

Desempenho diagnóstico da ressonância magnética na avaliação de reações periosteais em sarcomas ósseos utilizando a radiografia convencional como padrão de referência

Diagnostic performance of magnetic resonance imaging in the assessment of periosteal reactions in bone sarcomas using conventional radiography as the reference

José Luiz de Sá Neto¹, Marcelo Novelino Simão², Michel Daoud Crema³, Edgard Eduard Engel⁴, Marcello Henrique Nogueira-Barbosa⁵

Sá Neto JL, Simão MN, Crema MD, Engel EE, Nogueira-Barbosa MH. Desempenho diagnóstico da ressonância magnética na avaliação de reações periosteais em sarcomas ósseos utilizando a radiografia convencional como padrão de referência. Radiol Bras. 2017 Mai/Jun;50(3):176-181.

Resumo **Objetivo:** Avaliar o desempenho da ressonância magnética (RM) na detecção de reação periosteal e comparar a classificação de presença ou ausência de reações periosteais entre a RM e a radiografia convencional (RC).

Materiais e Métodos: Estudo retrospectivo incluindo 42 pacientes consecutivos (idade média, 22 anos; 20 homens) com diagnóstico confirmado de osteossarcoma ou sarcoma de Ewing, tendo exames de RM e RC adquiridos pré-tratamento. Três radiologistas avaliaram às cegas a presença ou ausência de reação periosteal e de cada subtipo de reação periosteal nas imagens de RC e RM: triângulo de Codman, multilamelada e espiculada. A RC foi usada como padrão de referência para cálculo do desempenho diagnóstico. Foi utilizado o coeficiente kappa para reprodutibilidade interobservador. Adicionalmente, foi realizado teste exato de Fisher bicaudal para avaliar se houve diferença significativa entre as leituras da RC e RM.

Resultados: A RM mostrou alta especificidade, alto valor preditivo negativo e baixa sensibilidade na detecção de reação periosteal. A concordância interobservador para a reação periosteal foi quase perfeita para a RC e RM. A concordância interobservador para a classificação dos diferentes subtipos de reação periosteal foi maior para o subtipo triângulo de Codman e menor para o subtipo espiculada. Não houve diferença na detecção por RM e RC ($p < 0,05$).

Conclusão: Não houve diferença significativa entre as classificações da presença ou ausência de reações periosteais entre os métodos RC e RM. A RM apresentou alta especificidade e concordância interobservador quase perfeita para a detecção de reação periosteal. A concordância interobservador para os diferentes subtipos de reação periosteal foi variável.

Unitermos: Periosteio; Osteossarcoma; Sarcoma de Ewing; Ressonância magnética; Radiografia convencional; Reprodutibilidade.

Abstract **Objective:** To evaluate the performance of magnetic resonance imaging (MRI) in detecting periosteal reactions and to compare MRI and conventional radiography (CR) in terms of the classification of periosteal reactions.

Materials and Methods: Retrospective study of 42 consecutive patients (mean age, 22 years; 20 men) with a confirmed diagnosis of osteosarcoma or Ewing's sarcoma, MRI and CR images having been acquired pretreatment. Three blinded radiologists detected periosteal reactions and evaluated each periosteal reaction subtype in CR and MRI images: Codman's triangle; laminated; and spiculated. The CR was used as a benchmark to calculate the diagnostic performance. We used the kappa coefficient to assess interobserver reproducibility. A two-tailed Fisher's exact test was used in order to assess contingency between CR and MRI classifications.

Results: In the detection of periosteal reactions, MRI showed high specificity, a high negative predictive value, and low-to-moderate sensitivity. For CR and for MRI, the interobserver agreement for periosteal reaction was almost perfect, whereas, for the classification of different subtypes of periosteal reaction, it was higher for the Codman's triangle subtype and lower for the spiculated subtype. There was no significant difference between MRI and CR in terms of the classifications ($p < 0.05$).

Conclusion: We found no difference between MRI and CR in terms of their ability to classify periosteal reactions. MRI showed high specificity and almost perfect interobserver agreement for the detection of periosteal reactions. The interobserver agreement was variable for the different subtypes of periosteal reaction.

Keywords: Periosteum; Osteosarcoma; Sarcoma, Ewing; Magnetic resonance imaging; Radiography; Reproducibility of results.

Trabalho realizado no Centro de Ciências das Imagens e Física Médica (CCIFM) da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FMRP-USP), Ribeirão Preto, SP, Brasil.

1. Mestre, Assistente do Departamento de Radiologia e Diagnóstico por Imagem do Hospital e Maternidade Celso PIERRO da Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas), Campinas, SP, Brasil.

2. Doutor, Médico Radiologista do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (HCFMRP-USP), Ribeirão Preto, SP, Brasil.

3. Médico Radiologista, Setor de Radiologia Musculoesquelética, Hôpital Saint-Antoine, Université Paris IV, Paris, França.

4. Doutor, Professor do Departamento de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FMRP-USP), Ribeirão Preto, SP, Brasil.

5. Livre-docente, Professor Associado de Radiologia e Diagnóstico por Imagem da Divisão de Radiologia do Departamento de Clínica Médica da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FMRP-USP), Ribeirão Preto, SP, Brasil.

Endereço para correspondência: Dr. José Luiz de Sá Neto, Avenida Brasil, 884, Guanabara, Campinas, SP, Brasil, 13073-012. E-mail: jlsaneto@gmail.com.

Recebido para publicação em 29/8/2015. Aceito, após revisão, em 8/5/2016

INTRODUÇÃO

A radiologia convencional (RC) é a base para a abordagem primária de doenças ósseas e osteoarticulares, proporcionando a análise básica do comportamento biológico das lesões ósseas focais. A identificação e a caracterização de possíveis reações periosteais faz parte da avaliação do comportamento biológico e do grau de agressividade das lesões ósseas. É comum classificar as reações periosteais em subtipos clássicos, e a identificação de cada um desses subtipos pode eventualmente ajudar a sugerir o diagnóstico de uma doença ou de um tumor específico^(1,2). Em geral, processos biológicos com evolução rápida ou de atividade intensa resultam em formas agressivas de reação periosteal, e os processos de crescimento indolente cursam com padrões não agressivos de reação periosteal⁽¹⁻⁶⁾.

Alguns padrões de reação periosteal, como a reação periosteal sólida, por exemplo, são fortemente sugestivos de lesões não agressivas e de crescimento lento, enquanto a reação periosteal multilamelar sugere processos de agressividade intermediária⁽⁷⁾. Por outro lado, reações periosteais interrompidas, espiculadas ou complexas sugerem lesões ósseas agressivas ou de crescimento rápido, com pior prognóstico⁽⁷⁾. Na prática pode, no entanto, existir sobreposição dos padrões de reação periosteal detectados nos exames de imagem de lesões benignas e malignas, e a classificação das reações do periosteio, isoladamente, não é suficiente para definir a natureza ou a agressividade da lesão óssea⁽³⁾.

Mesmo sendo considerada a melhor técnica para o estadiamento local das lesões neoplásicas musculoesqueléticas⁽⁵⁻¹²⁾, a ressonância magnética (RM) é relativamente pouco utilizada no diagnóstico primário dos tumores ósseos, e possivelmente sua capacidade de avaliação das reações periosteais seja subestimada. A avaliação das reações periosteais por meio de imagens de RM tem sido pouco enfatizada na literatura médica. Dois trabalhos de revisão a respeito das reações periosteais relativamente recentes e dedicados à formação de residentes de radiologia médica não abordam de forma significativa as características das reações periosteais em imagens de RM^(1,2). Apesar disso, a RM pode demonstrar os padrões de reação periosteal, vistos como linhas de baixo sinal em todas as sequências de pulsos^(3,8).

Existem poucas publicações dedicadas à comparação entre a RC e a RM na avaliação das reações periosteais, e estas publicações se basearam na avaliação de imagens de RM de baixa resolução espacial^(13,14). Além disto, não encontramos estudos dedicados especificamente a avaliar a reprodutibilidade dos métodos de imagem na identificação e reprodutibilidade da classificação dos subtipos das reações periosteais. Em razão da atual importância das imagens de RM no estudo dos tumores musculoesqueléticos, parece haver uma lacuna na literatura internacional.

O objetivo primário de nosso estudo foi avaliar o desempenho diagnóstico da RM na detecção de reações periosteais utilizando a RC como padrão de referência. Como objetivo

secundário, nosso estudo almejou avaliar a concordância interobservador da RM e da RC na detecção de reações periosteais.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética de Pesquisa com Seres Humanos da instituição (1269/2009). Os bancos de dados onde estão disponibilizados os relatórios radiológicos e histopatológicos foram revistos e deles foram identificados os pacientes com diagnóstico de osteossarcoma e sarcoma de Ewing acompanhados em nossa instituição. Os critérios de inclusão no estudo foram: 1) neoplasia óssea maligna primária originada de osso longo; 2) confirmação histopatológica; 3) imagens de RM 1,5 T e RC realizadas antes do tratamento e disponíveis; 4) intervalo máximo de uma semana entre a realização dos dois estudos: RC e RM.

De 2000 a 2014, 42 casos preencheram os critérios de inclusão, sendo 8 deles sarcomas de Ewing e 34 osteossarcomas. A média de idade dos pacientes incluídos foi 22 anos, sendo 20 pacientes do sexo masculino e 22 do sexo feminino.

Três radiologistas musculoesqueléticos classificaram, retrospectivamente, a presença ou a ausência de reação periosteal, sendo o estudo realizado de forma às cegas e independente. Os radiologistas também classificaram, para cada caso, a presença ou a ausência de cada um dos três principais subtipos de reações periosteais agressivas encontradas na RC e na RM: espiculada (Figura 1), multilamelada (Figura 2) e triângulo de Codman (Figura 3). As leituras das imagens de RM e RC pelo mesmo radiologista foram realizadas com um intervalo de pelo menos três meses entre elas. Para efeito da classificação dos subtipos de reação periosteal agressiva, foi considerado que o mesmo caso poderia apresentar mais do que um dos subtipos de reação periosteal avaliados. Usamos as leituras dos três radiologistas para avaliar a concordância interobservador por meio da estatística kappa (κ), tanto para a classificação de reação periosteal em geral quanto para cada subtipo específico de reação periosteal. A interpretação dos valores de κ obtidos foi baseada no seguinte padrão: $\kappa < 0$, indica que não houve concordância; $0 \leq \kappa \leq 0,20$, discreta concordância; $0,21 \leq \kappa \leq 0,40$, concordância razoável; $0,41 \leq \kappa \leq 0,60$, concordância moderada; $0,61 \leq \kappa \leq 0,80$, concordância substancial; $0,81 \leq \kappa \leq 1$, concordância quase perfeita⁽¹⁵⁾.

Foram usadas leituras consensuais para calcular o desempenho diagnóstico da RM na detecção de reação periosteal e na detecção de cada subtipo de reação periosteal agressiva. As classificações consensuais da RC e da RM foram obtidas com base nas classificações iniciais dos três radiologistas. Quando houve concordância entre as três leituras, a classificação consensual correspondeu à classificação dos três radiologistas. Como as classificações de reação periosteal e dos subtipos específicos de reação periosteal foram obtidas na forma “presença” ou “ausência”, nos casos em que houve alguma discordância a classificação final (consensual) foi a classificação dos dois radiologistas que estavam de acordo,



Figura 1. Osteossarcoma do fêmur distal apresentando reação periosteal espiculada (setas), bem demonstrada na radiografia convencional (A) e na ressonância magnética (B).

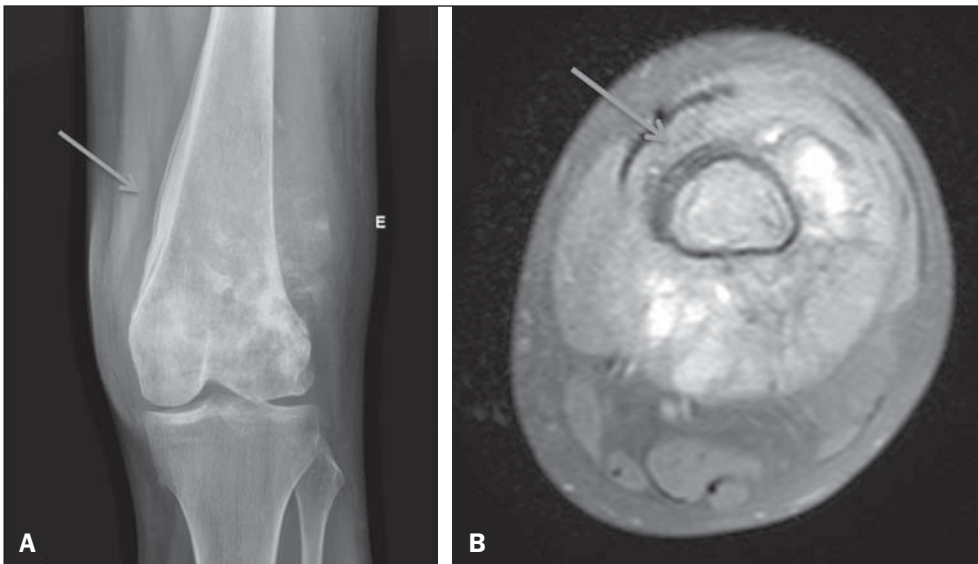


Figura 2. Osteossarcoma do fêmur com extensão para partes moles. Subtipo de reação periosteal com padrão multilamelar identificado na radiografia convencional (seta em A). A reação multilamelar não foi identificada por dois dos observadores, mas é possível observá-la, retrospectivamente, também no estudo por ressonância magnética (seta em B).



Figura 3. Triângulo de Codman identificado pelos observadores apenas na imagem de ressonância magnética (seta em B). A avaliação retrospectiva mostra um esboço de reação periosteal interrompida também na radiografia convencional (seta em A).

ou seja, prevaleceu a classificação da maioria, dois contra um. A classificação consensual das RCs foi obtida de forma análoga à classificação consensual das RMs e serviu como padrão de referência para os cálculos de desempenho diagnóstico.

Foi realizado teste exato de Fisher bicaudal com significância estatística $\alpha < 0,05$ para avaliar se houve diferença estatisticamente significativa entre as leituras consensuais da RC e da RM.

RESULTADOS

Os resultados referentes à concordância interobservador para a análise por RC e RM são apresentados na Tabela 1 e Tabela 2, respectivamente. De modo geral, a concordância interobservador da detecção de reação periosteal foi quase perfeita para a análise das RCs e substancial a quase perfeita para a análise das imagens de RM.

As Tabelas 3 e 4 mostram, respectivamente, os resultados e o desempenho diagnóstico da RM tendo a RC como padrão de referência. A RM mostrou alta especificidade e alto valor preditivo negativo na detecção de reações perios-

teais. O valor médio de sensibilidade e o valor preditivo positivo da RM foram moderados. Para os padrões específicos de reação periosteal agressiva, a RM apresentou, em geral, sensibilidade substancial e especificidade moderada.

A avaliação por meio do teste exato de Fisher não mostrou diferenças estatísticas entre as classificações da RC e RM, para classificação de presença ou ausência de reação periosteal ($p = 0,033$), para presença ou ausência do triângulo de Codman ($p = 0,006$), para presença ou ausência de reação periosteal multilamelada ($p = 0,046$) e para presença ou ausência de reação periosteal espiculada ($p = 0,038$).

DISCUSSÃO

A avaliação do sistema musculoesquelético por métodos de imagem tem sido motivo de uma série de publicações recentes na literatura radiológica nacional⁽¹⁶⁻²³⁾.

A abordagem semiológica para a análise de lesões ósseas inclui a avaliação da presença ou ausência de reação periosteal e a classificação de seus subtipos. Em geral, a identificação do subtipo de reação periosteal pode auxiliar o radiologista a caracterizar lesões ósseas como mais agressivas ou

Tabela 1—Concordância interobservador da avaliação da presença de reação periosteal e dos subtipos específicos de reação periosteal nas imagens de radiografia convencional, com os valores médios obtidos para o coeficiente kappa e intervalos de confiança 95%.

Característica	Concordância interobservador – Radiografia convencional					
	Observadores 1 e 2		Observadores 1 e 3		Observadores 2 e 3	
	Kappa	IC 95%	Kappa	IC 95%	Kappa	IC 95%
Reação periosteal	1		0,88	0,72–1,0	0,88	0,72–1,0
Triângulo de Codman	0,51	0,15–0,87	0,88	0,65–1,0	0,42	0,08–0,77
Multilamelada	0,33	0,0–0,84	0,26	0,0–0,89	0,67	0,25–1,0
Espiculada	0,16	0,0–0,53	0,2	0,0–0,6	0,86	0,61–1,0

IC 95%, intervalo de confiança 95%.

Tabela 2—Concordância interobservador da avaliação da presença de reação periosteal e dos subtipos específicos de reação periosteal nas imagens de ressonância magnética, com os valores médios obtidos para o coeficiente kappa e intervalos de confiança 95%.

Característica	Concordância interobservador – Ressonância magnética					
	Observadores 1 e 2		Observadores 1 e 3		Observadores 2 e 3	
	Kappa	IC 95%	Kappa	IC 95%	Kappa	IC 95%
Reação periosteal	0,88	0,72–1,0	0,76	0,54–0,98	0,64	0,0–1,0
Triângulo de Codman	0,54	0,14–0,93	0,76	0,45–1,0	0,54	0,14–0,93
Multilamelada	0,76	0,54–0,98	0,76	0,54–0,98	0,43	0,0–1,0
Espiculada	0,17	0,0–0,58	0,39	0,0–0,91	0,55	0,16–0,93

IC 95%, intervalo de confiança 95%.

Tabela 3—Resultados da ressonância magnética na detecção de reação periosteal em geral e dos subtipos de reação periosteal utilizando a radiografia convencional como padrão de referência.

Característica	VP	FP	FN	VN
Reação periosteal	36	1	3	2
Triângulo de Codman	5	4	3	30
Multilamelada	4	2	8	28
Espiculada	5	6	4	27

VP, verdadeiro-positivo; FP, falso-positivo; FN, falso-negativo; VN, verdadeiro-negativo.

Tabela 4—Desempenho diagnóstico da ressonância magnética na detecção de reações periosteais e na detecção dos subtipos das reações periosteais agressivas, usando a avaliação da radiografia convencional como padrão de referência.

Característica	VPP	VPN	Sens. (IC 95%)	Espec. (IC 95%)
Reação periosteal	0,66	0,92	0,4 (0,05–0,85)	0,97 (0,85–0,99)
Triângulo de Codman	0,91	0,55	0,88 (0,72–0,96)	0,62 (0,25–0,91)
Multilamelada	0,93	0,33	0,78 (0,6–0,9)	0,66 (0,22–0,95)
Espiculada	0,81	0,55	0,87 (0,7–0,96)	0,45 (0,16–0,76)

VPP, valor preditivo positivo; VPN, valor preditivo negativo; Sens., sensibilidade; Espec., especificidade; IC 95%, intervalo de confiança 95%.

mais indolentes. O osteossarcoma e o sarcoma de Ewing são dois dos tumores malignos ósseos primários mais comuns, ocorrendo predominantemente em pacientes jovens, e podem se associar com vários padrões de reação periosteal agressiva^(24–27).

Há ensaios pictóricos com caráter didático que ilustram os subtipos de reações periosteais e como podem ser identificados por meio das imagens de RM^(4,28), mas nesses estudos não foram realizadas comparações estatísticas entre os dois métodos da classificação da presença ou ausência de reação periosteal ou avaliações objetivas do desempenho diagnóstico da RM na detecção das reações periosteais.

Identificamos duas publicações em língua inglesa que compararam o papel da RC e da RM na avaliação das reações periosteais em tumores ósseos^(13,14). Um desses estudos foi publicado em 1987, com imagens de RM adquiridas em equipamento de 0,15 T, portanto, os resultados obtidos foram baseados na avaliação de imagens de RM de qualidade inferior às disponíveis na atualidade⁽¹³⁾. Os autores avaliaram, qualitativamente, as reações periosteais nas diferentes técnicas de imagem, com escore de 1 a 5, no qual um escore mais alto indicava que o radiologista considerou que as imagens eram mais adequadas para a avaliação das reações periosteais⁽¹³⁾. Os autores concluíram que as imagens de RM foram inferiores em relação à análise das radiografias na avaliação de reação periosteal⁽¹³⁾. Como as imagens de RM foram adquiridas com baixa resolução espacial, é possível que não seja adequado estender esses resultados para as imagens de RM de alta resolução atualmente disponíveis. O outro estudo também comparou a avaliação da reação periosteal em osteossarcomas por meio da RC e da RM⁽¹⁴⁾. Nesse estudo foram avaliados 54 pacientes com diagnóstico histológico confirmado e os autores classificaram as reações periosteais em ausente, lamelada, espiculada, mista (lamelada e espiculada) e triângulo de Codman. Os exames incluídos no estudo foram adquiridos em equipamento de RM de baixo campo magnético (0,5 T). As avaliações foram realizadas em consenso e, portanto, não foi realizada a avaliação da concordância interobservador dos achados. Outra limitação do estudo decorreu da forma utilizada para a comparação entre as avaliações obtidas por meio das radiografias e da RM. O único parâmetro utilizado foi o coeficiente κ da concordância entre as leituras da RC e da RM, uso que nos parece inadequado para a comparação do desempenho diagnóstico de duas técnicas de diagnóstico por imagem. Não foram obtidas mensurações de sensibilidade e especificidade da RM na detecção das reações periosteais e de seus subtipos no trabalho acima citado⁽¹⁴⁾.

Nossos resultados mostraram desempenho diagnóstico satisfatório da RM na detecção das reações periosteais nos sarcomas ósseos quando comparada com a RC. A RM mostrou alta especificidade e elevado valor preditivo negativo na detecção de reações periosteais quando comparada com a RC. A sensibilidade da RM, porém, pode ser considerada relativamente baixa para a detecção de reação periosteal.

Do nosso conhecimento, o presente estudo é o primeiro dedicado à análise da concordância interobservador na detecção de reações periosteais de tumores ósseos por meio da RM e da RC. Da mesma forma, não encontramos estudos de concordância interobservador da classificação de diferentes subtipos de reação periosteal agressiva utilizando esses dois métodos de diagnóstico por imagem. Os nossos resultados indicam concordância diagnóstica interobservador quase perfeita na detecção de reação periosteal, e concordância interobservador substancial para a identificação do triângulo de Codman. A detecção dos subtipos de reação periosteal espiculada e multilamelar apresentou, em geral, concordância interobservador menor, especialmente no caso da reação multilamelada na RC.

Finalmente, nossos resultados não demonstram diferença estatisticamente significativa para o diagnóstico de reação periosteal entre a RC e a RM ($p < 0,05$). Também não identificamos diferença estatisticamente significativa para os subtipos de reação periosteal agressiva entre as avaliações pela RC e pela RM ($p < 0,05$).

Nosso estudo tem limitações que merecem ser mencionadas. Primeiro, o estudo é retrospectivo. Os protocolos de aquisição de RM não foram uniformes, visto que durante o período coberto pelo estudo houve variação dos protocolos. Outra limitação é o nosso padrão de referência para avaliar o desempenho diagnóstico da RM, uma vez que é possível que a RC não seja o padrão de referência ideal, já que as reações periosteais possuem, inicialmente, componentes não mineralizados e que não são detectáveis pelas radiografias. Estudo experimental de osteomielite demonstrou que a RM foi mais sensível para demonstrar reações periosteais em comparação com a RC e a TC, utilizando a histologia como padrão de referência⁽²⁹⁾. No nosso estudo não seria possível utilizar a histopatologia como padrão de referência, porque, embora todos os casos tenham sido avaliados por meio de biópsias, não estavam disponíveis detalhes a respeito da presença e da conformação das reações periosteais de forma volumétrica. De qualquer maneira, a avaliação das reações periosteais na prática clínica é realizada de rotina por meio da RC, e por este motivo escolhemos as radiografias como padrão de referência.

CONCLUSÕES

Não houve diferença significativa entre as classificações da presença de reações periosteais entre os métodos RC e RM. Nossos resultados sugerem que a classificação da presença ou ausência de reação periosteal tem alta concordância interobservador para os dois métodos estudados. A concordância interobservador da classificação dos subtipos de reação periosteal agressivas foi variável, para a RC e para a RM, com maior concordância interobservador para o triângulo de Codman e menor concordância para as reações periosteais multilamelar e espiculada. A RM mostrou alta especificidade, mas sensibilidade baixa no diagnóstico de reação periosteal utilizando a RC como padrão de referência.

REFERÊNCIAS

1. Miller TT. Bone tumors and tumorlike conditions: analysis with conventional radiography. *Radiology*. 2008;246:662–74.
2. Rana RS, Wu JS, Eisenberg RL. Periosteal reaction. *AJR Am J Roentgenol*. 2009;193:W259–72.
3. Wenaden AET, Szyszko TA, Saifuddin A. Imaging of periosteal reactions associated with focal lesions of bone. *Clin Radiol*. 2005; 60:439–56.
4. Wang CS, Yin QH, Liao JS, et al. Primary diaphyseal osteosarcoma in long bones: imaging features and tumor characteristics. *Eur J Radiol*. 2012;81:3397– 403.
5. Peersman B, Vanhoenacker FM, Heyman S, et al. Ewing’s sarcoma: imaging features. *JBR-BTR*. 2007;90:368–76.
6. Kuleta-Bosak E, Kluczevska E, Machnik-Broncel J, et al. Suitability of imaging methods (X-ray, CT, MRI) in the diagnostics of Ewing’s sarcoma in children – analysis of own material. *Pol J Radiol*. 2010;75:18–28.
7. Bissere D, Kaci R, Lafage-Proust MH, et al. Periosteum: characteristic imaging findings with emphasis on radiologic-pathologic comparisons. *Skeletal Radiol*. 2015;44:321–38.
8. Greenfield GB, Warren DL, Clark RA. MR imaging of periosteal and cortical changes of bone. *Radiographics*. 1991;11:611–23.
9. Davies AM, Wellings RM. Imaging of bone tumors. *Curr Opin Radiol*. 1992;4:32–8.
10. Dalinka MK, Zlatkin MB, Chao P, et al. The use of magnetic resonance imaging in the evaluation of bone and soft-tissue tumors. *Radiol Clin North Am*. 1990;28:461–70.
11. Pahade J, Sekhar A, Shetty SK. Imaging of malignant skeletal tumors. *Cancer Treat Res*. 2008;143:367–422.
12. Pettersson H, Hamlin DJ, Scott KN. Magnetic resonance imaging of primary musculoskeletal tumors. *Crit Rev Diagn Imaging*. 1986; 26:241–63.
13. Pettersson H, Gillespy T 3rd, Hamlin DJ, et al. Primary musculoskeletal tumors: examination with MR imaging compared with conventional modalities. *Radiology*. 1987;164:237–41.
14. Dosdá R, Martí-Bonmatí L, Menor F, et al. Comparison of plain radiographs and magnetic resonance images in the evaluation of periosteal reaction and osteoid matrix in osteosarcomas. *MAGMA*. 1999;9:72–80.
15. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*. 1977;33:159–74.
16. Pessoa J, Dal Sasso AA, Barreto MM, et al. Bilateral elastofibroma dorsi. *Radiol Bras*. 2016;49:61.
17. Chagas-Neto FA, Nogueira-Barbosa MH, Lorenzato MM, et al. Diagnostic performance of 3D TSE MRI versus 2D TSE MRI of the knee at 1.5 T, with prompt arthroscopic correlation, in the detection of meniscal and cruciate ligament tears. *Radiol Bras*. 2016;49:69–74.
18. Guimarães JB, Rigo L, Lewin F, et al. The importance of PET/CT in the evaluation of patients with Ewing tumors. *Radiol Bras*. 2015; 48:175–80.
19. Petrilli M, Senerchia AA, Petrilli AS, et al. Computed tomography-guided percutaneous trephine removal of the nidus in osteoid osteoma patients: experience of a single center in Brazil. *Radiol Bras*. 2015;48:211–5.
20. Ribeiro BNF, Salata TM, Antunes LO, et al. Desmoplastic fibroma with perineural spread: conventional and diffusion-weighted magnetic resonance imaging findings. *Radiol Bras*. 2015;48:266–7.
21. Canella C. Osteoid osteoma: diagnosis and treatment. *Radiol Bras*. 2015;48(4):v.
22. Vilas Boas PMS, Madeira IA, Lopes AA, et al. Inflammatory pseudotumor of the hip: a complication of arthroplasty to be recognized by the radiologist. *Radiol Bras*. 2015;48:314–8.
23. Fabro M, Fabro SRM, Klitzke BB, et al. Glomus tumor: revitalizing concepts. *Radiol Bras*. 2015;48:269–70.
24. Klein MJ, Siegal GP. Osteosarcoma: anatomic and histologic variants. *Am J Clin Pathol*. 2006;125:555–81.
25. Dahlin DC, Unni KK. Osteosarcoma of bone and its important recognizable varieties. *Am J Surg Pathol*. 1977;1:61–72.
26. Egli KD, Quiogue T, Moser RP Jr. Ewing’s sarcoma. *Radiol Clin North Am*. 1993;31:325–37.
27. Mar WA, Taljanovic MS, Bagatell R, et al. Update on imaging and treatment of Ewing sarcoma family tumors: what the radiologist needs to know. *J Comput Assist Tomogr*. 2008;32:108–18.
28. Nogueira-Barbosa MH, Sá JL, Trad CS, et al. Magnetic resonance imaging in the evaluation of periosteal reactions. *Radiol Bras*. 2010; 43:266–71.
29. Spaeth HJ, Chandnani VP, Beltran J, et al. Magnetic resonance imaging detection of early experimental periostitis. Comparison of magnetic resonance imaging, computed tomography, and plain radiography with histopathologic correlation. *Invest Radiol*. 1991;26: 304–8.