

Biópsia percutânea de lesões ósseas guiada por tomografia computadorizada: taxas de definição diagnóstica e complicações*

Computed tomography-guided percutaneous biopsy of bone lesions: rate of diagnostic success and complications

Macello Jose Sampaio Maciel¹, Chiang Jeng Tyng², Paula Nicole Vieira Pinto Barbosa², Almir Galvão Vieira Bitencourt³, João Paulo Kawaoka Matushita Junior⁴, Charles Edouard Zurstrassen⁵, Wu Tu Chung⁶, Rubens Chojniak⁷

Maciel MJS, Tyng CJ, Barbosa PNVP, Bitencourt AGV, Matushita Junior JPK, Zurstrassen CE, Chung WT, Chojniak R. Biópsia percutânea de lesões ósseas guiada por tomografia computadorizada: taxas de definição diagnóstica e complicações. *Radiol Bras.* 2014 Set/Out;47(5):269–274.

Resumo Objetivo: Determinar taxas de definição diagnóstica e complicações da biópsia percutânea guiada por tomografia computadorizada (TC) de lesões ósseas suspeitas de malignidade.

Materiais e Métodos: Estudo retrospectivo que incluiu 186 casos de biópsia percutânea guiada por TC de lesões ósseas no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2012. Todas as amostras foram obtidas usando agulhas de 8 a 10 gauge. Foram coletados dados demográficos, história de neoplasia maligna prévia, dados relacionados à lesão, ao procedimento e ao resultado histológico.

Resultados: A maioria dos pacientes era do sexo feminino (57%) e a idade média foi $53,0 \pm 16,4$ anos. Em 139 casos (74,6%) a suspeita diagnóstica era metástase e os tumores primários mais comuns foram de mama (32,1%) e próstata (11,8%). Os ossos mais envolvidos foram coluna vertebral (36,0%), bacia (32,8%) e ossos longos (18,3%). Houve complicações em apenas três pacientes (1,6%), incluindo uma fratura, um caso de parestesia com comprometimento funcional e uma quebra da agulha necessitando remoção cirúrgica. Amostras de 183 lesões (98,4%) foram consideradas adequadas para diagnóstico. Resultados malignos foram mais frequentes nos pacientes com suspeita de lesão secundária e história de neoplasia maligna conhecida ($p < 0,001$) e nos procedimentos orientados pela PET/CT ($p = 0,011$).

Conclusão: A biópsia percutânea guiada por TC é segura e eficaz no diagnóstico de lesões ósseas suspeitas.

Unitermos: Neoplasia óssea; Biópsia por agulha; Tomografia computadorizada; Radiologia intervencionista; Complicações.

Abstract Objective: To determine the rates of diagnostic success and complications of computed tomography (CT)-guided percutaneous biopsy of bone lesions suspected for malignancy.

Materials and Methods: Retrospective study including 186 cases of CT-guided percutaneous biopsies of bone lesions in the period from January, 2010 to December, 2012. All the specimens were obtained with 8–10 gauge needles. The following data were collected: demographics, previous history of malignancy, data related to the lesion, to the procedure, and to histological results.

Results: Most patients were women (57%), and the mean age was 53.0 ± 16.4 years. In 139 cases (74.6%), there was diagnostic suspicion of metastasis and the most common primary tumors were breast (32.1%) and prostate (11.8%). The bones most commonly involved were spine (36.0%), hip (32.8%) and long bones (18.3%). Complications occurred in only three cases (1.6%) including bone fracture, paresthesia with functional impairment, and needle breakage requiring surgical removal. The specimens collected from 183 lesions (98.4%) were considered appropriate for diagnosis. Malignant results were more frequently found in patients who had a suspected secondary lesion and history of known malignancy ($p < 0.001$), and in patients who underwent PET/CT-guided procedures ($p = 0.011$).

Conclusion: CT-guided percutaneous biopsy is a safe and effective procedure for the diagnosis of suspicious bone lesions.

Keywords: Bone neoplasms; Needle biopsy; Computed tomography; Interventional radiology; Complications.

* Trabalho realizado no A.C.Camargo Cancer Center, São Paulo, SP, Brasil.

1. Médico Residente do Departamento de Imagem do A.C.Camargo Cancer Center, São Paulo, SP, Brasil.

2. Mestres e Doutorandos, Titulares do Departamento de Imagem do A.C.Camargo Cancer Center, São Paulo, SP, Brasil.

3. Doutor, Titular do Departamento de Imagem do A.C.Camargo Cancer Center, São Paulo, SP, Brasil.

4. Mestre, Fellow do Departamento de Radiologia Intervencionista do A.C.Camargo Cancer Center, São Paulo, SP, Brasil.

5. Titular do Departamento de Radiologia Intervencionista do A.C.Camargo Cancer Center, São Paulo, SP, Brasil.

6. Doutor, Titular do Departamento de Cirurgia Pélvica do A.C.Camargo Cancer Center, São Paulo, SP, Brasil.

INTRODUÇÃO

Trabalhos recentes publicados no Brasil têm ressaltado a importância da radiologia intervencionista na coleta de material adequado para o diagnóstico e tratamento de enfer-

7. Doutor, Diretor do Departamento de Imagem do A.C.Camargo Cancer Center, São Paulo, SP, Brasil.

Endereço para correspondência: Dr. Macello Jose Sampaio Maciel. Rua Professor Antonio Prudente, 211, Liberdade. São Paulo, SP, Brasil, 01509-010. E-mail: macellomaciel@me.com.

Recebido para publicação em 16/10/2013. Aceito, após revisão, em 14/3/2014.

midades em diferentes compartimentos do organismo⁽¹⁻⁶⁾. A biópsia percutânea por fragmento é um importante instrumento na avaliação de lesões ósseas suspeitas de malignidade. Suspeitas de tumores ósseos primários ou de recidiva sistêmica do câncer, como metástases ósseas, são indicações frequentes de biópsia percutânea guiada por tomografia computadorizada (TC). A decisão presuntiva de conduzir uma lesão como recidiva de neoplasia maligna primária conhecida sem a confirmação patológica pode, erroneamente, levar ao tratamento inapropriado de doenças benignas ou mesmo manejo incorreto de um segundo tumor primário biologicamente diferente do primeiro.

O procedimento guiado por TC é um método seguro e acurado para definição diagnóstica⁽⁷⁻¹¹⁾. Os resultados diagnósticos variam quanto à localização da lesão, sendo superiores os encontrados em lesões nas extremidades e nos ossos da pelve, comparados aos de lesões situadas na coluna vertebral⁽¹²⁾. A taxa de complicação das biópsias ósseas guiadas por TC é muito baixa (1,1%), enquanto a da biópsia aberta pode ser tão alta quanto 16%⁽¹³⁾. Mesmo considerado, geralmente, um procedimento de baixo risco, efeitos colaterais menores e complicações como infecções, fratura e sangramentos podem ocorrer⁽¹⁴⁻¹⁶⁾.

Para ser considerada bem sucedida, a biópsia óssea deve obter material suficiente para análise histopatológica adequada e definição diagnóstica. Isto requer um resultado diagnóstico específico que norteie o médico solicitante na decisão de seguimento do paciente, seja com tratamento, acompanhamento ou alta⁽¹⁷⁾. O resultado ideal deve ser definitivo, sem possibilidade de diagnóstico diferencial, e seguro o suficiente para decidir condutas. A taxa de definição diagnóstica das biópsias percutâneas de lesões musculoesqueléticas na literatura é de 69–88%^(13,18-22).

O presente estudo teve como objetivo determinar as taxas de definição diagnóstica e complicações da biópsia per-

cutânea guiada por TC de lesões ósseas suspeitas de malignidade.

MATERIAIS E MÉTODOS

Estudo retrospectivo desenvolvido no Departamento de Imagem do A.C. Camargo Cancer Center. Foram incluídos pacientes submetidos a biópsia percutânea guiada por TC de lesões ósseas, no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2012. Este estudo seguiu os princípios da Declaração de Helsinki e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da instituição. Termo de consentimento escrito para a biópsia e consentimento verbal para a inclusão dos dados da biópsia no estudo foram obtidos.

Para a realização do procedimento, foram revisadas as imagens disponíveis de TC em todos os casos, além de cintilografia óssea, ressonância magnética (RM) e tomografia computadorizada por emissão de pósitrons (PET/CT), se disponíveis. Essas imagens foram analisadas por um radiologista que determinou o local mais propício de obtenção de material para análise histológica com acesso seguro, considerando as características da lesão, possíveis complicações e chance de coletar material suficiente. Previamente a todos os procedimentos, foram realizadas provas de coagulação, incluindo contagem de plaquetas, tempo de ativação da protrombina, razão normalizada internacional e tempo de ativação parcial da tromboplastina. Os casos de coagulopatia foram corrigidos antes do procedimento.

O posicionamento do paciente para a biópsia foi determinado com base na região da lesão alvo. O local selecionado foi confirmado por cortes de tomografia com espessura de 5,0 mm e um único corte abrangendo a lesão foi escolhido. O melhor acesso foi planejado e traçado da lesão alvo até a pele. A profundidade da lesão e o local de entrada na pele foram selecionados com base em marcador metálico previamente colocado sobre a pele do paciente (Figura 1).

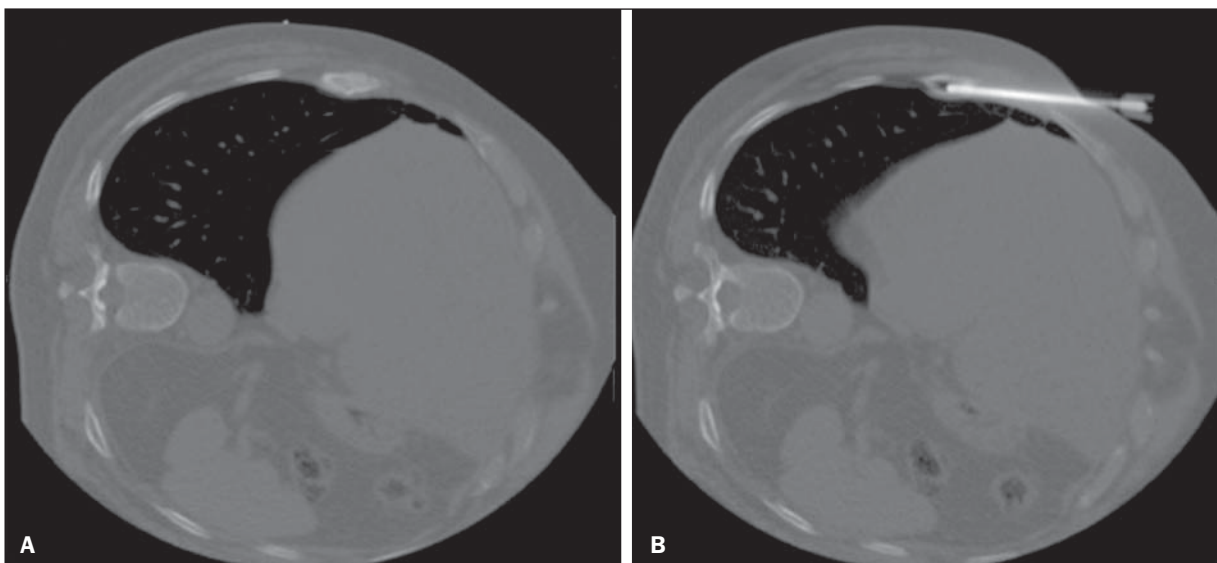


Figura 1. Biópsia óssea percutânea guiada por TC de lesão esclerótica na costela. Suspeita de metástase de adenocarcinoma prostático confirmada após análise histopatológica. **A:** Tomografia de planejamento com marcador metálico na pele. **B:** Agulha de biópsia posicionada no interior da lesão.

Todas as biópsias ósseas guiadas por TC foram realizadas sob anestesia geral. A pele e os tecidos moles adjacentes foram também localmente anestesiados com lidocaína ou ropivacaína, a fim de otimizar a analgesia pós-procedimento. As amostras foram obtidas com agulhas calibre de 8 a 10 *gauge* e encaminhadas ao departamento de anatomia patológica em frasco com formol. Todos os casos foram analisados por patologistas oncológicos. Nos casos em que o resultado histológico foi benigno ou indeterminado, foram pesquisadas informações sobre o seguimento desses pacientes após o período de pelo menos seis meses do procedimento.

Uma ficha de dados padrão foi preenchida para todos os pacientes incluídos no estudo, incluindo dados demográficos (gênero e idade), história de neoplasia maligna prévia, dados relacionados à lesão, ao procedimento e ao resultado histológico. Os dados da lesão avaliados foram osso envolvido, tamanho da lesão, aspecto na TC (lítica, esclerótica ou mista) e suspeita diagnóstica. Os dados relacionados ao procedimento foram agulha utilizada, presença de complicações e se outro método foi utilizado para orientar a biópsia (RM ou PET/CT). Em relação ao resultado histológico, foi avaliado se o material coletado foi suficiente para análise e o diagnóstico final. As lesões benignas foram acompanhadas para confirmação diagnóstica.

Todos os dados obtidos foram armazenados em um banco de dados para análise estatística utilizando o programa SPSS versão 20.0. Foi realizada análise descritiva para cálculo das frequências simples e relativas das variáveis estudadas. Para análise estatística foi utilizado o teste *t* de Student (ou não paramétrico de Mann-Whitney, conforme indicação) para comparação de variáveis escalares entre dois grupos. Em caso de três ou mais grupos, foi utilizado o teste de análise de variância (Anova) ou o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis. Para estudo das variáveis categóricas foram utilizadas tabelas 2 × 2 e 2 × 3, com avaliação da significância estatística pelo teste do qui-quadrado de Pearson com correção de Yates ou teste exato de Fisher, quando indicado. Foram considerados estatisticamente significantes os resultados que tiveram probabilidade de erro tipo I menor ou igual a 5% ($p \leq 0,05$).

RESULTADOS

Foram realizadas 186 biópsias ósseas guiadas por TC no período do estudo. A maioria dos pacientes era do sexo feminino (57%) e a idade média foi $53,0 \pm 16,4$ anos (variando de 3 a 83 anos).

Em 47 procedimentos (24,4%), a suspeita diagnóstica era de lesão óssea primária e em 139 (74,6%) a suspeita era de lesão secundária (metástase) de um tumor maligno primário de outro sítio conhecido, dentre os quais os mais comuns foram mama (32,1%) e próstata (11,8%).

Os ossos mais envolvidos, em ordem de frequência, foram: coluna vertebral (36,0%), ossos da bacia (32,8%), ossos longos (18,3%), esterno (4,8%), arcos costais (4,3%) e outros (3,7%). O tamanho médio da lesão foi $3,1 \pm 1,9$ cm,

variando de 0,6 a 9,8 cm. Em 18 casos (9,7%), a lesão não foi identificada pela TC, sendo a biópsia orientada pelos achados da RM em 8 casos (4,3%) e da PET/CT em 10 casos (5,4%). Nesses casos, as imagens da RM ou da PET/CT foram avaliadas lado a lado com as imagens da TC sem contraste realizada previamente ao procedimento para identificar a lesão ou área de interesse a ser biopsiada. Nos demais 168 casos (90,3%), a lesão foi identificada na TC, sendo caracterizada como lesão lítica em 49,4%, blástica ou esclerótica em 35,1% e mista em 15,5%.

Na maioria dos pacientes (83,1%), a biópsia foi realizada com agulha de 8 *gauge*. Agulha de 10 *gauge* foi utilizada em 16,9% dos procedimentos. Em apenas três casos (1,6%) houve complicações graves, incluindo uma fratura óssea, um paciente que apresentou parestesia com comprometimento funcional e um procedimento em que houve quebra da agulha necessitando remoção cirúrgica.

Em apenas três lesões (1,6%) a amostra recolhida foi considerada inadequada para o diagnóstico, incluindo duas lesões líticas na coluna vertebral e uma lesão lítica no fêmur. Em um desses casos não tivemos informação sobre o seguimento e nos dois outros casos não houve progressão da lesão durante o seguimento.

Dos 183 procedimentos com amostra adequada (98,4%), o diagnóstico patológico foi tecido ósseo normal/ausência de malignidade em 85 (45,7%), tumor ósseo primário benigno em 13 (7,0%), tumor ósseo primário maligno em 9 (4,8%) e metástase em 76 (40,9%).

Dos 85 pacientes cujo diagnóstico histológico do fragmento retirado na biópsia foi tecido ósseo normal/ausência de malignidade, foi feito acompanhamento de 64 (75,3%). Destes 64 pacientes, 6 (6,4%) foram submetidos a cirurgia aberta (4 confirmaram o diagnóstico e 2 foram caracterizados como tumores ósseos primários – histiocitose de células de Langerhans e linfoma não Hodgkin), 2 (3,1%) foram tratados como processo infeccioso (osteomielite), 49 (76,5%) não apresentaram alterações nos exames de seguimento, sendo as lesões consideradas como benignas, e 7 (10,9%) apresentaram progressão nos exames de seguimento, sendo as lesões consideradas como malignas.

Resultados malignos foram mais frequentes nos pacientes com suspeita de lesão secundária que tinham história de neoplasia maligna conhecida (Tabela 1), e nos procedimentos orientados pela PET/CT (Tabela 2). Não houve correlação entre o percentual de malignidade na biópsia e a localização, tamanho ou aspecto da lesão na TC.

DISCUSSÃO

Exames de imagem têm papel fundamental no rastreamento, detecção e descrição de lesões ósseas, além de permitir guiar biópsias percutâneas de lesões suspeitas de malignidade. A distribuição dos diferentes diagnósticos (metástases, tumores primários, doenças benignas e outros) varia bastante entre os estudos^(23–26). A principal indicação da biópsia é a investigação de doença metastática suspeita⁽²⁷⁾. Mesmo pacientes

Tabela 1—Resultados histopatológicos das biópsias ósseas guiadas por TC com material suficiente, de acordo com a suspeita diagnóstica ($n = 183$).

Resultado histológico	Suspeita diagnóstica	
	Lesão primária	Lesão secundária
Tecido ósseo normal/ausência de malignidade	28 (59,6%)	57 (41,0%)
Tumor primário benigno	10 (21,3%)	3 (2,2%)
Tumor primário maligno	3 (6,4%)	6 (4,3%)
Metástase	5 (10,6%)	71 (51,1%)
Total	46 (100%)	137 (100%)

 $p < 0,001$.**Tabela 2**—Resultados histopatológicos das biópsias ósseas guiadas por TC com material suficiente, de acordo com o método que orientou a biópsia ($n = 183$).

Resultado histológico	Método que orientou a biópsia		
	TC	RM	PET/CT
Tecido ósseo normal/ausência de malignidade	76 (46,1%)	8 (100%)	1 (10%)
Tumor primário benigno	13 (7,9%)	—	—
Tumor primário maligno	9 (5,4%)	—	—
Metástase	67 (40,6%)	—	9 (90%)
Total	165 (100%)	8 (100%)	10 (100%)

 $p = 0,011$.

com lesões suspeitas e história de neoplasia maligna primária, quando a chance de um diagnóstico diferente de metástase é baixa, a confirmação diagnóstica é necessária, pois influenciará a conduta e o prognóstico desses pacientes.

Os resultados do presente trabalho demonstraram que a biópsia percutânea de lesões ósseas guiadas por TC fornece elevado percentual de amostras suficientes para análise histológica, proporcionando o diagnóstico correto na grande maioria dos casos. As taxas de definição diagnóstica e acurácia descritas na literatura variam de 69% a 96%^(7,11–13,18–24,28–34). Existem diversas causas potenciais para o insucesso de biópsias guiadas por TC, incluindo falha em fazer uma biópsia da lesão alvo, falha em obter material suficiente, impossibilidade de obter um diagnóstico definitivo por características histológicas inespecíficas, presença de necrose ou artefatos, e a falta de confiança nos resultados, requerendo nova coleta de material. A falha em fazer uma biópsia da lesão alvo ou em obter material suficiente pode ser resultado de fatores técnicos como dificuldade no acesso da lesão. Essa falha é sugerida como a causa de menores taxas de sucesso nas biópsias de lesões na coluna vertebral^(12,21,29), lesões sem componente de partes moles^(12,18) e lesões escleróticas^(22,28). Wu et al.⁽²²⁾ demonstraram taxa de sucesso maior com maior número de fragmentos retirados e propuseram a obtenção de três fragmentos para lesões ósseas como número ideal.

Os radiologistas intervencionistas devem estabelecer critérios objetivos no momento da escolha do local da biópsia, visando uma melhor taxa de sucesso diagnóstico. Algumas estratégias básicas incluem estabelecer como alvo prin-

cipal a porção aparentemente mais agressiva da lesão, evitando áreas de necrose. A orientação por outros métodos de imagem também pode ser de grande utilidade, por exemplo, selecionar como alvo áreas de maior atividade metabólica nos estudos de PET/CT (Figura 2). Na nossa casuística, em quase todos os procedimentos orientados pelos resultados da PET/CT o resultado histológico foi maligno. Alguns autores já demonstraram que a biópsia de lesões ósseas e de outros órgãos orientada por PET/CT fornece um alto percentual de amostras adequadas e de resultados malignos^(35,36). Por outro lado, na nossa casuística, todas as lesões identificadas na RM que não apresentavam alterações correspondentes na TC tiveram resultado benigno na biópsia, sugerindo que se deve ter cautela ao indicar a biópsia nestes casos. Apesar da alta sensibilidade para o diagnóstico de metástases ósseas, a especificidade da RM é variável, podendo ser aumentada por meio de adequada avaliação das diversas sequências do exame, incluindo as imagens pós-contraste e as imagens em difusão⁽³⁷⁾.

A taxa de complicações obtida no presente trabalho foi baixa, compatível com os dados da literatura, corroborando o fato de que a biópsia óssea percutânea é um procedimento seguro. Rimondi et al. descreveram 22 complicações (1,1%) em 2.027 biópsias do sistema musculoesquelético guiadas por TC, sendo 18 casos de parestesia transitória de membros inferiores, 3 hematomas no músculo psoas e 1 hematoma retroperitoneal⁽³⁸⁾.

Em conclusão, a biópsia percutânea guiada por TC é um procedimento seguro e eficaz para o diagnóstico de lesões ósseas suspeitas, com menor morbidade e custo que a biópsia óssea aberta.

REFERÊNCIAS

- Chojniak R, Pinto PNV, Tyng CJ, et al. Computed tomography-guided transthoracic needle biopsy of pulmonary nodules. *Radiol Bras.* 2011;44:315–20.
- Chojniak R, Grigio HR, Bitencourt AGV, et al. Percutaneous computed tomography-guided core needle biopsy of soft tissue tumors: results and correlation with surgical specimen analysis. *Radiol Bras.* 2012;45:259–62.
- Ceratti S, Giannini P, Souza RAS, et al. Ultrasound-guided fine-needle aspiration of thyroid nodules: assessment of the ideal number of punctures. *Radiol Bras.* 2012;45:145–8.
- Guimarães MD, Fonte AC, Andrade MQ, et al. Computed tomography-guided core-needle biopsy of lung lesions: an oncology center experience. *Radiol Bras.* 2011;44:75–80.
- Queiroz HMC, Costa FA, Campos Jr MM, et al. Arterial embolization in the treatment of hemobilia after hepatic trauma: a case report. *Radiol Bras.* 2012;45:63–4.
- Novero ER, Metzger PB, Obregon J, et al. Endovascular treatment of thoracic aortic diseases: a single center result analysis. *Radiol Bras.* 2012;45:251–8.
- Altuntas AO, Slavin J, Smith PJ, et al. Accuracy of computed tomography guided core needle biopsy of musculoskeletal tumours. *ANZ J Surg.* 2005;75:187–91.
- Jelinek JS, Murphey MD, Welker JA, et al. Diagnosis of primary bone tumors with image-guided percutaneous biopsy: experience with 110 tumors. *Radiology.* 2002;223:731–7.
- Leffler SG, Chew FS. CT-guided percutaneous biopsy of sclerotic

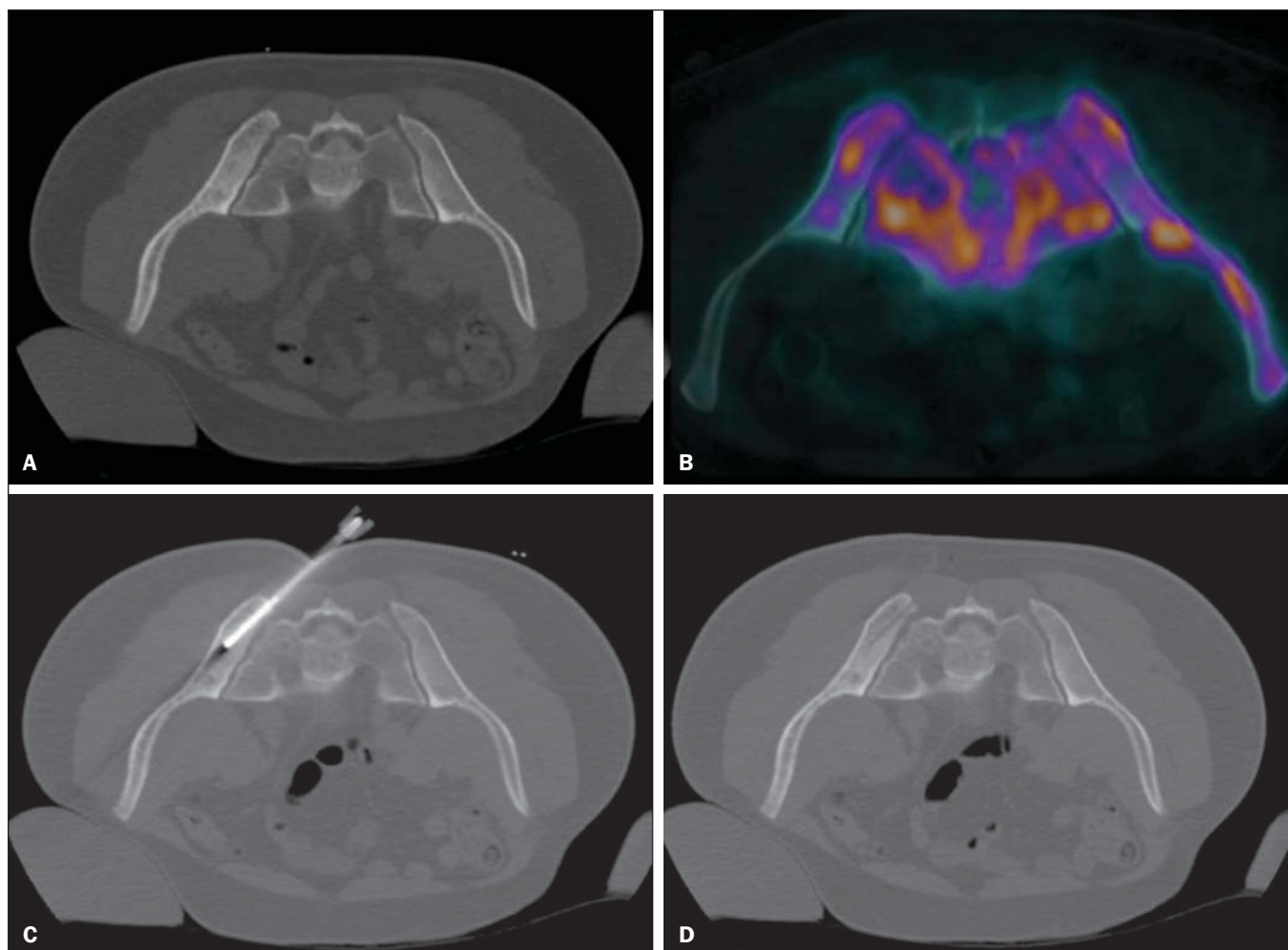


Figura 2. Biópsia óssea percutânea guiada por TC e orientada por PET/CT comprovou infiltração por linfoma não Hodgkin no íliaco. **A:** TC pélvica de planejamento com marcador metálico na pele demonstra alteração textural óssea discreta e difusa no íliaco esquerdo. **B:** PET/CT identifica áreas de maior atividade metabólica, permitindo escolha adequada da lesão alvo. **C:** Agulha posicionada na lesão alvo. **D:** Controle pós-biópsia sem complicações imediatas.

bone lesions: diagnostic yield and accuracy. *AJR Am J Roentgenol.* 1999;172:1389–92.

10. Ashford RU, McCarthy SW, Scolyer RA, et al. Surgical biopsy with intraoperative frozen section. An accurate and cost-effective method for diagnosis of musculoskeletal sarcomas. *J Bone Joint Surg Br.* 2006;88:1207–11.
11. Fraser-Hill MA, Renfrew DL, Hilsenrath PE. Percutaneous needle biopsy of musculoskeletal lesions. 2. Cost-effectiveness. *AJR Am J Roentgenol.* 1992;158:813–8.
12. Hau A, Kim I, Kattapuram S, et al. Accuracy of CT-guided biopsies in 359 patients with musculoskeletal lesions. *Skeletal Radiol.* 2002; 31:349–53.
13. Welker JA, Henshaw RM, Jelinek J, et al. The percutaneous needle biopsy is safe and recommended in the diagnosis of musculoskeletal masses. *Cancer.* 2000;89:2677–86.
14. Espinosa LA, Jamadar DA, Jacobson JA, et al. CT-guided biopsy of bone: a radiologist’s perspective. *AJR Am J Roentgenol.* 2008;190: W283–9.
15. deSantos LA, Lukeman JM, Wallace S, et al. Percutaneous needle biopsy of bone in the cancer patient. *AJR Am J Roentgenol.* 1978; 130:641–9.
16. Krause ND, Haddad ZK, Winalski CS, et al. Musculoskeletal biopsies using computed tomography fluoroscopy. *J Comput Assist Tomogr.* 2008;32:458–62.
17. Omura MC, Motamedi K, UyBico S, et al. Revisiting CT-guided percutaneous core needle biopsy of musculoskeletal lesions: contributors to biopsy success. *AJR Am J Roentgenol.* 2011;197:457–61.
18. Datir A, Pechon P, Saifuddin A. Imaging-guided percutaneous biopsy of pathologic fractures: a retrospective analysis of 129 cases. *AJR Am J Roentgenol.* 2009;193:504–8.
19. Harish S, Hughes RJ, Saifuddin A, et al. Image-guided percutaneous biopsy of intramedullary lytic bone lesions: utility of aspirated blood clots. *Eur Radiol.* 2006;16:2120–5.
20. Ng CS, Salisbury JR, Darby AJ, et al. Radiologically guided bone biopsy: results of 502 biopsies. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 1998; 21:122–8.
21. Puri A, Shingade VU, Agarwal MG, et al. CT-guided percutaneous core needle biopsy in deep seated musculoskeletal lesions: a prospective study of 128 cases. *Skeletal Radiol.* 2006;35:138–43.
22. Wu JS, Goldsmith JD, Horwich PJ, et al. Bone and soft-tissue lesions: what factors affect diagnostic yield of image-guided core-needle biopsy? *Radiology.* 2008;248:962–70.
23. Logan PM, Connell DG, O’Connell JX, et al. Image-guided percutaneous biopsy of musculoskeletal tumors: an algorithm for selection of specific biopsy techniques. *AJR Am J Roentgenol.* 1996;166: 137–41.
24. Yao L, Nelson SD, Seeger LL, et al. Primary musculoskeletal neoplasms: effectiveness of core-needle biopsy. *Radiology.* 1999;212: 682–6.
25. Wedin R, Bauer HC, Skoog L, et al. Cytological diagnosis of skel-

- etal lesions. Fine-needle aspiration biopsy in 110 tumours. *J Bone Joint Surg Br.* 2000;82:673–8.
26. Fraser-Hill MA, Renfrew DL. Percutaneous needle biopsy of musculoskeletal lesions. 1. Effective accuracy and diagnostic utility. *AJR Am J Roentgenol.* 1992;158:809–12.
 27. Vieilleard MH, Boutry N, Chastanet P, et al. Contribution of percutaneous biopsy to definite diagnosis in patients with suspected bone tumor. *Joint Bone Spine.* 2005;72:53–60.
 28. Ayala AG, Zornosa J. Primary bone tumors: percutaneous needle biopsy. Radiologic-pathologic study of 222 biopsies. *Radiology.* 1983;149:675–9.
 29. Dupuy DE, Rosenberg AE, Punyaratabandhu T, et al. Accuracy of CT-guided needle biopsy of musculoskeletal neoplasms. *AJR Am J Roentgenol.* 1998;171:759–62.
 30. Issakov J, Flusser G, Kollender Y, et al. Computed tomography-guided core needle biopsy for bone and soft tissue tumors. *Isr Med Assoc J.* 2003;5:28–30.
 31. Mitsuyoshi G, Naito N, Kawai A, et al. Accurate diagnosis of musculoskeletal lesions by core needle biopsy. *J Surg Oncol.* 2006;94:21–7.
 32. Skrzynski MC, Biermann JS, Montag A, et al. Diagnostic accuracy and charge-savings of outpatient core needle biopsy compared with open biopsy of musculoskeletal tumors. *J Bone Joint Surg Am.* 1996;78:644–9.
 33. Tsukushi S, Katagiri H, Nakashima H, et al. Application and utility of computed tomography-guided needle biopsy with musculoskeletal lesions. *J Orthop Sci.* 2004;9:122–5.
 34. Tsukushi S, Nishida Y, Yamada Y, et al. CT-guided needle biopsy for musculoskeletal lesions. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2009;130:699–703.
 35. Werner MK, Aschoff P, Reimold M, et al. FDG-PET/CT-guided biopsy of bone metastases sets a new course in patient management after extensive imaging and multiple futile biopsies. *Br J Radiol.* 2011;84:e65–7.
 36. Bitencourt AG, Tyng CJ, Pinto PN, et al. Percutaneous biopsy based on PET/CT findings in cancer patients: technique, indications, and results. *Clin Nucl Med.* 2012;37:e95–7.
 37. Vanel D. MRI of bone metastases: the choice of the sequence. *Cancer Imaging.* 2004;4:30–5.
 38. Rimondi E, Rossi G, Bartalena T, et al. Percutaneous CT-guided biopsy of the musculoskeletal system: results of 2027 cases. *Eur J Radiol.* 2011;77:34–42.