

A APLICAÇÃO DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA NO DIAGNÓSTICO PRECOCE DE CÂNCER DE PULMÃO: REVISÃO SISTEMÁTICA

Daniel Augusto Carlos Silva¹
Lucas de Araújo Rosa²
Márcio José Rosa Requeijo³
Miguel Victor Rodrigues Vilaça⁴

RESUMO: Este estudo revisa o papel da tomografia computadorizada (TC) na detecção precoce do câncer de pulmão, destacando sua importância na melhoria das taxas de sobrevivência. A análise de 7 artigos selecionados demonstra que a TC, especialmente quando combinada com métodos avançados como a [18F] FDG-PET/TC e inteligência artificial, é eficaz na identificação de lesões pulmonares iniciais. Traçadores PET alternativos também mostram potencial na detecção precoce. Conclui-se que a TC é essencial para o diagnóstico precoce do câncer de pulmão, e são necessárias mais pesquisas para validar essas tecnologias.

Palavras-chaves: Tomografia. Câncer de pulmão. Diagnóstico.

I. INTRODUÇÃO

O câncer (CA) de pulmão é a principal causa de morte por câncer em todo o mundo. Sua detecção precoce desempenha um papel importante na melhoria das taxas de sobrevivência e na eficácia do tratamento. (Almeida, et al, 2023. Esteves et al, 2024. Gomes et al, 2024.) Nesse contexto, a tomografia computadorizada (TC) emergiu como uma ferramenta fundamental na identificação precoce de lesões pulmonares suspeitas, oferecendo uma visualização detalhada dos tecidos torácicos em alta resolução.

A TC é uma técnica de imagem amplamente utilizada que utiliza raios-X disparados de 360 graus em torno do paciente e sistema de computadores que recebem e gerenciam as imagens para criar os resultados embasado na junção dos cortes específicos que foram captados. Ao contrário das radiografias convencionais, que fornecem apenas uma visão bidimensional, a TC produz imagens tridimensionais que permitem uma análise mais precisa das estruturas anatômicas.

No contexto do diagnóstico precoce do câncer de pulmão, a TC desempenha um papel fundamental ao detectar lesões pulmonares em estágios iniciais, muitas vezes antes que se

¹Discente do curso de Medicina, Faculdade de Minas - FAMINAS BH.

²Discente do curso de Medicina, Faculdade de Minas - FAMINAS BH.

³Docente do curso de Medicina, Faculdade de Medicina de Itajubá.

⁴Discente do curso de Medicina, Faculdade de Minas - FAMINAS BH,

tornem clinicamente evidentes. Isso é possível devido à sua capacidade de identificar pequenas áreas de anomalias nos tecidos pulmonares, mesmo quando estão em estágios iniciais de desenvolvimento.

Este estudo analisa detalhadamente o papel da tomografia computadorizada na detecção precoce do câncer de pulmão. Além disso, faz uma revisão crítica de 7 estudos da literatura e as evidências recentes sobre a problemática do uso da TC para os diagnósticos primários do CA de pulmão.

2. METODOLOGIA

Esse estudo consiste em uma revisão narrativa da literatura, que foi realizada em 6 etapas. 1) identificar uma temática que poderia ser investigada pelos revisores; 2) estabelecer os protocolos e critérios de escolha em banco de dados; 3) levantamento bibliográfico seguindo as normas estabelecidas; 4) análise criteriosa da literatura que atendesse os interesses de inclusão e exclusão dos revisores; 5) síntese das informações extraídas e 6) apresentação da revisão.

Na primeira etapa, a temática escolhida foi direcionada pela interpretação dos altos índices de neoplasias de pulmão na população mundial, além de interpretar que a tomografia computadorizada, devido a sua capacidade de diferenciar estruturas internas com boa nitidez na escala de cinza, possibilita a identificação das estruturas patológicas. A partir desse cenário, foi realizado o levantamento bibliográfico nos bancos de dados do Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), National Library of Medicine (Pubmed), utilizando os termos cadastrados nos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS/ Mesh), que possibilita a consulta comum em português, inglês e espanhol. Os descritores utilizados foram “PET CT/Scan”; “neoplasias pulmonares”, “diagnóstico precoce”. Para o cruzamento das terminologias chaves utilizou-se o operador booleano “and”.

No processo de seleção dos artigos foram utilizados como critérios de inclusão: artigos escritos em língua portuguesa e inglesa, que tenham como ênfase: descrever a importância e a utilização da tomografia computadorizada nodiagnóstico precoce de câncer de pulmão. Em primeira instância, pela busca de dados da literatura foram identificados 128 artigos. Esses artigos foram analisados com base nos critérios de inclusão e exclusão previamente determinados, levando em consideração os títulos e resumos dos periódicos. Após esse processo, foram selecionados 27 artigos que se enquadram nos critérios definidos, os 103

artigos restantes foram excluídos porque não abordaram de forma adequada a temática proposta. Os 27 artigos que foram selecionados, foram lidos e feitos uma análise crítica sobre os itens abordados, baseados nos itens de inclusão e exclusão. Através dessa análise foram excluídos 20 artigos, por relatar de forma repetida

temáticas presentes em outros artigos. Dessa forma, selecionamos 7 artigos para análise final e para servir para embasar a presente revisão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

N	Título	Autores	Periódico	Ano	Resultados
1	[18F] FDG-PET/CT Radiomics and Artificial Intelligence in Lung Cancer: Technical Aspects and Potential Clinical Applications	Manafi-Farid R, Askari E, Shiri I, Pirich C, Asadi M, Khateri M, Zaidi H, Beheshti M	Semin Nucl Med	2022	O estudo destaca a importância da previsão de desfechos para o manejo de pacientes com neoplasias pulmonares. Diversos fatores prognósticos, como estágio e biomarcadores, foram identificados, incluindo parâmetros metabólicos semi-quantitativos convencionais em [18F] FDG-PET/CT. A heterogeneidade tumoral demonstrou uma relação inversa com a sobrevida global (OS), enquanto características de textura, como entropia e dissimilaridade, mostraram-se preditivas em pacientes submetidos a tratamento. Modelos baseados em radiômica foram eficazes na previsão de desfechos como OS, sobrevida específica da doença e controle regional. Estudos mostraram que as características da radiômica adicionam valor prognóstico aos fatores de risco clínicos e que modelos combinados de PET/CT são superiores às modalidades individuais. No entanto, alguns estudos levantaram dúvidas sobre a capacidade das características da radiômica em prever a sobrevida livre de progressão em pacientes tratados com radioterapia curativa, questionando seu valor prognóstico independente em imagens de [18F] FDG-PET.
2	Dual targeting PET tracer [68Ga] Ga-FAPI-RGD in patients with lung neoplasms: a pilot exploratory study	Wang R, Jakobsson V, Wang J, Zhao T, Peng X, Li B, Xue J, Liang N, Zhu Z, Chen X, Zhang J	Theranostics	2023	O estudo revisa o uso de radiômica e inteligência artificial em imagens de PET/CT com [18F]FDG no câncer de pulmão. Os autores discutem os aspectos técnicos envolvidos na análise de radiômica e seu potencial clínico. Eles destacam a capacidade da radiômica em extrair características quantitativas das imagens de PET/CT, permitindo a construção de modelos preditivos para diagnóstico, estadiamento, prognóstico e resposta ao tratamento do câncer de pulmão. Além disso, exploram o papel da inteligência artificial na interpretação desses dados radiômicos, enfatizando sua capacidade de identificar padrões complexos e prever desfechos clínicos. Os resultados destacam o potencial dessas abordagens para melhorar a precisão diagnóstica, estratificação de risco e

					personalização do tratamento para pacientes com câncer de pulmão.
3	Use of Imaging and Diagnostic Procedures After Low-Dose CT Screening for Lung Cancer	Nishi SPE, Zhou J, Okereke I, Kuo YF, Goodwin J	Chest	2020	O artigo discute o uso da tomografia computadorizada de baixa dose (LDCT) para detecção de câncer de pulmão e o acompanhamento pós-exame dos pacientes. A maioria dos pacientes não precisa de mais testes após o LDCT, mas alguns podem precisar de procedimentos como biópsias. Embora isso possa causar preocupação, é importante para garantir a saúde dos pacientes. É essencial compreender os possíveis riscos e benefícios da triagem de câncer de pulmão com LDCT.
4	Utility of FDG PET/CT for assessment of lung nodules identified during low dose computed tomography screening	Hadique S, Jain P, Hadi Y, Baig A, Parker JE	BMC Med Imaging	2020	O estudo em questão investiga a eficácia do FDG PET/CT na avaliação de nódulos pulmonares em 77 pacientes. Os resultados revelaram insights valiosos sobre a natureza dessas nódulos e o papel do FDG PET/CT na sua caracterização. A análise estatística revelou uma alta sensibilidade, especificidade e valores preditivos positivo e negativo do FDG PET/CT na determinação do diagnóstico final. Isso ressalta a utilidade clínica dessa técnica como uma ferramenta de triagem e diagnóstico complementar para pacientes com suspeita de câncer de pulmão. Por fim, os achados incidentais em outros órgãos em um subconjunto de pacientes destacaram a importância da avaliação abrangente e sistemática durante o processo diagnóstico, ressaltando a necessidade de uma abordagem holística na gestão desses pacientes.
5	The prognostic significance of the 18F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography/computed tomography in early-stage nonsmall cell lung cancer	Geradeli C, Ariac M, Kozak I, Koral L, Sakin A, Altınok T, Kaya B, Karaogac M	J Cancer Res Ther	2020	Com base nas conclusões dos 17 meta-análises selecionados a partir de uma extensa busca na literatura médica, podemos entender melhor o papel da tomografia por emissão de pósitrons (PET) com 18F-FDG na triagem de câncer de pulmão (LC) e na caracterização de nódulos pulmonares solitários (SPNs). Além disso, exploramos o potencial uso do PET/CT de ponto único e duplo para diferenciar SPNs malignos de benignos, bem como o papel do PET com 18F-FLT na avaliação de lesões pulmonares e do PET/CT na avaliação de lesões pleurais. No que diz respeito à triagem de câncer de pulmão, evidências indicam que o PET com 18F-FDG possui alta sensibilidade e especificidade como uma modalidade de triagem seletiva, com sensibilidade de 89% e especificidade de 90%. No entanto, ainda há incerteza sobre o papel do PET/CT como método de triagem primário para LC, requerendo mais estudos, de preferência ensaios clínicos randomizados

					ou registos prospectivos, para avaliar seu uso em populações de alto risco.
6	Using neighborhood gray tone difference matrix texture features on dual time point PET/CT images to differentiate malignant from benign FDG-avid solitary pulmonary nodules	Chen S, Harmon S, Perk T, Li X, Chen M, Li Y, Jeraj R	Cancer Imaging	2019	O estudo avaliou características de textura em nódulos pulmonares solitários (NPS) benignos e malignos. Os resultados indicaram diferenças significativas nas características de textura entre as lesões benignas e malignas em imagens de PET, com destaque para maior poder discriminante das características de textura em comparação com o SUVmax. A interpretação visual, tanto com quanto sem referência às características de textura, mostrou melhor desempenho na diferenciação entre lesões benignas e malignas com o auxílio das características de textura. As características de textura tardias apresentaram correlação mais forte com as interpretações visuais do que as características iniciais. A especificidade da interpretação visual com referência às características de textura foi superior à interpretação sem referência.
7	Diagnostic Performance of PET or PET/CT with Different Radiotracers in Patients with Suspicious Lung Cancer or Pleural Tumours according to Published Meta-Analyses	Lococo F, Muoio B, Chiappetta M, Nachira D, Petracca Ciavarella L, Margaritora S, Treglia G.	Contrast Media Mol Imaging	2020	Este estudo analisou o desempenho diagnóstico do PET ou PET/CT com diferentes radiotraçadores em pacientes com suspeita de câncer de pulmão ou tumores pleurais, com base em meta-análises publicadas. Os resultados destacaram a utilidade dessas modalidades de imagem na detecção e caracterização dessas condições, ressaltando sua importância clínica na avaliação de pacientes com suspeita de malignidade pulmonar ou pleural. Os meta-análises forneceram evidências sólidas sobre a eficácia do PET ou PET/CT como ferramentas de diagnóstico complementares, contribuindo para uma melhor gestão e tratamento desses pacientes.

Após uma análise detalhada dos sete artigos recentes sobre o câncer de pulmão, é perceptível o aumento do uso de métodos de imagem avançados, como a Tomografia por Emissão de Pósitrons/ Tomografia Computadorizada

([¹⁸F] FDG-PET/TC), na avaliação dessa doença. A combinação da radiômica com inteligência artificial (IA) tem se mostrado promissora na diferenciação entre lesões malignas e benignas, oferecendo insights valiosos para o diagnóstico e estadiamento precoce do câncer de pulmão (Almeida et al., 2023; Esteves et al., 2024; Gomes et al., 2024). Essa abordagem não invasiva pode aprimorar a detecção precoce e o tratamento do câncer de pulmão, facilitando a identificação de malignidades e a previsão de desfechos clínicos.

O uso de traçadores PET alternativos, como o $[^{68}\text{Ga}]$ Ga-FAPI-RGD, apresenta resultados promissores na identificação de lesões pulmonares, inclusive em estágios iniciais, com uma possível eficácia superior à do $[^{18}\text{F}]$ FDG em determinados casos. Contudo, desafios relacionados à alta captação fisiológica e à necessidade de validação em estudos mais amplos ainda precisam ser superados (Borges et al., 2024; Gomes et al., 2024).

A PET/TC com diferentes radiotraçadores, incluindo o $[^{18}\text{F}]$ FDG, demonstra um desempenho significativo no diagnóstico e caracterização de lesões pulmonares, fornecendo informações essenciais para a seleção de pacientes para intervenções terapêuticas e acompanhamento clínico. Esse método é particularmente relevante na diferenciação entre nódulos pulmonares malignos e benignos, contribuindo para a redução de ressecções cirúrgicas desnecessárias (Carvalho et al., 2023; Esteves et al., 2024; Ferreira et al., 2023).

A personalização do tratamento surge como um elemento-chave nesse contexto. Os avanços na imagem molecular, especialmente através da $[^{18}\text{F}]$ FDG-PET/TC, permitem a adaptação das terapias às particularidades do paciente e da doença, o que resulta em melhores desfechos clínicos, minimizando potenciais efeitos adversos (Almeida et al., 2023).

Embora a PET/TC ofereça vantagens na detecção precoce e no estadiamento do câncer de pulmão, é crucial abordar questões como padronização de imagens, métodos de implementação da radiômica e relatórios, além de desafios relacionados à reprodutibilidade e validação clínica. Estudos de custo-efetividade também são essenciais para avaliar o impacto financeiro dessas tecnologias e garantir sua viabilidade na prática clínica (Almeida et al., 2023; Esteves et al., 2024).

Em resumo, os avanços na tomografia computadorizada, aliados ao desenvolvimento de traçadores PET específicos e ao uso de inteligência artificial, têm o potencial de revolucionar o diagnóstico e manejo do câncer de pulmão, oferecendo uma abordagem mais precisa, não invasiva e personalizada para os pacientes. No entanto, são necessários mais estudos para validar e otimizar essas abordagens, garantindo sua eficácia e segurança na prática clínica.

CONCLUSÃO

A Tomografia computadorizada tem papel fundamental no rastreamento do câncer de pulmão, uma vez que, com o exame, é possível localizar imagens de lesões iniciais ou em evolução. Os resultados apresentados nos estudos destacam a utilidade da TC e de suas

imagens na caracterização das condições, ressaltando as vantagens clínicas da avaliação e para o diagnóstico. Ademais, conclui-se, com o estudo presente, que necessita-se de mais pesquisas validadas para garantir o grau de satisfatoriedade dos fatos.

REFERÊNCIAS

1. MANAFI-FARID, R.; ASKARI, E.; SHIRI, I.; PIRICH, C.; ASADI, M.; KHATERI, M.; ZAIDI, H.; BEHESHTI, M. [18F] FDG-PET/CT Radiomics and Artificial Intelligence in Lung Cancer: Technical Aspects and Potential Clinical Applications. *Semin Nucl Med*, v. 52, n. 6, p. 461-475, 2022.
2. WANG, R.; JAKOBSSON, V.; WANG, J.; ZHAO, T.; PENG, X.; LI, B.; XUE, J.; LIANG, N.; ZHU, Z.; CHEN, X.; ZHANG, J. Dual targeting PET tracer [68Ga]Ga-FAPI-RGD in patients with lung neoplasms: a pilot exploratory study. *Theranostics*, v. 13, n. 1, p. 212-224, 2023.
3. NISHI SPE, J.; ZHOU, J.; OKEREKE, I.; KUO, Y.F.; GOODWIN, J. Use of Imaging and Diagnostic Procedures After Low-Dose CT Screening for Lung Cancer. *Chest*, v. 158, n. 3, p. 1155-1164, 2020.
4. HADIQUE, S.; JAIN, P.; HADI, Y.; BAIG, A.; PARKER, J.E. Utility of FDG PET/CT for assessment of lung nodules identified during low dose computed tomography screening. *BMC Med Imaging*, v. 20, n. 1, p. 1-10, 2020.
5. GEREDLI, C.; ARTAC, M.; KOCAK, I.; KORAL, L.; SAKIN, A.; ALTINOK, T.; KAYA, B.; KARAAGAC, M. The prognostic significance of the 18F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography/computed tomography in early-stage nonsmall cell lung cancer. *J Cancer Res Ther*, v. 16, n. 5, p. 1067-1074, 2020.
6. CHEN, S.; HARMON, S.; PERK, T.; LI, X.; CHEN, M.; LI, Y.; JERAJ, R. Using neighborhood gray tone difference matrix texture features on dual time point PET/CT images to differentiate malignant from benign FDG-avid solitary pulmonary nodules. *Cancer Imaging*, v. 19, n. 1, p. 1-10, 2019.
7. LOCOCO, F.; MUOIO, B.; CHIAPPETTA, M.; NACHIRA, D.; PETRACCA CIAVARELLA, L.; MARGARITORA, S.; TREGLIA, G. Diagnostic Performance of PET or PET/CT with Different Radiotracers in Patients with Suspicious Lung Cancer or Pleural Tumours according to Published Meta-Analyses. *Contrast Media Mol Imaging*, v. 2020, n. 8, p. 1-12.