

Uso da PET/CT no auxílio à decisão de tomada clínica no nódulo pulmonar solitário: uma abordagem probabilística

Use of PET/CT to aid clinical decision-making in cases of solitary pulmonary nodule: a probabilistic approach

Felipe Alves Mourato^{1,a}, Ana Emília Teixeira Brito^{1,b}, Monique Sampaio Cruz Romão^{1,c}, Renata Guerra Galvão Santos^{1,d}, Cristiana Altino de Almeida^{1,e}, Paulo José de Almeida Filho^{1,f}, Aline Lopes Garcia Leal^{1,g}

1. Real Hospital Português de Beneficência em Pernambuco, Recife, PE, Brasil.

Correspondência: Dr. Felipe Alves Mourato. Real Hospital Português de Beneficência em Pernambuco – Real Nuclear. Avenida Portugal, 163, Paissandu. Recife, PE, Brasil, 52010-010. E-mail: felipe.a.mourato@gmail.com.

a. <https://orcid.org/0000-0001-8102-9654>; b. <https://orcid.org/0000-0002-1065-9672>; c. <https://orcid.org/0000-0003-0043-213X>; d. <https://orcid.org/0000-0002-5201-5066>; e. <https://orcid.org/0000-0002-9400-7099>; f. <https://orcid.org/0000-0002-3584-5316>; g. <https://orcid.org/0000-0002-3050-1119>.

Recebido para publicação em 28/2/2019. Aceito, após revisão, em 12/7/2019.

Como citar este artigo:

Mourato FA, Brito AET, Romão MSC, Santos RGG, Almeida CA, Almeida Filho PJ, Leal ALG. Uso da PET/CT no auxílio à decisão de tomada clínica no nódulo pulmonar solitário: uma abordagem probabilística. Radiol Bras. 2020 Jan/Fev;53(1):1–6.

Resumo **Objetivo:** Determinar a frequência em que a PET/CT com FDG-¹⁸F muda a classificação de probabilidade de malignidade do nódulo pulmonar solitário.

Materiais e Métodos: Foi realizada análise retrospectiva de todas as PET/CTs com FDG-¹⁸F realizadas entre maio/2016 e maio/2017 num serviço de medicina nuclear, cuja indicação era a avaliação de nódulo pulmonar solitário. Foram analisados os prontuários e os exames de PET/CT para coleta das informações necessárias para o cálculo da probabilidade pré-teste de malignidade pelo modelo de Swensen e pelo modelo de Herder. Probabilidade menor que 5% foi considerada como baixa, maior que 65% foi definida como alta, e os casos restantes, como intermediária. Os casos classificados como intermediários pelo modelo de Swensen foram reclassificados de acordo com o modelo de Herder.

Resultados: Trinta e três pacientes foram incluídos neste estudo, 17 (51,5%) deles eram do gênero masculino, e a média de idade foi 68,63 anos (\pm 12,20 anos). Em relação à classificação da probabilidade de malignidade pelo modelo de Swensen, 23 (69,7%) apresentaram probabilidade intermediária de malignidade. Destes, o modelo de Herder classificou 6 casos (26,1%) como probabilidade baixa e 8 casos (34,8%) como probabilidade alta de malignidade.

Conclusão: A PET/CT com FDG-¹⁸F foi capaz de modificar a classificação probabilística do nódulo pulmonar solitário em mais da metade dos casos.

Unitermos: Nódulo pulmonar solitário; Tomografia por emissão de pósitrons; Técnicas de suporte a decisão; Tomada de decisão clínica; Oncologia; Pneumologia.

Abstract **Objective:** To determine the frequency with which ¹⁸F-FDG-PET/CT findings change the probability of malignancy classification of solitary pulmonary nodules.

Materials and Methods: This was a retrospective analysis of all ¹⁸F-FDG-PET/CT examinations performed for the investigation of a solitary pulmonary nodule between May 2016 and May 2017. We reviewed medical records and PET/CT images to collect the data necessary to calculate the pre-test probability of malignancy using the Swensen model and the Herder model. The probability of malignancy was classified as low if < 5%, intermediate if 5–65%, and high if > 65%. Cases classified as intermediate in the Swensen model were reclassified by the Herder model.

Results: We reviewed the records for 33 patients, of whom 17 (51.5%) were male. The mean age was 68.63 \pm 12.20 years. According to the Swensen model, the probability of malignancy was intermediate in 23 cases (69.7%). Among those, the application of the Herder model resulted in the probability of malignancy being reclassified as low in 6 (26.1%) and as high in 8 (34.8%).

Conclusion: ¹⁸F-FDG-PET/CT was able to modify the probability of malignancy classification of a solitary pulmonary nodule in more than 50% of the cases evaluated.

Keywords: Solitary pulmonary nodule; Positron emission tomography; Decision support techniques; Clinical decision-making; Medical oncology; Pulmonary medicine.

INTRODUÇÃO

Nódulo pulmonar solitário (NPS) é definido como uma opacidade pulmonar circular ou oval, de no máximo 3 cm de diâmetro, circundada por parênquima pulmonar

normal e sem associação com efusão pleural, pneumonia ou adenopatia⁽¹⁾. O NPS é encontrado em 0,09% a 2% de todas as radiografias torácicas⁽²⁾ e em até 51% das tomografias de tórax realizadas em populações de maior risco

para câncer de pulmão⁽³⁾. O direcionamento da investigação etiológica do NPS depende da probabilidade pré-teste de ser maligno^(1,4,5). Casos de probabilidade baixa (< 5%) são usualmente conduzidos com vigilância ativa, enquanto os de probabilidade alta (> 65%) têm indicação de biópsia ou cirurgia^(1,5). Os casos intermediários geralmente são submetidos a biópsia para elucidação diagnóstica⁽⁶⁾. Entretanto, a biópsia é um método invasivo e pode apresentar considerável número de casos falso-negativos⁽⁷⁾. A PET/CT com FDG-¹⁸F (PET/CT-FDG) pode auxiliar na definição da conduta nos casos intermediários, determinando se o NPS tem probabilidade baixa, intermediária ou alta de ser maligno⁽¹⁾, reduzindo o número de procedimentos invasivos e o custo total do tratamento⁽⁸⁾. Entretanto, não há estudos que relacionam a frequência com que a PET/CT-FDG determina uma mudança da classificação do NPS de probabilidade intermediária de malignidade para probabilidade baixa ou alta.

A FDG-¹⁸F é um análogo da glicose, utilizada para realização do exame de PET/CT-FDG. Como células tumorais usualmente têm metabolismo glicolítico exacerbado – tanto pelo aumento da atividade de enzimas da glicólise quanto pela maior expressão de transportadores GLUT⁽⁹⁾ –, elas apresentam maior acúmulo de FDG-¹⁸F, permitindo sua identificação pela PET/CT-FDG. Assim, é possível distinguir entre causas benignas e malignas em diversas situações, incluindo o NPS. Apesar de a captação ser usualmente maior em origens malignas, nem sempre a distinção é clara, pois algumas condições benignas podem apresentar aumento da captação de FDG-¹⁸F, sendo um potencial fator para exames falso-positivos, enquanto algumas lesões malignas podem não apresentar afinidade pela FDG-¹⁸F⁽¹⁰⁾.

A probabilidade pré-teste de malignidade do NPS é derivada de dados clínicos e radiológicos. O primeiro modelo foi proposto por Swensen et al., em 1997, e é conhecido como modelo da Mayo Clinic⁽¹¹⁾. As variáveis clínicas desse modelo incluem idade do paciente, história de tabagismo (atual ou pregresso), história de câncer extratorácico, tamanho do nódulo, presença de espiculação no nódulo e localização do NPS. Em 2005, Herder et al. descreveram um novo método para calcular a probabilidade pré-teste de malignidade⁽¹²⁾. Este modelo inclui todas as variáveis do modelo da Mayo Clinic, além da avaliação da captação da FDG-¹⁸F no NPS a partir da PET/CT-FDG. Esta conduta resultou numa maior acurácia do modelo de Herder⁽¹³⁾. Entretanto, a PET/CT-FDG é habitualmente realizada nos casos de probabilidade intermediária pelo método da Mayo Clinic⁽¹⁾. Portanto, espera-se que este exame separe os casos de probabilidade intermediária em casos de probabilidade baixa (< 5%) e probabilidade alta (> 65%), definindo probabilisticamente qual a melhor conduta a ser seguida.

O objetivo deste trabalho é determinar a frequência em que a PET/CT-FDG muda a classificação de pré-teste

de malignidade do NPS no momento da decisão clínica e com base nos modelos de probabilidade descritos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Estudo retrospectivo, baseado na análise de todas as PET/CT-FDGs realizadas entre 1/5/2016 e 31/5/2017 em um serviço de medicina nuclear. As PET/CT-FDGs cuja indicação para realização do exame era a avaliação de NPS foram incluídas. A análise retrospectiva dos dados foi aprovada pelo comitê de ética da instituição, com CAAE 76305317.4.0000.5199 e parecer número 2.300.587.

Os exames de PET/CT-FDG foram realizados num único equipamento (Biograph 16; Siemens Healthcare, PA, EUA), aproximadamente 60 minutos após injeção intravenosa de 3,7 a 4,8 MBq/kg de FDG-¹⁸F. Imagens de PET foram obtidas da base do crânio até o terço proximal dos membros inferiores em modo tridimensional, usando três minutos para cada posição de segmento do corpo. As imagens obtidas foram processadas por reconstrução iterativa (duas iterações de oito subconjuntos com filtro Gaussian). Os parâmetros da aquisição da tomografia computadorizada (TC) incluíram corte de 5 mm, 120 kV e sem administração de contraste intravenoso. Além disso, TC dedicada do tórax em inspiração máxima foi realizada em todos os pacientes.

Os casos incluídos no estudo tiveram seus prontuários analisados para coleta das seguintes informações: sexo, idade, história de tabagismo (pregressa ou atual), história de câncer extratorácico, resultado da biópsia do NPS e resultado do seguimento radiológico (foram considerados negativos os casos com nódulos estáveis em dois anos ou que desapareceram em tomografias de seguimento). Em seguida, foram analisadas as imagens da TC dedicada do tórax realizada como parte do exame PET/CT-FDG, com a finalidade de determinar o diâmetro do NPS e a presença de espiculação no nódulo. As imagens da fusão da PET com a TC foram avaliadas e a captação do NPS foi classificada de acordo com o *standard uptake value* máximo (SUVmax) do nódulo em: discreto, quando SUVmax ≤ 2,5; moderado, quando SUVmax entre 2,6 e 10; acentuado, quando SUVmax > 10⁽¹³⁾.

Cálculo da probabilidade pré-teste de malignidade de acordo com o modelo da Mayo Clinic

Este modelo define a probabilidade de malignidade (PM) do NPS pela seguinte fórmula: $PM = 1/(1 + e^{-x})$, sendo: $x = -6,8272 + 0,0391 \times (\text{idade em anos}) + 0,7917 \times (\text{tabagismo prévio ou atual}) + 1,3388 \times (\text{história de câncer extratorácico}) + 0,1274 \times (\text{diâmetro do NPS em mm}) + 1,0407 \times (\text{presença de espiculação}) + 0,7838 \times (\text{localização no NPS em lobo superior})$ ⁽¹¹⁾. Tabagismo prévio ou atual, história de câncer extratorácico, presença de espiculação e localização do NPS no lobo superior são tratados como variáveis dicotômicas, em que sua ausência torna o valor igual a 0 e sua presença, igual a 1.

Cálculo da probabilidade pré-teste de malignidade de acordo com o modelo de Herder

Este modelo determina a probabilidade de malignidade de acordo com o modelo da Mayo Clinic associado com o resultado da PET/CT-FDG pela seguinte fórmula: $PM = 1/(1 + e^{-x})$, sendo: $x = -4,739 + 3,691 \times (\text{probabilidade do teste da Mayo Clinic}) + 2,322 \times (\text{presença de captação discreta}) + 4,617 \times (\text{presença de captação moderada}) + 4,771 \times (\text{presença de captação intensa})^{(12)}$. A presença de captação discreta, moderada ou intensa é tratada como variável dicotômica, em que sua ausência torna o valor igual a 0 e sua presença, igual a 1.

Capacidade de a PET/CT-FDG distinguir casos de probabilidade intermediária em casos de probabilidade alta ou baixa

Os casos de probabilidade intermediária de malignidade segundo o modelo da Mayo Clinic foram incluídos nesta análise. Posteriormente, tais casos foram classificados pelo modelo de Herder como de probabilidade baixa (< 5%), intermediária (entre 5% e 65%) ou alta (> 65%) de malignidade. A PET/CT-FDG foi considerada definidora da melhor conduta nos casos de probabilidade baixa e alta e como não definidora nos casos que permaneceram como de probabilidade intermediária.

Análise estatística

As variáveis quantitativas foram descritas como média, com os respectivos desvios-padrões, e as variáveis categóricas como frequência relativa. Para avaliar a capacidade da PET/CT-FDG em determinar a conduta, os casos foram divididos em não conclusivos (probabilidade intermediária de malignidade) e conclusivos (probabilidade baixa ou alta de malignidade). O teste de McNemar foi utilizado para comparar as proporções dos dois modelos. Um teste adicional foi realizado considerando apenas os casos intermediários pelo modelo da Mayo Clinic. O resultado dessa análise foi descrito com intervalo de confiança (IC) e um $p < 0,05$ foi considerado significativo. O software MedCalc 18.2.1 (MedCalc Software bvba, Ostend, Bélgica) foi utilizado nessas análises.

RESULTADOS

No total, 33 pacientes foram incluídos neste estudo. Dezessete (51,5%) eram do gênero masculino e a média de idade foi 68,63 anos ($\pm 12,20$ anos). A média da probabilidade de malignidade para o modelo da Mayo Clinic foi 43,2% ($\pm 25,6\%$) e para o modelo de Herder foi 47,1% ($\pm 38,9\%$). Maiores informações sobre as outras variáveis estudadas são detalhadas na Tabela 1.

Em relação à classificação de probabilidade de malignidade pelo modelo da Mayo Clinic, 23 (69,7%) pacientes apresentaram probabilidade intermediária, 2 (0,6%) apresentaram probabilidade baixa e 8 (2,4%) apresentaram probabilidade alta. Dos 23 pacientes com probabilidade

Tabela 1—Perfil das variáveis estudadas.

Variável	Valor
Gênero	
Masculino	17 (51,5%)
Feminino	16 (48,5%)
Idade	68,63 ($\pm 12,20$) anos
Tabagismo atual ou pregresso	26 (78,8%)
História de câncer extratorácico	3 (9,1%)
Diâmetro do NPS	1,52 ($\pm 0,61$) cm
Presença de espiculação	18 (54,5%)
Localização no lobo superior	20 (60,6%)
SUVmax	
Não captante	10 (30,3%)
Menor que 2,5	8 (24,2%)
Entre 2,5 e 10,0	13 (39,4%)
Maior que 10,0	2 (6,1%)

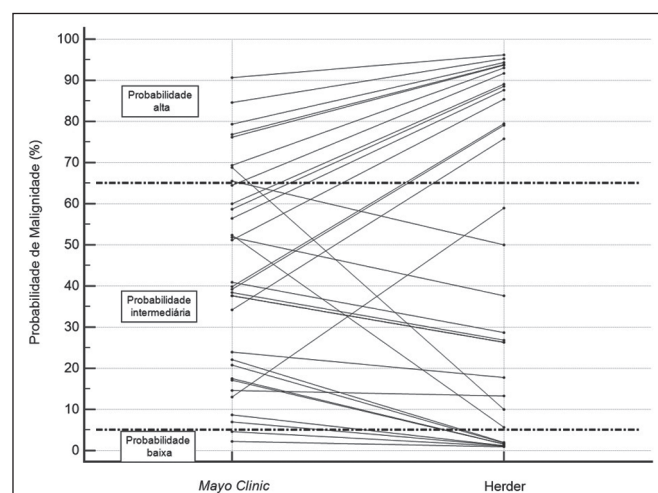


Figura 1. Variação da probabilidade de malignidade por paciente de acordo com cada modelo.

intermediária, o modelo de Herder classificou 6 casos (26,1%) como probabilidade baixa, 8 casos (34,8%) como probabilidade alta e 9 casos (39,1%) permaneceram como probabilidade intermediária (Figura 1). Nesse contexto, houve uma diferença de 36,4% (IC: 16,1–56,6%; $p < 0,01$) entre as proporções de casos conclusivos e inconclusivos de ambos os modelos, favorecendo o modelo de Herder. Dos casos que foram classificados como probabilidade alta ou baixa de malignidade pelo modelo da Mayo Clinic, houve modificação de classificação em somente dois casos de probabilidade alta para intermediária de malignidade (Figura 2). Adicionalmente, quando apenas os casos de probabilidade intermediária do modelo da Mayo Clinic foram considerados, essa diferença se elevou para 60,9% (IC: 40,9–80,8%; $p < 0,05$), sendo a PET/CT-FDG definidora de conduta em 14 casos (60,1%). Na Figura 2 são apresentados casos em que ocorreu mudança da classificação com a utilização da PET/CT-FDG.

Dos 33 pacientes, 9 foram submetidos a confirmação histológica por biópsia do NPS – 6 de probabilidade alta

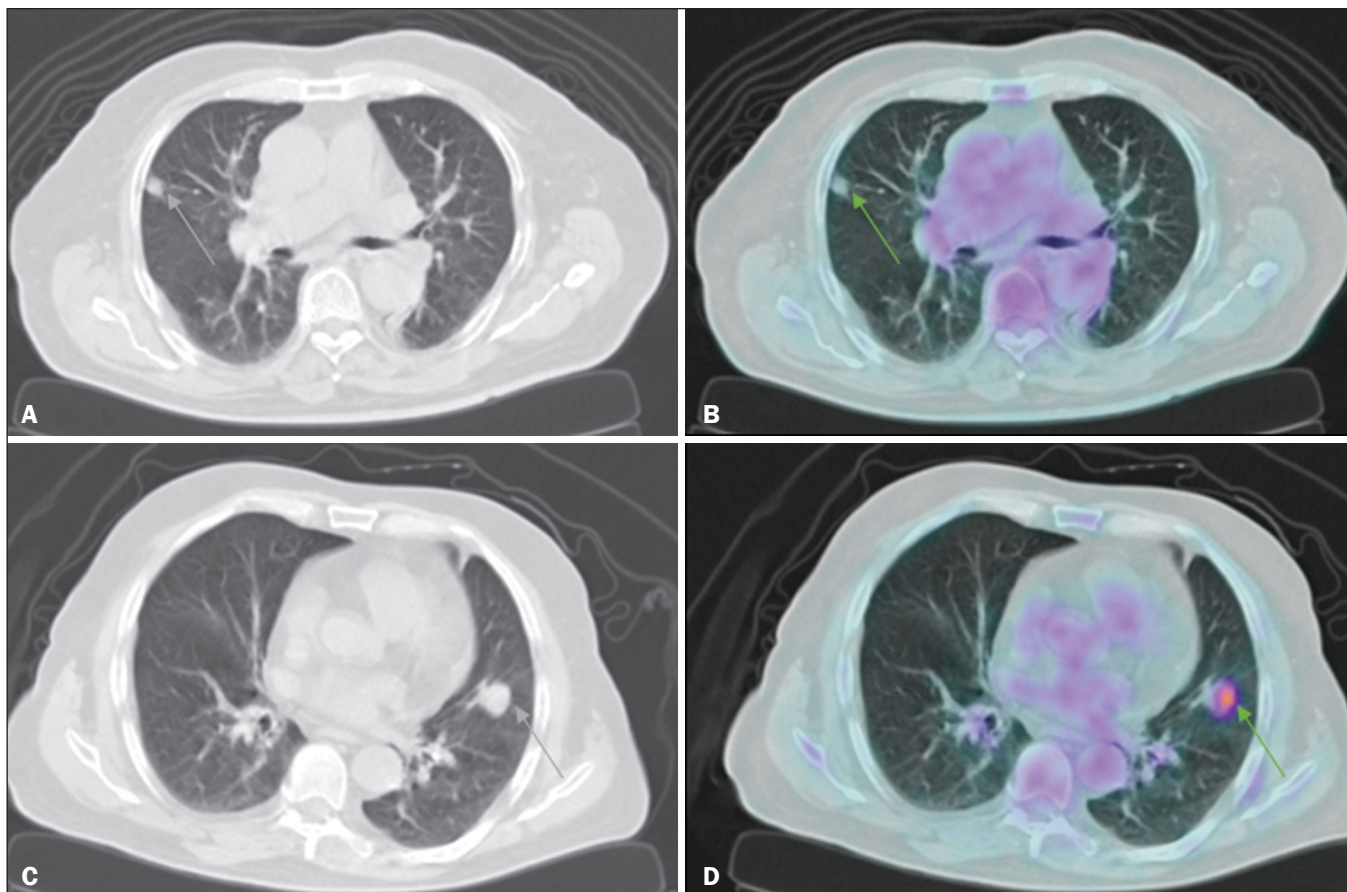


Figura 2. Exemplos da utilização da PET/CT-FDG no nódulo pulmonar solitário. **A,B:** Caso em que as informações clínicas e tomográficas revelavam probabilidade de malignidade de 33,2%. A adição da informação de ausência de captação no nódulo reduziu a probabilidade de malignidade para 10% (seguimento radiológico demonstrou desaparecimento do nódulo em dois anos). **C,D:** Caso em que as informações clínicas e tomográficas revelavam probabilidade de malignidade de 6,2%. Adicionando a informação de moderada hipercaptação, a probabilidade de malignidade aumentou para 75,8% (biópsia revelou adenocarcinoma).

de malignidade e 3 de probabilidade intermediária – de acordo com o modelo de Herder. Entre os casos de probabilidade alta, todos eram de origem maligna, enquanto nos de probabilidade intermediária houve a presença tanto de achados benignos como malignos (Tabela 2). Outros cinco pacientes realizaram seguimento radiológico com tomografia do tórax na nossa instituição, e em todos, os NPSs se mantiveram estáveis, diminuíram ou desapareceram em até dois anos (maiores detalhes na Tabela 2).

DISCUSSÃO

Uma série de trabalhos recentes publicados no Brasil tem ressaltado a importância da medicina nuclear, especialmente da PET/CT-FDG, para o diagnóstico e acompanhamento de diversas enfermidades⁽¹⁴⁻¹⁸⁾. No presente estudo foi demonstrado como a PET/CT-FDG pode auxiliar o clínico na tomada de decisão frente a um caso de NPS com probabilidade intermediária de malignidade. A análise realizada destacou que a PET/CT-FDG modifica a

Tabela 2—Descrição pormenorizada dos 14 casos com biópsia ou seguimento disponível.

Probabilidade de malignidade de acordo com o modelo de Herder	Número de casos com biópsia ou seguimento disponível	Resultados
Alta	6	<ul style="list-style-type: none"> • 1 carcinoma de pequenas células • 5 adenocarcinomas de origem pulmonar
Intermediária	5	<ul style="list-style-type: none"> • 1 granuloma benigno • 1 metástase de carcinoma papilífero da tireoide • 1 adenocarcinoma de origem pulmonar • 1 seguimento tomográfico que demonstrou redução acentuada do nódulo em 2 anos • 1 seguimento tomográfico que demonstrou desaparecimento do nódulo
Baixa	3	<ul style="list-style-type: none"> • 2 seguimentos tomográficos que demonstraram estabilidade da lesão em dois anos • 1 seguimento tomográfico que demonstrou desaparecimento do nódulo

probabilidade de malignidade do NPS em mais da metade dos casos, sendo similares as frequências de mudança para probabilidades alta e baixa. Além disso, a análise dos casos que foram submetidos a biópsia do NPS demonstrou que os de probabilidade alta de malignidade eram todos de origem neoplásica. Estes achados fortalecem a noção da utilização da PET/CT-FDG como importante ferramenta no manejo adequado dos pacientes com NPS.

A tomada de decisão médica frente a um NPS nem sempre é simples, principalmente pela sua alta prevalência e diversidade etiológica⁽¹⁹⁾. Adicionalmente, as condutas que podem ser tomadas também são bastante divergentes, variando desde simples acompanhamento radiológico até intervenções invasivas como biópsia e cirurgia^(1,5). Nesse contexto, foram elaborados modelos clínicos para prever a probabilidade de malignidade do NPS. Um deles, o da Mayo Clinic⁽¹¹⁾, inclui dados epidemiológicos e radiológicos para definir a probabilidade de malignidade e é utilizado para definir os casos de probabilidade baixa (< 5%), intermediária (entre 5% e 65%) e alta (> 65%)⁽¹¹⁾.

Apesar de os casos de alta e baixa probabilidade de malignidade em geral apresentarem condutas bem estabelecidas, o mesmo não ocorre nos casos de probabilidade intermediária. A realização de biópsia do NPS de probabilidade intermediária de malignidade seria uma opção⁽¹⁾. Entretanto, a confirmação histológica de um nódulo pulmonar sempre exige um procedimento invasivo, com acesso percutâneo ou até toracotomia, e está sujeito a complicações como pneumotórax e hemorragia, com taxas de incidência de até 40% e 33%, respectivamente⁽²⁰⁾. Além disso, a acurácia da biópsia do NPS depende da sua localização, tamanho e da técnica utilizada, podendo variar de valores abaixo de 50% a quase 100%, a depender do estudo analisado⁽²¹⁾. Dessa forma, a utilização da PET/CT-FDG pode definir melhor quais pacientes devem ser submetidos a biópsia ou a cirurgia⁽¹⁾, reduzindo o número de complicações secundárias ao procedimento.

Outra vantagem ao se realizar a PET/CT-FDG no NPS é guiar o melhor local de biópsia nos casos em que esta é necessária⁽²²⁾. Os nódulos maiores podem apresentar heterogeneidade com áreas centrais hipometabólicas, sendo recomendada biópsia da região de maior captação do FDG-¹⁸F. Além disso, a quantificação da probabilidade de malignidade apresenta maior acurácia com a utilização da PET/CT-FDG⁽¹²⁾, sendo validada em outras populações^(13,23).

No presente estudo foi observado que a PET/CT-FDG conseguiu uma melhor definição dos casos com probabilidade intermediária de malignidade em 60,9% (IC: 40,9–80,8%; $p < 0,05$) dos pacientes. Destes, 26,1% apresentaram probabilidade baixa, evitando procedimentos invasivos, e 34,8% apresentaram probabilidade alta de malignidade, nos quais a realização da PET/CT-FDG já havia possibilitado o estadiamento do paciente caso houvesse confirmação posterior de malignidade. Dessa forma, percebe-se como a PET/CT-FDG pode auxiliar o processo

de decisão clínica no contexto do NPS, criando vantagens adicionais para o paciente ao evitar procedimentos invasivos desnecessários, orientar a biópsia ou fornecer o estadiamento completo precocemente.

Dos nove pacientes submetidos a biópsia, seis foram classificados como de probabilidade alta de malignidade e três como de probabilidade intermediária. Desses três casos de probabilidade intermediária, dois tinham causa maligna (um adenocarcinoma e uma metástase de carcinoma papilífero de tireoide, condição esta que pode apresentar baixa avidéz pelo FDG-¹⁸F⁽²⁴⁾) e um era granuloma benigno. Dessa forma, vê-se a necessidade do prosseguimento da investigação do NPS com métodos invasivos após não definição clara da sua probabilidade de malignidade, para uma melhor definição da conduta a ser seguida, apesar da redução da acurácia diagnóstica nesses casos⁽¹⁾. Todos os casos com probabilidade alta de malignidade tiveram biópsias positivas para algum tipo de neoplasia, sendo cinco adenocarcinomas e um carcinoma de pequenas células. Nos cinco casos submetidos a seguimento radiológico, três apresentaram probabilidade intermediária de malignidade e dois apresentaram probabilidade baixa pelo modelo de Herder, tendo todos apresentado boa evolução. O fato de os resultados da biópsia ou seguimento da PET/CT nos nódulos de probabilidade intermediária de malignidade demonstrarem proporções semelhantes de casos benignos e malignos fortalece a necessidade de uma abordagem mais invasiva ou seguimento radiológico nesses casos.

Para poder ser utilizada como uma ferramenta auxiliar à decisão clínica, é importante conhecer as limitações da PET/CT-FDG no contexto do NPS. Em razão da resolução espacial do método, o uso da PET/CT-FDG não é aconselhado em NPSs menores que 8 mm^(1,6,25). Apesar de a grande maioria das neoplasias de origem pulmonar apresentar alta avidéz pela FDG-¹⁸F, alguns tumores podem apresentar avidéz reduzida, como, por exemplo, os carcinomas mucinosos⁽²⁶⁾ ou as metástases pulmonares, em que o tumor primário também apresenta baixa taxa glicolítica⁽²⁴⁾. Além disso, condições inflamatórias e infecciosas pulmonares podem se apresentar como NPS, com alta avidéz pela FDG-¹⁸F, aumentando a taxa de falso-positivos⁽²⁷⁾. Este problema é particularmente importante em regiões com alta prevalência de doenças granulomatosas, o que pode ocasionar uma redução da especificidade do método^(27,28).

Vale destacar que no presente estudo não houve nenhum caso de alta probabilidade de malignidade que resultou em doença infecciosa/inflamatória. A maioria da população que é submetida a um exame de PET/CT-FDG tem acesso a planos de saúde⁽²⁹⁾ e, portanto, não representa a população de classe socioeconômica mais baixa, que apresenta maior risco de desenvolver tuberculose⁽³⁰⁾ e outras doenças respiratórias infecciosas⁽³¹⁾. Este fato também pode ser visto em um estudo realizado num hospital privado brasileiro, em que quase 93% dos NPSs que

apresentaram SUV_{max} > 2,5 eram malignos⁽³²⁾. Logo, é importante considerar outros dados epidemiológicos do paciente sobre a presença de doenças infecciosas pulmonares, para potencializar o uso da PET/CT-FDG no contexto do NPS.

Outras limitações encontradas no uso da PET/CT-FDG para a avaliação de NPS é a baixa disponibilidade do método e seu alto custo. O acesso da população brasileira à PET/CT-FDG na avaliação do NPS é baixo e bastante heterogêneo entre as diferentes regiões⁽²⁹⁾.

CONCLUSÃO

Este estudo demonstrou que a utilização da PET/CT-FDG pôde modificar a classificação de mais da metade dos casos de NPS que apresentaram pré-teste de probabilidade intermediária de malignidade num modelo baseado apenas em informações clínicas e radiológicas dos pacientes, confirmando que a PET/CT-FDG é uma importante ferramenta no auxílio à decisão clínica nesses casos.

REFERÊNCIAS

- Harzheim D, Eberhardt R, Hoffmann H, et al. The solitary pulmonary nodule. *Respiration*. 2015;90:160–72.
- Holin SM, Dwork RE, Glaser S, et al. Solitary pulmonary nodules found in a community-wide chest roentgenographic survey; a five-year follow-up study. *Am Rev Tuberc*. 1959;79:427–39.
- Henschke CI, Naidich DP, Yankelevitz DF, et al. Early lung cancer action project: initial findings on repeat screenings. *Cancer*. 2001;92:153–9.
- Mott TF. Lung cancer: screening and evaluation of patients with solitary pulmonary nodules. *FP Essent*. 2018;464:17–22.
- Ito M, Miyata Y, Okada M. Management pathways for solitary pulmonary nodules. *J Thorac Dis*. 2018;10(Suppl 7):S860–S866.
- Mosmann MP, Borba MA, Macedo FP, et al. Solitary pulmonary nodule and (18)F-FDG PET/CT. Part 1: epidemiology, morphological evaluation and cancer probability. *Radiol Bras*. 2016;49:35–42.
- Suh YJ, Lee JH, Hur J, et al. Predictors of false-negative results from percutaneous transthoracic fine-needle aspiration biopsy: an observational study from a retrospective cohort. *Yonsei Med J*. 2016;57:1243–51.
- Gould MK, Sanders GD, Barnett PG, et al. Cost-effectiveness of alternative management strategies for patients with solitary pulmonary nodules. *Ann Intern Med*. 2003;138:724–35.
- Macheda ML, Rogers S, Best JD. Molecular and cellular regulation of glucose transporter (GLUT) proteins in cancer. *J Cell Physiol*. 2005;202:654–62.
- Hashimoto Y, Tsujikawa T, Kondo C, et al. Accuracy of PET for diagnosis of solid pulmonary lesions with 18F-FDG uptake below the standardized uptake value of 2.5. *J Nucl Med*. 2006;47:426–31.
- Swensen SJ, Silverstein MD, Ilstrup DM, et al. The probability of malignancy in solitary pulmonary nodules. Application to small radiologically indeterminate nodules. *Arch Intern Med*. 1997;157:849–55.
- Herder GJ, van Tinteren H, Golding RP, et al. Clinical prediction model to characterize pulmonary nodules: validation and added value of 18F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography. *Chest*. 2005;128:2490–6.
- Al-Ameri A, Malhotra P, Thygesen H, et al. Risk of malignancy in pulmonary nodules: a validation study of four prediction models. *Lung Cancer*. 2015;89:27–30.
- Romanato J, Menezes MR, Santos AO, et al. ¹⁸F-FDG PET/CT performed immediately after percutaneous ablation to evaluate outcomes of the procedure: preliminary results. *Radiol Bras*. 2019;52:24–32.
- Birelli B, Oliveira M, Santos AO, et al. SPECT/CT with ^{99m}Tc-sestamibi for the evaluation of skeletal muscle perfusion after electrical muscle stimulation in athletes. *Radiol Bras*. 2019;52:92–6.
- Vale RHB, Ferraro DA, Duarte PS, et al. Bone marrow uptake of ¹⁸F-fluorodeoxyglucose in Hodgkin lymphoma without bone involvement: comparison between patients with and without B symptoms. *Radiol Bras*. 2018;51:76–80.
- Ono CR, Tedde ML, Scordamaglio PR, et al. Pulmonary inhalation-perfusion scintigraphy in the evaluation of bronchoscopic treatment of bronchopleural fistula. *Radiol Bras*. 2018;51:385–90.
- Farias LPG, Padilha IG, Lemos MLR, et al. Pulmonary cryptococcosis mimicking neoplasm in terms of uptake PET/CT. *Radiol Bras*. 2018;51:63–4.
- Ost D, Fein AM, Feinsilver SH. The solitary pulmonary nodule. *N Engl J Med*. 2003;348:2535–42.
- Yeow KM, See LC, Lui KW, et al. Risk factors for pneumothorax and bleeding after CT-guided percutaneous coaxial cutting needle biopsy of lung lesions. *J Vasc Interv Radiol*. 2001;12:1305–12.
- Yang W, Sun W, Li Q, et al. Diagnostic accuracy of CT-guided transthoracic needle biopsy for solitary pulmonary nodules. *PLoS One*. 2015;10:e0131373.
- Gould MK, Donington J, Lynch WR, et al. Evaluation of individuals with pulmonary nodules: when is it lung cancer? Diagnosis and management of lung cancer, 3rd ed: American College of Chest Physicians evidence-based clinical practice guidelines. *Chest*. 2013;143(5 Suppl):e93S–e120S.
- Perandini S, Soardi GA, Larici AR, et al. Multicenter external validation of two malignancy risk prediction models in patients undergoing 18F-FDG-PET for solitary pulmonary nodule evaluation. *Eur Radiol*. 2017;27:2042–6.
- Marcus C, Whitworth PW, Surasi DS, et al. PET/CT in the management of thyroid cancers. *AJR Am J Roentgenol*. 2014;202:1316–29.
- Hochhegger B, Alves GRT, Irion KL, et al. PET/CT imaging in lung cancer: indications and findings. *J Bras Pneumol*. 2015;41:264–74.
- Shim SS, Han J. FDG-PET/CT imaging in assessing mucin-producing non-small cell lung cancer with pathologic correlation. *Ann Nucl Med*. 2010;24:357–62.
- Purandare NC, Pramesh CS, Agarwal JP, et al. Solitary pulmonary nodule evaluation in regions endemic for infectious diseases: do regional variations impact the effectiveness of fluorodeoxyglucose positron emission tomography/computed tomography. *Indian J Cancer*. 2017;54:271–5.
- Deppen SA, Davis WT, Green EA, et al. Cost-effectiveness of initial diagnostic strategies for pulmonary nodules presenting to thoracic surgeons. *Ann Thorac Surg*. 2014;98:1214–22.
- Tsukazan MT, Terra RM, Detterbeck F, et al. Management of lung nodules in Brazil—assessment of realities, beliefs and attitudes: a study by the Brazilian Society of Thoracic Surgery (SBCT), the Brazilian Thoracic Society (SBPT) and the Brazilian College of Radiology (CBR). *J Thorac Dis*. 2018;10:2849–56.
- Geraldes Santos ML, Figueiredo Vendramini SH, Gazetta CE, et al. Poverty: socioeconomic characterization at tuberculosis. *Rev Lat Am Enfermagem*. 2007;15 Spec No:762–7.
- Thörn LK, Minamisava R, Nouer SS, et al. Pneumonia and poverty: a prospective population-based study among children in Brazil. *BMC Infect Dis*. 2011;11:180.
- Martins RC, Almeida SA, Siciliano AA, et al. Value of [18F]-FDG-PET/CT as a predictor of cancer in solitary pulmonary nodule. *J Bras Pneumol*. 2008;34:473–80.

