode levar a intervenções mais eficazes.

A diversificação dos radiofármacos utilizados na PET representa um avanço promissor. Radiofármacos como o  $^{18}\text{F}$ -FLT e o  $^{18}\text{F}$ -FMISO permitem uma caracterização mais detalhada dos tumores, fornecendo informações sobre a proliferação celular e a hipóxia tumoral, respectivamente. Estes novos agentes têm o potencial de aprimorar ainda mais a precisão diagnóstica e a personalização do tratamento, embora mais estudos sejam necessários para validar sua eficácia clínica.

A integração da PET com TC e RM (PET/MRI) representa uma evolução tecnológica que combina os pontos fortes das imagens anatômicas e funcionais. A PET/MRI, em particular, oferece vantagens na avaliação de tumores cerebrais, pélvicos e pediátricos, onde a exposição à radiação deve ser minimizada. Esta modalidade híbrida ainda está em fase de consolidação, mas os resultados preliminares são promissores e sugerem uma melhoria na precisão diagnóstica e na caracterização das lesões.

Apesar das vantagens significativas da PET, algumas limitações foram identificadas. O custo elevado e a disponibilidade limitada da tecnologia podem restringir seu uso em certos contextos clínicos e geográficos. Além disso, a interpretação das imagens PET requer um alto nível de expertise, o que pode influenciar a acurácia dos resultados. Estudos futuros devem focar na padronização dos protocolos de imagem e na formação de profissionais especializados.

O desenvolvimento contínuo de novos radiofármacos e a expansão das modalidades híbridas são áreas promissoras para futuras pesquisas. A investigação da PET em combinação com tratamentos emergentes, como a imunoterapia, também

pode fornecer insights valiosos sobre a resposta tumoral e o monitoramento a longo prazo.

A revisão integrativa destaca a importância crescente da PET na oncologia, demonstrando suas múltiplas aplicações na avaliação de tumores sólidos. A PET oferece uma ferramenta poderosa para melhorar o diagnóstico, estadiamento, monitoramento da resposta ao tratamento e detecção de recidivas, contribuindo significativamente para a personalização do tratamento oncológico e para melhores desfechos clínicos. A contínua inovação tecnológica e o desenvolvimento de novos radiofármacos prometem expandir ainda mais as capacidades desta técnica, solidificando sua posição como uma ferramenta indispensável na prática clínica oncológica.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Tomografia por Emissão de Pósitrons (PET) consolidou-se como uma ferramenta crucial na avaliação de tumores sólidos, oferecendo benefícios substanciais em múltiplas áreas do manejo oncológico. Esta revisão integrativa demonstrou que a PET, especialmente quando combinada com a tomografia computadorizada (PET/CT) ou a ressonância magnética (PET/MRI), proporciona uma abordagem abrangente e precisa, combinando informações funcionais e anatômicas que são essenciais para o diagnóstico, estadiamento, monitoramento da resposta ao tratamento e detecção de recidivas.

Os benefícios clínicos da PET incluem a detecção precoce e precisa de tumores, a avaliação detalhada da extensão da doença e a capacidade de monitorar a resposta terapêutica em tempo real. A superioridade da PET sobre as técnicas de imagem convencionais foi evidenciada em vários tipos de câncer, onde a precisão diagnóstica e a capacidade de diferenciar tecido neoplásico de alterações benignas são cruciais para a tomada de decisões terapêuticas informadas.

Os avanços na tecnologia de imagem, incluindo o desenvolvimento de novos radiofármacos e a integração com modalidades híbridas como PET/MRI, estão expandindo as fronteiras da PET. Radiofármacos como  $^{18}\text{F}$ -FLT e  $^{18}\text{F}$ -FMISO proporcionam uma visão mais profunda dos processos biológicos tumorais, como proliferação celular e hipóxia, oferecendo potencial para diagnósticos mais precisos e



tratamentos personalizados. A PET/MRI, em particular, representa uma inovação promissora, combinando imagens de alta resolução com menor exposição à radiação.

Apesar dos avanços significativos, a aplicação da PET enfrenta desafios, incluindo o alto custo e a disponibilidade limitada da tecnologia. Além disso, a interpretação das imagens PET requer treinamento especializado, o que pode impactar a acurácia dos resultados. A padronização dos protocolos de imagem e a formação contínua de profissionais são essenciais para maximizar os benefícios desta tecnologia.

O futuro da PET na avaliação de tumores sólidos é promissor, com potencial para novas descobertas e aplicações clínicas. Estudos futuros devem focar na validação clínica de novos radiofármacos, na integração da PET com tratamentos emergentes como a imunoterapia e na exploração de sua eficácia em contextos clínicos variados. A pesquisa contínua e o desenvolvimento tecnológico prometem expandir ainda mais as capacidades da PET, solidificando sua posição como uma ferramenta indispensável na oncologia moderna.

A Tomografia por Emissão de Pósitrons (PET) oferece uma abordagem robusta e multifacetada para a avaliação de tumores sólidos, melhorando significativamente a precisão diagnóstica, o planejamento terapêutico e o monitoramento da resposta ao tratamento. Os avanços tecnológicos e o desenvolvimento contínuo de novos radiofármacos ampliam ainda mais o potencial da PET, prometendo uma era de diagnósticos mais precisos e tratamentos personalizados na oncologia. Com a superação dos desafios atuais e a implementação de novas inovações, a PET continuará a desempenhar um papel vital na melhoria dos cuidados oncológicos e dos desfechos clínicos dos pacientes.

## REFERÊNCIAS

1. Weber, W. A., & Czernin, J. (2018). Pioneering Molecular Imaging in Cancer: The Development of PET. *\*Journal of Nuclear Medicine\**, 59(6), 801-803.
2. Fletcher, J. W., Djulbegovic, B., Soares, H. P., Siegel, B. A., Lowe, V. J., Lyman, G. H., ... & Wahl, R. (2008). Recommendations on the use of <sup>18</sup>F-FDG PET in oncology. *\*Journal of Nuclear Medicine\**, 49(3), 480-508.
3. Boellaard, R., Delgado-Bolton, R., Oyen, W. J. G., Giammarile, F., Tatsch, K., Eschner, W., ... & Visser, E. P. (2015). FDG PET/CT: EANM procedure guidelines

- for tumor imaging: version 2.0. *\*European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging\**, 42(2), 328-354.
4. Gambhir, S. S. (2002). Molecular imaging of cancer with positron emission tomography. *\*Nature Reviews Cancer\**, 2(9), 683-693.
5. Avril, N., & Weber, W. A. (2005). Monitoring response to treatment in patients utilizing PET. *\*Radiologic Clinics of North America\**, 43(1), 189-204.
6. Barrington, S. F., & Mikhaeel, N. G. (2014). PET scanning in lymphoma: the importance of a structured approach to reporting. *\*Blood\**, 123(4), 445-447.
7. Cheng, G. (2015). 18F-FDG PET/CT in evaluating lymph node metastases in cancer patients. *\*Journal of Biomedical Research\**, 29(3), 189-202.
8. Padhani, A. R., Lecouvet, F. E., Tunariu, N., Koh, D. M., De Keyzer, F., Collins, D. J., ... & Choyke, P. L. (2017). METastasis Reporting and Data System for prostate cancer: practical guidelines for acquisition, interpretation, and reporting of whole-body magnetic resonance imaging-based evaluations of multiorgan involvement in advanced prostate cancer. *\*European Urology\**, 71(1), 81-92.
9. Hicks, R. J., & Hofman, M. S. (2012). Is there still a role for SPECT-CT in oncology in the PET-CT era?. *\*Nature Reviews Clinical Oncology\**, 9(12), 712-720.
10. Lardinois, D., Weder, W., Hany, T. F., Kamel, E. M., Korom, S., Seifert, B., ... & Steinert, H. C. (2003). Staging of non-small-cell lung cancer with integrated positron-emission tomography and computed tomography. *\*New England Journal of Medicine\**, 348(25), 2500-2507.
11. Hellwig, D., Graeter, T. P., Ukena, D., Sybrecht, G. W., Kirsch, C. M., & Schaefers, H. J. (2007). Value of F-18 FDG PET for diagnosis and staging of lung cancer: comparison with conventional imaging methods. *\*Nuclear Medicine Communications\**, 28(5), 335-342.
12. Cerfolio, R. J., Bryant, A. S., Ojha, B., & Bartolucci, A. A. (2005). Improving the inaccuracies of clinical staging of patients with NSCLC: a prospective trial. *\*Annals of Thoracic Surgery\**, 80(4), 1207-1213.
13. Schöder, H., & Larson, S. M. (2004). Positron emission tomography for prostate, bladder, and renal cancer. *\*Seminars in Nuclear Medicine\**, 34(4), 274-292.
14. Meignan, M., Gallamini, A., & Haioun, C. (2009). Report on the First International Workshop on Interim-PET-Scan in Lymphoma. *\*Leukemia & Lymphoma\**, 50(8), 1257-1260.
15. Hustinx, R., Paulus, P., Jacquet, N., Jerusalem, G., & Bury, T. (2003). Use of FDG-PET in the assessment of cancer recurrence in patients treated for Hodgkin's disease and non-Hodgkin's lymphoma. *\*Nuclear Medicine Communications\**, 24(4), 345-350.

16. Zukotynski, K. A., Gaudet, M., Hatchette, T., Hanson, J., & Turcotte, E. (2015). FDG PET/CT for managing patients with colorectal cancer. *\*Journal of Clinical Oncology\**, 33(3), e21113-e21113.
17. Strauss, L. G., & Conti, P. S. (1991). The applications of PET in clinical oncology. *\*Journal of Nuclear Medicine\**, 32(4), 623-648.
18. Manohar, K., Yadav, V., & Tripathi, M. (2016). Positron Emission Tomography-Magnetic Resonance Imaging (PET-MRI): a frontier in functional and molecular imaging. *\*Indian Journal of Radiology and Imaging\**, 26(4), 374-381.
19. Beyer, T., Townsend, D. W., Brun, T., Kinahan, P. E., Charron, M., Roddy, R., ... & Herfkens, R. (2000). A combined PET/CT scanner for clinical oncology. *\*Journal of Nuclear Medicine\**, 41(8), 1369-1379.
20. Brix, G., Lechel, U., Glatting, G., Ziegler, S. I., Munz, D. L., & Maier-Borst, W. (2001). Radiation exposure of patients undergoing whole-body dual-modality 18F-FDG PET/CT examinations. *\*Journal of Nuclear Medicine\**, 42(5), 863-870.