



FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA

**TRABALHO FINAL DO 6º ANO MÉDICO COM VISTA À ATRIBUIÇÃO DO
GRAU DE MESTRE NO ÂMBITO DO CICLO DE ESTUDOS DE MESTRADO
INTEGRADO EM MEDICINA**

NUNO CAETANO RIBEIRO DA SILVA MAGALHÃES

***ACUIDADE DIAGNÓSTICA DAS BIÓPSIAS
DIRIGIDAS POR TOMOGRAFIA
COMPUTORIZADA EM TUMORES MÚSCULO-
ESQUELÉTICOS***
ARTIGO CIENTÍFICO

ÁREA CIENTÍFICA DE ORTOPEDIA

**TRABALHO REALIZADO SOB A ORIENTAÇÃO DE:
PROFESSOR DOUTOR JOSÉ CASANOVA
PROFESSOR DOUTOR CASEIRO ALVES**

MARÇO/2011

Índice

Resumo -----	3
Abstract -----	5
1. Introdução -----	6
2. Material e métodos -----	6
3. Resultados -----	10
4. Discussão -----	14
5. Conclusão -----	16
Agradecimentos -----	16
Referências bibliográficas -----	17

Acuidade diagnóstica das biópsias dirigidas por Tomografia Computorizada em tumores músculo-esqueléticos

^aNuno C. Magalhães*, ^bJosé M. Casanova, ^cFilipe Caseiro-Alves, ^cFernando Alves,
^bAntónio Laranjo, ^cAlfredo Agostinho, ^dHelena Garcia

^aFaculdade de Medicina da Universidade de Coimbra, Portugal

^bUnidade de Tumores do Aparelho Locomotor, Hospitais da Universidade de Coimbra EPE, Portugal

^cServiço de Radiologia, Hospitais da Universidade de Coimbra EPE, Portugal

^dServiço de Anatomia Patológica, Hospitais da Universidade de Coimbra EPE, Portugal

*Endereço do autor:

E-mail: caetano_wtc@msn.com

RESUMO

Introdução: As biópsias dirigidas por Tomografia Computorizada de tumores músculo-esqueléticos podem ser feitas rapidamente, sob anestesia local, proporcionando apenas um ligeiro desconforto ao doente. Este procedimento tem um papel importante no diagnóstico e planeamento do tratamento de doentes com tumores músculo-esqueléticos. **Objectivos:** O objectivo do nosso estudo foi avaliar a acuidade diagnóstica da biópsia dirigida por Tomografia Computorizada de tumores músculo-esqueléticos relativamente à histologia e localização anatómica. **Metodologia:** Durante um período de 12 anos (Janeiro de 1998 a Dezembro de 2010) foram realizadas 1177 biópsias dirigidas por Tomografia Computorizada em doentes com lesões músculo-esqueléticas ósseas e de tecidos moles. Para avaliar a acuidade desse procedimento comparamos o diagnóstico da biópsia com o diagnóstico histológico final, obtido na peça de ressecção cirúrgica e no momento do tratamento definitivo da lesão. O número de biópsias necessárias ao diagnóstico definitivo também foi

considerado. **Resultados:** A biópsia por agulha dirigida por Tomografia Computorizada teve uma acuidade global de 85% (997/1177). Diagnóstico incorrecto foi encontrado em 4% (44/1177) e resultados inconclusivos (não diagnóstico ou amostras insuficiente) foram encontrados em 12% (136/1177) dos casos. As taxas de acuidade para as lesões benignas, malignas primárias e metástases foram de 86%, 83% e 96%, respectivamente. No membro inferior encontramos uma maior acuidade diagnóstica nas lesões de tecidos moles ($p=0,018$). Por outro lado, dentro do grupo das neoplasias de tecidos moles encontramos menor acuidade diagnóstica na escápula ($p=0,037$). Foi alcançada uma maior acuidade diagnóstica em lesões de tecidos moles quando comparada com as lesões ósseas. **Conclusões:** A biópsia dirigida por Tomografia Computorizada é um método seguro com alta acuidade no diagnóstico de lesões músculo-esqueléticas. A acuidade diagnóstica de 85% encontrada no nosso estudo demonstra a validade deste procedimento no diagnóstico de tumores ósseos e de tecidos moles.

Palavras-chave: Biópsia dirigida por Tomografia Computorizada; Tumores músculo-esqueléticos; Acuidade diagnóstica; Lesões ósseas; Lesões de tecidos moles.

ABSTRACT

Background: CT-guided biopsy of musculoskeletal tumors can be performed quickly, under local anesthesia and providing little discomfort to the patient. This procedure has an important role in the diagnosis and treatment planning of patients with musculoskeletal tumors.

Objectives: The purpose of our study was to assess the accuracy of CT-guided biopsy of musculoskeletal tumors with respect to anatomic site and histology. **Material e methods:**

During a 12-year period (January 1998 to December 2010), 1177 biopsies under CT-guidance were performed on patients with musculoskeletal bone and soft tissue lesions. To assess the accuracy of this procedure we compared the diagnosis at biopsy with the final histological diagnosis, obtained at surgery resection and at the time of definitive treatment of the lesion.

The number of biopsies needed for a definitive diagnosis was also considered. **Results:** CT-guided needle biopsy had an overall accuracy of 85% (997/1177). Mismatch diagnosis were found in 4% (44/1177) and inconclusive results (non diagnostic or insufficient specimens) were found in 12% (136/1177) of cases. Accuracy rates for benign lesions, primary malign and metastases were 86%, 83% and 96%, respectively. In the lower limb we found better diagnostic accuracy in soft tissue lesions ($p= 0,018$). On the other hand, inside the group of soft tissue neoplasms we found worst diagnostic accuracy on scapula ($p=0,037$). A better diagnostic accuracy was achieved in soft tissue lesions compared with bone lesions.

Conclusions: CT-guided biopsy is a safe method with high effectiveness in the diagnosis of musculoskeletal lesions. A diagnostic accuracy of 85% demonstrated the validity of this procedure in the diagnosis of bone and soft tissue tumors.

Keywords: CT-guided biopsy; musculoskeletal neoplasms; Diagnostic accuracy; Bone lesions; Soft tissue lesions.

1. Introdução

A biópsia tem sido descrita como o maior e mais importante instrumento no diagnóstico de lesões músculo-esqueléticas e, sendo bem planeada e executada, apresenta uma grande acuidade diagnóstica possibilitando uma melhor escolha do tratamento.¹ A biópsia cirúrgica foi, durante muito tempo, o procedimento padrão adotado na obtenção de amostras de tecido para o diagnóstico das lesões músculo-esqueléticas, sendo-lhe reportada uma elevada acuidade diagnóstica.² No entanto, a esta abordagem têm sido associadas complicações significativas, particularmente se realizada fora do centro de tratamento.^{3,4} Desta forma, cada vez mais centros especializados no tratamento de tumores músculo-esqueléticos têm vindo a defender a utilização de biópsias dirigidas por Tomografia Computorizada (TC).⁵⁻¹² A sua segurança e fiabilidade têm sido bem estabelecidas na literatura sendo um procedimento associado a uma alta taxa de acuidade diagnóstica e a uma baixa taxa de complicações.^{1,6-10,13-19}

As biópsias dirigidas por TC podem ser realizadas rapidamente, sob anestesia local, proporcionando apenas um ligeiro desconforto ao doente.^{7,16-18,20}

O nosso estudo apresenta a experiência a longo prazo de um centro de referência no tratamento de tumores músculo-esqueléticos, tendo como principal objectivo avaliar a acuidade diagnóstica da biópsia dirigida por TC de neoplasias músculo-esqueléticas relativamente à histologia e à localização anatómica.

2. Material e métodos

Estudo retrospectivo de 1177 biópsias dirigidas por TC, no contexto das lesões músculo-esqueléticas, realizadas nos Hospitais da Universidade de Coimbra, no período decorrido entre Janeiro de 1998 e Dezembro de 2010.

Os casos clínicos foram identificados através de pesquisa na base de dados informatizada do Serviço de Anatomia Patológica dos Hospitais da Universidade de Coimbra, tendo sido seleccionados os casos referentes aos pedidos gerados na consulta externa de tumores do aparelho locomotor. A consulta de primeiros casos funciona semanalmente e é realizada por dois especialistas com formação em ortopedia oncológica.

Seleccção de agulhas de biópsia

Nas biópsias de lesões de tecidos moles foram usadas agulhas Tru Cut 14G (figura 1). Nas lesões pequenas de tecidos moles e adjacentes a órgãos vitais ou plexos nervosos foram usadas agulhas 16G. Nas lesões ósseas foram usadas, na maioria dos casos, agulhas Ostycut 14G. Nos casos em que os achados imagiológicos indicavam uma lesão osteolítica e em que a amostra de tecido obtida com a agulha Ostycut foi considerada inadequada, inseriu-se a agulha Tru Cut no orifício feito pela agulha Ostycut, ou directamente, no sentido de obter o tecido necessário com segurança (figura 2).

Técnica

Todas as biópsias foram realizadas sob anestesia local na sala da TC sob condições assépticas. As lesões espinhais, para-espinhais, sagradas e as que estão ao nível da articulação sacro-ilíaca requereram uma posição de pronação, enquanto as outras foram realizadas na posição supina ou em outra posição adequada. A técnica de biópsia orientada por TC está bem documentada na literatura sendo seguido um procedimento padrão. Em todas as lesões espinhais foi usada uma abordagem póstero-lateral (figura 3). A maioria das lesões estavam localizadas a nível da região anterior do corpo vertebral e portanto uma abordagem póstero-lateral é tecnicamente fácil, quando comparada à realizada na região pedicular onde o tecido ósseo é mais denso. Baseado na suspeita pré-biópsia sugerida pelos achados clínicos e

radiológicos, foi perceptível que muitos casos poderiam ser tratados não cirurgicamente ou recorrendo a métodos intra-lesionais e, portanto, a excisão em bloco não era uma necessidade oncológica (figura 4). A agulha coaxial permitiu que fossem feitas repetidas biópsias mudando o comprimento da agulha ou alterando ligeiramente as angulações da cânula sem necessidade de reposicionamento ou exame de controlo. Quando usada a agulha Tru Cut foram necessárias repetidas imagens para confirmar a posição da agulha no sentido de obter múltiplos fragmentos.

Depois de obter os fragmentos adequados, estes eram enviados para análise histopatológica e o local de incisão era fechado com um penso. Imediatamente após cada procedimento foi realizada uma TC limitada para excluir eventuais complicações como pneumotórax ou hemorragia. Posteriormente os doentes ficavam em observação durante um período de uma hora e, na ausência de sinais ou sintomas de complicações, tinham alta.



Figura 1 – Agulha Tru Cut.



Figura 2 – Biópsia de lesão osteolítica com agulha Tru Cut.

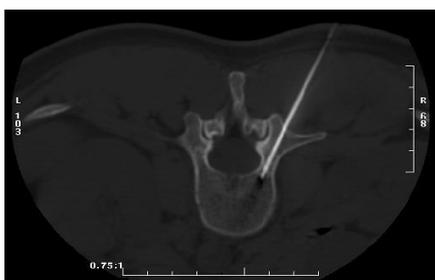


Figura 3 – Abordagem póstero-lateral de lesão no corpo vertebral com agulha Tru Cut.

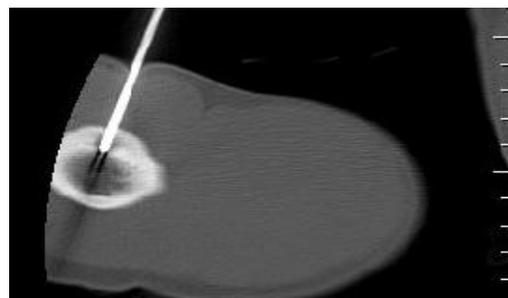


Figura 4 – Biópsia de lesão benigna (osteoma osteóide).

O diagnóstico final foi confirmado pela análise histológica da peça cirúrgica ressecada ou então, pela observação do curso clínico do doente e da sua resposta ao tratamento instituído, nos casos em que o resultado da biópsia não foi diagnóstico ou, tendo sido diagnóstico, não se optou pelo tratamento cirúrgico. Nos casos de suspeita de lesão tumoral, que depois não foi confirmada histologicamente, a observação dos doentes incluiu avaliação imagiológica sequencial ou a repetição da biópsia nos casos em que a clínica e imagiologia fossem muito suspeitas.

No estudo foram considerados como:

Não diagnóstico: todos os casos em que os resultados das biópsias não foram confirmados pelo diagnóstico final, sendo portanto designados por *Incorrecto*; a amostra considerada em quantidade insuficiente ou os resultados inconclusivos foram designados como *Inconclusivo*.

Diagnóstico: todos os casos em que o diagnóstico final confirmou o resultado das biópsias. De referir que o diagnóstico permaneceu o mesmo ao longo de todo o follow-up do doente, suportando a acuidade dos resultados.

A acuidade diagnóstica foi considerada como a capacidade da biópsia em aferir correctamente acerca do diagnóstico histológico da lesão.

Análise estatística

Os resultados foram comparados de acordo com o teste de Qui-quadrado e teste exacto de Fisher. A significância estatística foi considerada quando o valor de p foi inferior a 0,05. O suporte informático utilizado para a análise estatística foi o programa SPSS versão 19.0.

3. Resultados

Mil cento e setenta e sete biópsias dirigidas por TC foram realizadas no período decorrido entre Janeiro de 1998 e Dezembro de 2010. Dos 1177 procedimentos, 585 (49,7%) foram realizados no sexo feminino e 592 (50,3%) no sexo masculino. A idade mediana à data da realização da biópsia foi de 52 anos, sendo a idade mínima 10 e a máxima 92. Foram realizadas 920 (78%) biópsias dirigidas por TC em lesões ósseas e 257 (22%) em lesões de tecidos moles. Não houve complicações no decorrer desta técnica. A distribuição dos procedimentos de acordo com a localização anatômica está sumarizada na figura 5.

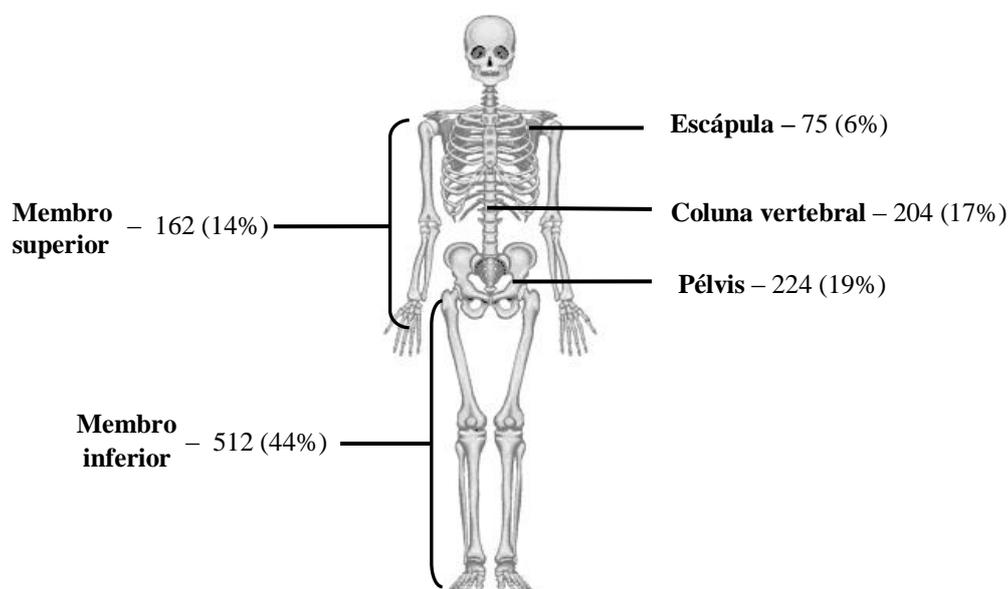


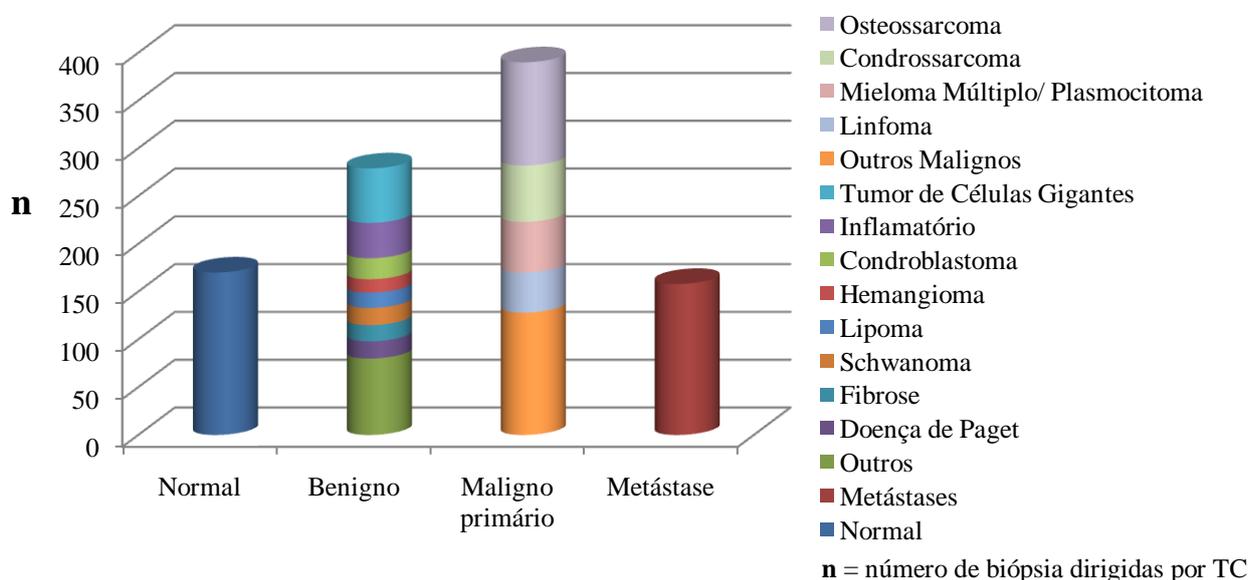
Figura 5 – Localização anatômica das lesões músculo-esqueléticas.

Os resultados das biópsias dirigidas por TC tendo em conta a sua localização anatômica, tipo de lesão e grupo de patologias são enumerados na tabela 1. Os grupos de patologias (normal, benigno, maligno primário e metástase) e as doenças mais frequentes dentro de cada grupo são relatados no gráfico 1.

Tabela 1- Resultados das biópsias dirigidas por TC tendo em conta a sua localização anatómica, tipo de lesão e grupo de patologias (n=1177 biópsias dirigidas por TC)

	Tipo de lesão	Diagnóstico				Não diagnóstico	
		Maligno primário	Metástase	Benigno	Normal	Inconclusivo	Incorrecto
Membro superior	<i>Ossos</i>	29	6	33	16	11	5
	<i>Tecidos moles</i>	21	7	21	9	4	0
Escápula	<i>Ossos</i>	23	3	5	13	8	2
	<i>Tecidos moles</i>	9	0	3	3	6	0
Coluna vertebral	<i>Ossos</i>	43	35	38	45	20	5
	<i>Tecidos moles</i>	11	3	2	0	2	0
Pélvis	<i>Ossos</i>	65	40	35	22	21	6
	<i>Tecidos moles</i>	10	13	7	2	2	1
Membro inferior	<i>Ossos</i>	133	40	90	53	54	21
	<i>Tecidos moles</i>	46	11	45	7	8	4
TOTAL		390	158	279	170	136	44

Gráfico 1 - Grupos de patologias e as doenças mais frequentes em cada grupo



De acordo com a tabela 1, a acuidade diagnóstica em lesões ósseas e de tecidos moles foi de 83% (767/920) e 89% (230/257), respectivamente.

A acuidade diagnóstica foi maior nas metástases (158/165 – 96%), seguida de tumores benignos (279/323 – 86%) e, por fim, dos tumores malignos primários (390/469 – 83%). As análises estatísticas da acuidade diagnóstica de acordo com a localização anatômica e tipo de lesão encontram-se descritas nas tabelas 2, 3 e 4.

Tabela 2 – Análise estatística da acuidade diagnóstica da biópsia dirigida por TC tendo em conta o tipo de lesão em cada localização anatômica (n=1177 biópsias dirigidas por TC)

	Tipo de lesão	Diagnóstico	Não diagnóstico	<i>p</i>
Membro superior	Osso	84 84%	16 16%	<i>n.s</i> (<i>p</i> =0.073)
	Tecidos moles	58 94%	4 6%	
Escápula	Osso	44 81%	10 19%	<i>n.s</i> (<i>p</i> =0.340)
	Tecidos moles	15 71%	6 29%	
Coluna vertebral	Osso	161 87%	25 13%	<i>n.s</i> (<i>p</i> =0.781)
	Tecidos moles	16 89%	2 11%	
Pélvis	Osso	162 86%	27 14%	<i>n.s</i> (<i>p</i> =0.588) Teste exacto de fisher
	Tecidos moles	32 91%	3 9%	
Membro inferior	Osso	316 81%	75 19%	<i>p</i> =0.018
	Tecidos moles	109 90%	12 10%	
TOTAL		997 85%	180 15%	

(%) - Valor da acuidade diagnóstica

Tabela 3 – Análise estatística da acuidade diagnóstica da biópsia dirigida por TC tendo em conta a localização anatómica (n=1177 biópsias dirigidas por TC)

	Diagnóstico	Não Diagnóstico	<i>p</i>
Membro superior	142 88%	20 12%	
Escápula	59 79%	16 21%	
Coluna vertebral	177 87%	27 13%	n.s (<i>p</i>=0.228)
Pélvis	194 87%	30 13%	
Membro inferior	425 83%	87 17%	

(%) – Valor da acuidade diagnóstica

Tabela 4 – Análise estatística da acuidade diagnóstica da biópsia dirigida por TC tendo em conta a localização anatómica em cada tipo de lesão (n=1177 biópsias dirigidas por TC)

Tipo de lesão	Localização anatómica	Diagnóstico	Não Diagnóstico	<i>p</i>
Ossos	Membro superior	84%	16%	n.s (<i>p</i>=0.390)
	Escápula	81%	19%	
	Coluna vertebral	87%	13%	
	Pélvis	86%	14%	
	Membro inferior	81%	19%	
Tecidos moles	Membro superior	94%	6%	<i>p</i>=0.037
	Escápula	71%	29%	
	Coluna vertebral + Pélvis	91%	9%	
	Membro inferior	90%	10%	

(%) - Valor da acuidade diagnóstica

Como descrito na tabela 2 e 4, a acuidade diagnóstica das biópsias dirigidas por TC no nosso estudo foi de 85% (997/1177). No membro inferior a acuidade é significativamente maior nas lesões dos tecidos moles quando comparada com as lesões ósseas (*p*=0.018). No

subgrupo que abrange todas as lesões de tecidos moles, a acuidade diagnóstica é significativamente menor na escápula ($p=0.037$).

De acordo com a tabela 3, a acuidade diagnóstica tendo em conta a localização anatómica foi de 88% no membro superior, 79% na escápula, 83% no membro inferior, 87% na coluna vertebral e 87% na pélvis. Não houve significância estatística quando comparadas as diferentes localizações anatómicas.

4. Discussão

A biópsia dirigida por TC é um método eficaz assegurando, por um lado, um trajecto seguro, que evita lesões de órgãos vitais e de feixes neuro-vasculares e, por outro, confirmando o posicionamento adequado da agulha no local pretendido.²¹ Nos anos 1970s a TC, inicialmente usada apenas no planeamento pré-biópsia, começou a ser usada para dirigir a realização da biópsia em programas oncológicos.^{5,10,13,17,22} Desde então, a biópsia dirigida por TC tem vindo a ganhar popularidade e actualmente é amplamente aceite como uma ferramenta importante no diagnóstico em muitos centros oncológicos.^{3,8-11,16}

A experiência clínica, o desenvolvimento das técnicas e agulhas de biópsia, o avanço da imagiologia radiológica e a melhoria das capacidades diagnósticas cito-histológicas têm contribuído significativamente para o avanço desta abordagem nas lesões músculo-esqueléticas.^{5,18,23}

No nosso Centro, num período de doze anos, foram realizadas 1177 biópsias dirigidas por TC de lesões músculo-esqueléticas. A acuidade diagnóstica global foi de 85%, encontrando-se no intervalo de valores descrito na literatura que varia entre os 68% e os 97%.^{1,6,11,24-28} Uma das explicações prováveis para não termos obtido os valores tão elevados não diz respeito ao tamanho da nossa amostra, que é significativa para obtenção de diagnóstico, mas sim ao facto de não dispormos de micrótomo de congelação o que facilitaria

a avaliação imediata da amostra e eventual repetição durante a permanência do doente nas instalações. De salientar também que determinados estudos aferem da acuidade diagnóstica no que respeita apenas à distinção entre lesão benigna e maligna e não concretamente ao seu tipo histológico.^{27,28} Desta forma, nestes casos, é de esperar uma acuidade diagnóstica mais alta, o que certamente ocorreria no nosso estudo caso tivéssemos optado por estes critérios. No que respeita às lesões ósseas, a acuidade diagnóstica foi de 83% enquanto nas lesões de tecidos moles foi de 89%. A maior acuidade diagnóstica encontrada nos tecidos moles deve-se provavelmente ao facto destas lesões terem uma estrutura mais uniforme e, por outro lado, não requererem a penetração do córtex. Desta forma, é facilitada a obtenção de mais amostras comparativamente às lesões ósseas. De referir ainda que, mesmo para patologistas experientes, alguns tumores ósseos são difíceis de diagnosticar mesmo tendo uma grande amostra de tecido.²⁹

Segundo vários autores, o diagnóstico de metástase recorrendo a biópsia dirigida por TC apresenta valores altos de acuidade diagnóstica variando entre os 90% e os 100%.^{1,21} No nosso estudo, a acuidade diagnóstica das metástases quando comparada com a dos tumores benignos ou dos malignos primários é a mais alta (96%).

No membro inferior a acuidade diagnóstica é significativamente maior nas lesões dos tecidos moles quando comparada com as lesões ósseas ($p=0.018$). O facto das lesões de tecidos moles localizadas ao membro inferior geralmente se apresentarem, no momento da biópsia, com maiores dimensões pode justificar a maior acuidade nesta localização devido à maior facilidade na obtenção da amostra.

No subgrupo que abrange todas as lesões de tecidos moles, a acuidade diagnóstica é significativamente menor na escápula ($p=0.037$). As lesões de tecidos moles localizadas na escápula são normalmente muito pequenas dificultando a obtenção de uma amostra suficiente de tecido para analisar, o que se reflecte numa menor taxa de acuidade diagnóstica.

5. Conclusão

A biópsia dirigida por TC é um procedimento seguro, considerada uma ferramenta essencial na avaliação de lesões músculo-esqueléticas. Durante o período em que decorreu o nosso estudo não houve complicações associadas à realização desta técnica. No nosso estudo obtivemos uma acuidade diagnóstica global de 85%, o que demonstra a validade desta técnica neste contexto. A acuidade diagnóstica das metástases quando comparada com a dos tumores benignos ou dos malignos primários é a mais alta (96%). No membro inferior a acuidade diagnóstica é significativamente maior nas lesões de tecidos moles quando comparadas com as lesões ósseas. Por outro lado, no subgrupo que abrange todas as lesões de tecidos moles, a acuidade diagnóstica é significativamente menor na escápula. Globalmente a acuidade diagnóstica é maior nas lesões de tecidos moles (89%) do que nas lesões ósseas (83%).

Agradecimentos

Agradeço ao Professor Doutor José Casanova, ao Professor Doutor Filipe Caseiro Alves, ao Dr. Fernando Alves, ao Dr. António Laranjo, ao Dr. Alfredo Agostinho, ao Dr. João Casalta e ao Serviço de Anatomia Patológica dos Hospitais da Universidade de Coimbra na pessoa da Dr.^a Helena Garcia.

Referências bibliográficas

1. Hau A, Kim I, Kattapuram S, Hornicek FJ, Rosenberg AE, Gebhardt MC, et al. Accuracy of CT-guided biopsies in 359 patients with musculoskeletal lesions. *Skeletal Radiol* 2002;31:349-53
2. Den-Heeten GJ, Oldhoff J, Oosterhuis JW, Schraffordt KH. Biopsy of bone tumours. *J Surg Oncol* 1985;28:247-51
3. Mankin HJ, Lange TA, Spanier SS. The hazards of biopsy in patients with malignant primary bone and soft tissue tumors. *J Bone Joint Surg Am* 1982;64:1121-7
4. Mankin HJ, Mankin CJ, Simon MA. The hazards of the biopsy, revisited. Members of the Musculoskeletal Tumor Society. *J Bone Joint Surg Am* 1996;78:656-63
5. Hardy DC, Murphy WA, Gilula LA. Computed tomography in planning percutaneous bone biopsy. *Radiology* 1980;134:447-50
6. Logan PM, Connell DG, O'Connell JX, Munk PL, Janzen DL. Image-guided percutaneous biopsy of musculoskeletal tumors: an algorithm for selection of specific biopsy techniques. *AJR Am J Roentgenol* 1996;166:137-41
7. 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
8. Barth RJ Jr, Merino MJ, Solomon D, Yang JC, Baker AR. A prospective study of the value of core needle biopsy and fine needle aspiration in the diagnosis of soft tissue masses. *Surgery* 1992;112:536-43
9. Bickels J, Jelinek JS, Schmookler BM, Neff RS, Malawer MM. Biopsy of musculoskeletal tumors. Current concepts. *Clin Orthop Relat Res* 1999;368:212-9

10. Dupuy DE, Rosenberg AE, Punyaratabandhu T, Tan MH, Mankin HJ. Accuracy of CT-guided needle biopsy of musculoskeletal neoplasms. *AJR Am J Roentgenol* 1998;171:759-62
11. Leffler SG, Chew FS. CT-guided percutaneous biopsy of sclerotic bone lesions: diagnostic yield and accuracy. *AJR Am J Roentgenol* 1999;172:1389-92
12. Tikkakoski T, Lahde S, Puranen J, Apaja-Sarkkinen M. Combined CT-guided biopsy and cytology in diagnosis of bone lesions. *Acta Radiol* 1992;33:225-9
13. deSantos LA, Murray JA, Ayala AG. The value of percutaneous needle biopsy in the management of primary bone tumors. *Cancer* 1979;43:735-44
14. Krause ND, Haddad ZK, Winalski CS, Ready JE, Nawfel RD, Carrino JA. Musculoskeletal biopsies using computed tomography fluoroscopy. *J Comput Assist Tomogr* 2008;32:458-62
15. Puri A, Shingade VU, Agarwal MG, Anchan C, Juvekar S, Desai S, 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
16. Simon MA. Biopsy of musculoskeletal tumors. *J Bone Joint Surg Am* 1982;64:1253-7
17. Murphy WA, Destouet JM, Gilula LA. Percutaneous skeletal biopsy 1981: a procedure for radiologists – results, review, and recommendations. *Radiology* 1981;139:545-9
18. Moore TM, Meyers MH, Patzakis MJ, Terry R, Harvey JP Jr. Closed biopsy of musculoskeletal lesions. *J Bone Joint Surg Am* 1979;61:375-80
19. Welker JA, Henshaw RM, Jelinek J, Schmookler BM, Malawer MM. The percutaneous needle biopsy is safe and recommended in the diagnosis of musculoskeletal masses. *Cancer* 2000;89:2677-86
20. Guimarães AC, Chapchap P, de Camargo B, Chojniak R. Computed tomography-guided needle biopsies in pediatric oncology. *J Pediatr Surg* 2003;38:1066-8

21. Tsukushi S, Nishida Y, Yamada Y, Yoshida M, Ishiguro N. CT-guided needle biopsy for musculoskeletal lesions. *Arch Orthop Trauma Surg* 2010;130:699-703
22. Ferrucci JT Jr, Wittenberg J. CT biopsy of abdominal tumors: aids for lesion localization. *Radiology* 1978;129:739-44
23. Hadju SI, Melamed MR. Needle biopsy of primary malignant bone tumors. *Surg Gynecol Obstet* 1971;133:829-32
24. Bommer KK, Ramzy I, Mody D. Fine-needle aspiration biopsy in the diagnosis and management of bone lesions: a study of 450 cases. *Cancer* 1997;81:148-56
25. Kattapuram SV, Rosenthal DI. Percutaneous biopsy of skeletal lesions. *AJR Am J Roentgenol* 1991;157:935-42
26. Khuu H, Moore D, Young S, Jaffe KA, Siegal GP. Examination of tumor and tumor-like conditions of bone. *Ann Diagn Pathol* 1999;3:364-9
27. Altuntas AO, Slavin J, Smith PJ, Schlict SM, Powel GJ, Ngan S, et al. Accuracy of computed tomography guided core needle biopsy of musculoskeletal tumours. *ANZ J Surg* 2005;75:187-91
28. Issakov J, Flusser G, Kollender Y, Merimsky O, Lifschitz-Mercer B, Meller I. Computed tomography-guided core needle biopsy for bone and soft tissue tumors. *Isr Med Assoc J* 2003;5:28-30
29. McCarthy EF. CT-guided needle biopsies of bone and soft tissue tumors: a pathologist's perspective

