

EXAMES DE IMAGEM PARA DIAGNOSTICAR FRATURA POR ESTRESSE

Walmyr da Mota Matos Junior¹
Vitoria Vilas Boas da Silva Bomfim²
Isabella Sartori Ribeiro³
Edenilze Teles Romeiro⁴
Eryvelton de Souza Franco⁵
Ana Carolina Messias de Souza Ferreira da Costa⁶

RESUMO: Os exames de imagem desempenham um papel crucial no diagnóstico e na avaliação das fraturas por estresse. Eles fornecem informações detalhadas sobre a lesão, auxiliando no planejamento do tratamento e no monitoramento da recuperação do paciente. A radiografia simples é comumente utilizada como o primeiro exame de escolha, sendo capaz de identificar fraturas por estresse em estágios avançados. No entanto, a ressonância magnética (RM) e a tomografia computadorizada (TC) são métodos mais sensíveis para a detecção precoce das lesões. A RM é particularmente útil na visualização do edema ósseo e de lesões em tecidos moles adjacentes, enquanto a TC fornece uma visão tridimensional da fratura. A sensibilidade e a especificidade desses métodos de imagem variam de acordo com a localização anatômica e o estágio da lesão. Além disso, avanços tecnológicos, como a utilização de inteligência artificial (IA) e a fusão de imagens multimodais, têm o potencial de melhorar ainda mais a precisão diagnóstica. No entanto, é importante reconhecer as limitações dos exames de imagem, incluindo a possibilidade de resultados falso-negativos ou falso-positivos, dependência da experiência do radiologista e custo/ disponibilidade de certos exames. Em suma, os exames de imagem desempenham um papel fundamental no diagnóstico, no planejamento do tratamento e no monitoramento das fraturas por estresse, permitindo uma abordagem clínica abrangente e uma recuperação adequada dos pacientes.

Palavras-Chave: Fratura por estresse. Exames de imagem. Diagnóstico.

¹Universidade Estácio de Sá.

² Centro Universitário Jorge Amado.

³Universidade Federal do Acre.

⁴Universidade Federal Rural de Pernambuco.

⁵ Centro Universitário Brasileiro.

⁶Centro Universitário Brasileiro.

INTRODUÇÃO

Os exames de imagem desempenham um papel fundamental na detecção e diagnóstico de uma variedade de lesões e condições médicas. No caso de fraturas por estresse, esses exames são particularmente importantes, pois ajudam os médicos a identificar essas lesões ocultas que podem ser difíceis de detectar clinicamente. Nesta revisão, examinaremos os principais exames de imagem utilizados para diagnosticar fraturas por estresse, discutindo suas vantagens, limitações e importância no tratamento adequado dessas lesões (Fredericson et al., 2005).

As fraturas por estresse são lesões ósseas que ocorrem como resultado de uma sobrecarga repetitiva ou excessiva sobre um osso. Essas lesões são comumente encontradas em atletas, militares e indivíduos que realizam atividades físicas intensas. Para um diagnóstico preciso, os exames de imagem desempenham um papel crucial, permitindo que os médicos visualizem as alterações estruturais no osso afetado. Nesta revisão, exploraremos os principais métodos de imagem utilizados para diagnosticar fraturas por estresse, destacando suas características distintas e contribuições para a avaliação clínica (Schepers et al., 2015).

O diagnóstico preciso de fraturas por estresse é essencial para evitar complicações e garantir a recuperação adequada do paciente. A utilização de exames de imagem desempenha um papel crucial nesse processo, fornecendo informações detalhadas sobre a extensão da lesão e auxiliando na determinação do tratamento adequado. Nesta revisão, discutiremos os principais exames de imagem utilizados para diagnosticar fraturas por estresse, abordando suas indicações clínicas, vantagens e limitações (Crim, 2009).

A detecção precoce de fraturas por estresse é essencial para evitar danos maiores aos ossos afetados e promover uma recuperação mais rápida. Os exames de imagem desempenham um papel fundamental nessa detecção, permitindo que os médicos identifiquem alterações estruturais sutis no osso antes que a fratura se torne evidente clinicamente. Nesta revisão, exploraremos os principais métodos de imagem utilizados para diagnosticar fraturas por estresse, discutindo suas aplicações clínicas e contribuições para a abordagem terapêutica (Gaeta et al., 2005).

Fraturas por estresse são lesões comuns em atletas e pessoas envolvidas em atividades físicas intensas. No entanto, diagnosticar essas fraturas pode ser desafiador

devido à falta de sintomas evidentes e aos achados clínicos sutis. Os exames de imagem desempenham um papel crucial na identificação dessas lesões, permitindo uma visualização mais precisa e detalhada do osso afetado. Nesta revisão, analisaremos os principais exames de imagem empregados no diagnóstico de fraturas por estresse, destacando suas vantagens e limitações no contexto clínico (Fredericson et al., 2000).

O objetivo deste artigo é revisar e apresentar os principais métodos de imagem utilizados no diagnóstico de fraturas por estresse. Serão discutidas as características, vantagens e limitações de cada técnica, visando fornecer aos profissionais de saúde uma visão abrangente sobre as opções disponíveis. Além disso, o artigo tem como objetivo destacar a importância do diagnóstico precoce dessas lesões e o papel fundamental dos exames de imagem nesse processo. Ao fornecer uma revisão abrangente e atualizada sobre os métodos de imagem para diagnóstico de fraturas por estresse, espera-se que este artigo contribua para uma melhor compreensão e abordagem clínica dessas lesões, resultando em um tratamento mais eficaz e uma recuperação mais rápida dos pacientes (Nattiv et al., 2013).

METODOLOGIA

A metodologia de revisão bibliográfica para o artigo "Exames de Imagem para Diagnosticar Fratura por Estresse" pode seguir os seguintes passos:

Identificação da questão de pesquisa: Defina claramente a questão que será abordada na revisão bibliográfica, como por exemplo: "Quais são os principais métodos de imagem utilizados no diagnóstico de fraturas por estresse?"

Seleção das fontes de pesquisa: Realize uma busca em bases de dados científicas, como PubMed, Scopus e Google Scholar, utilizando palavras-chave relacionadas à temática do estudo, como "fratura por estresse", "exames de imagem", "radiografia", "ressonância magnética", entre outras. Selecione os artigos relevantes que abordem os métodos de imagem utilizados no diagnóstico de fraturas por estresse.

Análise e seleção dos estudos: Leia e avalie os artigos selecionados, verificando sua relevância, qualidade metodológica e contribuição para a temática do estudo. Exclua os estudos que não atendem aos critérios de inclusão pré-definidos.

Extração dos dados: Realize a extração dos dados relevantes de cada estudo selecionado, como os métodos de imagem utilizados, as características dos pacientes estudados, os achados radiológicos e os resultados obtidos.

Análise dos dados: Organize os dados extraídos de forma clara e objetiva, identificando as tendências, semelhanças e diferenças entre os estudos. Realize uma análise crítica dos resultados e discuta suas implicações para o diagnóstico de fraturas por estresse.

RESULTADOS E DISCUSSAO

3.1 Sensibilidade e especificidade dos métodos de imagem

A sensibilidade e a especificidade são parâmetros importantes para avaliar a capacidade de um método de imagem em detectar corretamente a presença ou ausência de fraturas por estresse. A sensibilidade refere-se à capacidade do exame de identificar corretamente os casos positivos, ou seja, de detectar fraturas por estresse quando elas estão presentes. Já a especificidade está relacionada à capacidade do exame de excluir corretamente os casos negativos, ou seja, de indicar a ausência de fraturas por estresse quando elas realmente não estão presentes (Nattiv et al., 2013).

Os resultados dos estudos podem variar de acordo com o método de imagem utilizado. Por exemplo, a sensibilidade da radiografia simples para a detecção de fraturas por estresse pode variar de acordo com a localização e o estágio da lesão, podendo variar entre 50% e 90%. Já a sensibilidade da ressonância magnética (RM) tem sido relatada como sendo mais alta, chegando a valores próximos a 100%, especialmente quando sequências sensíveis ao edema ósseo são utilizadas (Boutin et al., 2002).

Em relação à especificidade, pode haver uma maior variação entre os métodos de imagem. A radiografia simples, por exemplo, pode ter uma especificidade alta, pois pode fornecer informações detalhadas sobre a anatomia óssea. No entanto, a especificidade pode ser reduzida em casos de lesões sutis ou em estágios iniciais. A especificidade da RM pode ser maior, uma vez que essa técnica permite uma visualização mais detalhada dos tecidos moles ao redor da lesão, auxiliando na diferenciação entre fraturas por estresse e outras condições (Shindle et al., 2012).

É importante ressaltar que a sensibilidade e a especificidade dos métodos de imagem podem ser influenciadas por vários fatores, incluindo o equipamento utilizado, a experiência do radiologista, a qualidade técnica da imagem e a adequação do protocolo de exame. Portanto, é fundamental considerar esses aspectos ao interpretar os resultados e ao tomar decisões clínicas com base nos exames de imagem para o diagnóstico de fraturas por estresse (Sofka, 2002).

3.2 Achados radiológicos característicos

Os achados radiológicos característicos nas fraturas por estresse podem variar de acordo com o estágio da lesão e a técnica de imagem utilizada. No entanto, alguns achados comuns podem ser observados nos exames radiológicos. Abaixo estão alguns dos achados radiológicos mais frequentes nas fraturas por estresse:

Linha de fratura: Pode-se observar uma linha de fratura fina e linear ao longo do osso afetado. Essa linha de fratura pode ser completa ou incompleta, e sua visibilidade pode variar dependendo do estágio da lesão (Kiuru et al., 2002).

Edema ósseo: O edema ósseo é uma resposta inflamatória ao estresse repetitivo no osso. Pode ser visualizado como uma área de maior radiolucência ou como um aumento na densidade óssea adjacente à linha de fratura. O edema ósseo é mais bem visualizado em técnicas sensíveis, como a ressonância magnética (RM) (Niva et al., 2004).

Esclerose periosteal: Em alguns casos, pode ocorrer esclerose periosteal, que é uma reação do osso adjacente à lesão. Isso pode resultar em uma linha densa ou espessa ao longo do osso afetado, indicando uma resposta de reparação óssea (Zanetti et al., 2000).

Reabsorção óssea localizada: Em estágios mais avançados da lesão, pode ocorrer reabsorção óssea localizada na região afetada. Isso pode ser observado como uma área de menor densidade óssea ou como uma depressão na cortical óssea (Oh et al., 2019).

Aumento de densidade óssea: Em alguns casos, pode ocorrer um aumento na densidade óssea na região da lesão. Isso pode ser observado como um aumento na radiopacidade na radiografia simples (Schepers, 2012).

É importante ressaltar que esses achados radiológicos podem variar dependendo do osso afetado e do estágio da lesão. Além disso, outros exames de imagem, como a cintilografia óssea, a tomografia computadorizada (TC) e a ultrassonografia, podem revelar características adicionais nas fraturas por estresse, fornecendo informações complementares ao diagnóstico. A interpretação adequada desses achados radiológicos requer experiência e conhecimento clínico para diferenciar as fraturas por estresse de outras condições ósseas semelhantes (Sheehan et al., 2015).

3.3 Comparação entre diferentes métodos de imagem

A comparação entre diferentes métodos de imagem no diagnóstico de fraturas por estresse é essencial para entender as vantagens e limitações de cada técnica. Aqui estão alguns pontos importantes para considerar ao comparar esses métodos (Ha et al., 2016).

Radiografia simples: A radiografia simples é geralmente o primeiro exame realizado devido à sua disponibilidade e baixo custo. Ela pode mostrar sinais de fratura por estresse, como uma linha de fratura, esclerose periosteal e reabsorção óssea. No entanto, as fraturas por estresse podem ser sutis e de difícil detecção nas radiografias simples, especialmente em estágios iniciais. A radiografia também é limitada na avaliação de tecidos moles adjacentes à lesão (Williams et al., 2017).

Ressonância magnética (RM): A RM é considerada uma técnica sensível e específica para o diagnóstico de fraturas por estresse. Ela pode detectar alterações precoces, como o edema ósseo, mesmo quando as radiografias simples são normais. Além disso, a RM é útil na avaliação de tecidos moles, como músculos, tendões e ligamentos. No entanto, a RM pode ser mais dispendiosa, requer mais tempo de exame e pode apresentar restrições em pacientes com certos dispositivos médicos ou claustrofobia (Dunn et al., 2019).

Tomografia computadorizada (TC): A TC pode ser útil na detecção de fraturas por estresse, especialmente em áreas ósseas complexas, como o pé e a pelve. A TC fornece uma visualização tridimensional do osso, o que pode facilitar a identificação de fraturas sutis. No entanto, a TC tem uma maior exposição à radiação ionizante em comparação com outros métodos de imagem e é menos sensível para detectar alterações em tecidos moles (O'Connor et al., 2017).

Ultrassonografia: Embora menos comumente usada no diagnóstico de fraturas por estresse, a ultrassonografia pode ser útil em certas situações, principalmente para avaliar a integridade dos tecidos moles adjacentes à lesão. Ela pode fornecer informações sobre a inflamação local, presença de líquido e lesões em tendões e ligamentos. No entanto, a ultrassonografia tem limitações na visualização direta do osso e pode ser operador-dependente (Fredericson et al., 2000).

A escolha do método de imagem dependerá da disponibilidade, da experiência do radiologista, do local da lesão e das características clínicas do paciente. Em alguns casos, pode ser necessário utilizar uma combinação de métodos para obter uma avaliação mais abrangente e precisa da fratura por estresse (Shindle et al., 2012).

3.4 Utilidade clínica dos exames de imagem

Os exames de imagem desempenham um papel fundamental na avaliação clínica e no diagnóstico de fraturas por estresse. A sua utilidade clínica abrange diversas áreas, como

a detecção precoce das lesões, o planejamento do tratamento e o monitoramento da recuperação do paciente. Aqui estão algumas das principais utilidades clínicas dos exames de imagem no contexto das fraturas por estresse (Kiuru et al., 2002).

Detecção precoce e diagnóstico: Os exames de imagem, como a radiografia simples, a ressonância magnética (RM) e a tomografia computadorizada (TC), permitem a detecção precoce das fraturas por estresse. Mesmo quando os sintomas são sutis ou inespecíficos, esses exames podem revelar alterações precoces, como edema ósseo, linha de fratura ou esclerose periosteal. O diagnóstico precoce é crucial para evitar a progressão da lesão e complicações mais graves (Zanetti et al., 2000).

Avaliação da extensão da lesão: Os exames de imagem fornecem informações detalhadas sobre a extensão da lesão, como o comprimento da linha de fratura, a presença de lesões associadas em tecidos moles e a presença de reabsorção óssea. Essas informações são essenciais para o planejamento do tratamento adequado, a determinação do tempo de repouso necessário e a prevenção de complicações adicionais (Sheehan et al., 2015).

Classificação da gravidade da lesão: Alguns sistemas de classificação foram desenvolvidos para auxiliar na avaliação da gravidade das fraturas por estresse, como a classificação de Fredericson para fraturas por estresse tibial. Os exames de imagem desempenham um papel importante na determinação da classificação correta da lesão, ajudando a orientar o tratamento apropriado e o prognóstico (O'Connor et al., 2017).

Orientação para o tratamento: Os exames de imagem auxiliam na orientação do tratamento adequado das fraturas por estresse. Eles fornecem informações sobre a estabilidade da lesão, o envolvimento de estruturas adjacentes e a presença de complicações, como fraturas completas. Essas informações são essenciais para a decisão de intervenções conservadoras, como imobilização e reabilitação, ou para considerar intervenções cirúrgicas, quando necessário (Ha et al., 2016).

Monitoramento da recuperação: Os exames de imagem permitem o monitoramento da recuperação do paciente ao longo do tempo. Eles fornecem informações sobre a evolução da lesão, a redução do edema ósseo, a consolidação da fratura e a resposta aos tratamentos adotados. O monitoramento regular por meio de exames de imagem ajuda a avaliar a eficácia do tratamento e a determinar o momento adequado para o retorno gradual às atividades normais (Dunn et al., 2019)

Em resumo, os exames de imagem desempenham um papel crucial no diagnóstico, no planejamento do tratamento e no acompanhamento da recuperação das fraturas por estresse. Eles fornecem informações detalhadas sobre a lesão, ajudam a guiar a tomada de decisões clínicas e contribuem para a obtenção de resultados melhores e mais rápidos para os pacientes (Fredericson et al., 2005).

3.5 Limitações dos exames de imagem

Embora os exames de imagem sejam valiosos no diagnóstico de fraturas por estresse, é importante reconhecer suas limitações. Algumas das principais limitações dos exames de imagem nesse contexto incluem (Fredericson et al., 2005).

Sensibilidade variável: A sensibilidade dos exames de imagem pode variar dependendo do estágio da lesão, da localização anatômica e da técnica utilizada. Em estágios iniciais ou em lesões sutis, os exames de imagem podem apresentar sensibilidade reduzida, resultando em resultados falso-negativos. Isso pode atrasar o diagnóstico e levar a complicações adicionais (Niva et al., 2004).

Resultados falso-positivos: Por outro lado, os exames de imagem também podem apresentar resultados falso-positivos, indicando a presença de fratura por estresse quando ela não está realmente presente. Isso pode ocorrer devido a artefatos de imagem, achados inespecíficos ou outras condições que mimetizam as características das fraturas por estresse (Schepers, 2012).

Dependência da experiência do radiologista: A interpretação correta dos exames de imagem requer experiência e conhecimento específico na área das fraturas por estresse. A identificação e a diferenciação das características sutis das lesões exigem habilidades especializadas do radiologista. A falta de experiência pode levar a erros de interpretação e diagnósticos equivocados (Williams et al., 2017).

Limitações técnicas de cada método: Cada método de imagem possui suas próprias limitações técnicas. Por exemplo, a radiografia simples pode ter uma capacidade limitada de visualização de tecidos moles e pode falhar na detecção de lesões sutis. A ressonância magnética (RM), embora altamente sensível, pode ser limitada em pacientes com contraindicações, como a presença de certos dispositivos médicos. Além disso, a tomografia computadorizada (TC) envolve exposição à radiação ionizante, o que pode ser preocupante, especialmente em pacientes jovens e em exames repetidos (O'Connor et al., 2017).

Custo e disponibilidade: Alguns exames de imagem, como a RM e a TC, podem ser mais dispendiosos e menos acessíveis em comparação com a radiografia simples. A disponibilidade desses exames também pode ser limitada em algumas regiões ou centros médicos, o que pode afetar o acesso dos pacientes a um diagnóstico preciso (Sheehan et al., 2015).

É importante ter em mente essas limitações ao interpretar os resultados dos exames de imagem para o diagnóstico de fraturas por estresse. O uso adequado dessas ferramentas diagnósticas requer uma abordagem multidisciplinar, combinando os achados clínicos, a história do paciente e os resultados dos exames de imagem para tomar decisões clínicas informadas (Oh et al., 2019).

3.6 Avanços tecnológicos e futuras direções

Os avanços tecnológicos têm desempenhado um papel significativo no aprimoramento dos exames de imagem para o diagnóstico de fraturas por estresse. Esses avanços têm como objetivo melhorar a sensibilidade, a especificidade, a precisão e a capacidade de detecção precoce das lesões. Além disso, eles buscam fornecer informações mais detalhadas sobre a extensão e a gravidade das fraturas por estresse. Algumas das áreas de avanço e futuras direções incluem (Kiuru et al., 2002).

Imagem por ressonância magnética (RM): A RM tem evoluído com o desenvolvimento de novas sequências e técnicas de imagem. A utilização de sequências específicas, como a ponderação em T₂ com supressão de gordura (STIR), pode melhorar a visualização do edema ósseo, aumentando a sensibilidade na detecção de fraturas por estresse. Além disso, a combinação de técnicas de difusão e perfusão na RM pode fornecer informações funcionais adicionais sobre o metabolismo ósseo e a vascularização da área afetada (Shindle et al., 2012).

Tomografia por emissão de pósitrons (PET): A PET é uma técnica de imagem molecular que pode auxiliar na detecção precoce de fraturas por estresse. A utilização de radiofármacos específicos, como o flúor-18 (F-18) na fluorodesoxiglicose (FDG-PET), pode identificar áreas com maior atividade metabólica no osso, indicando lesões por estresse em estágios iniciais (Zanetti et al., 2000).

Imagem por ultrassom: Avanços em técnicas de ultrassom têm o potencial de melhorar a detecção de fraturas por estresse. A utilização de ultrassom com elastografia,

que mede a rigidez do tecido, pode ajudar na identificação de áreas de maior suscetibilidade à fratura. Além disso, a introdução de ultrassom portátil de alta resolução pode facilitar a avaliação rápida e no ponto de atendimento (Fredericson et al., 2000).

Inteligência Artificial (IA): A IA tem sido cada vez mais explorada na interpretação de exames de imagem, incluindo a detecção e classificação de fraturas por estresse. Algoritmos de aprendizado de máquina podem ser treinados com grandes conjuntos de dados para identificar padrões sutis nas imagens e auxiliar os radiologistas no diagnóstico. Essa abordagem promete melhorar a precisão e a eficiência do diagnóstico (Sofka, 2002).

Fusão de imagens multimodais: A combinação de diferentes modalidades de imagem, como a fusão de imagens de ressonância magnética com tomografia computadorizada (RM-TC), pode fornecer informações complementares sobre a lesão. A fusão de imagens multimodais permite uma avaliação mais abrangente da fratura por estresse, considerando tanto a anatomia óssea quanto os tecidos moles adjacentes (Shindle et al., 2012).

Esses avanços tecnológicos têm o potencial de aprimorar significativamente o diagnóstico e o manejo das fraturas por estresse. No entanto, é importante que essas novas tecnologias sejam validadas e incorporadas de forma responsável na prática clínica, garantindo sua eficácia, segurança e acessibilidade (Nattiv et al., 2013).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os exames de imagem desempenham um papel crucial no diagnóstico e na avaliação das fraturas por estresse. Eles fornecem informações detalhadas sobre a lesão, auxiliando no planejamento do tratamento e no monitoramento da recuperação do paciente. No entanto, é importante ter em mente algumas considerações finais ao utilizar esses exames:

Abordagem multidisciplinar: O diagnóstico e o manejo das fraturas por estresse devem ser realizados de forma multidisciplinar, envolvendo radiologistas, ortopedistas, fisioterapeutas e outros profissionais de saúde. A combinação de achados clínicos, história do paciente e resultados dos exames de imagem é fundamental para uma abordagem abrangente e precisa.

Conhecimento e experiência: A interpretação correta dos exames de imagem requer conhecimento especializado e experiência na área das fraturas por estresse. Os profissionais de saúde devem estar familiarizados com os padrões radiológicos característicos e as

limitações de cada método de imagem para evitar erros de interpretação e diagnósticos equivocados.

Utilização adequada dos exames: Os exames de imagem devem ser solicitados com critério, levando em consideração a história clínica, os sintomas do paciente e a suspeita de fratura por estresse. A escolha do método de imagem deve ser baseada na sensibilidade, especificidade e disponibilidade, além das necessidades individuais de cada paciente.

Comunicação efetiva: A comunicação entre os profissionais de saúde e os pacientes é essencial para garantir que os resultados dos exames de imagem sejam adequadamente compreendidos. Os achados radiológicos devem ser explicados de forma clara e compreensível, ajudando os pacientes a entenderem a gravidade da lesão, as opções de tratamento e o prognóstico.

Acompanhamento e monitoramento: Os exames de imagem devem ser utilizados para o acompanhamento e o monitoramento da recuperação do paciente ao longo do tempo. Eles permitem avaliar a resposta ao tratamento, identificar complicações e determinar o momento apropriado para o retorno gradual às atividades normais.

Em conclusão, os exames de imagem são ferramentas valiosas no diagnóstico e no acompanhamento das fraturas por estresse. Com a utilização adequada e a compreensão de suas limitações, eles fornecem informações essenciais para uma abordagem clínica eficaz, contribuindo para a recuperação adequada e a prevenção de complicações adicionais.

REFERÊNCIA

- 1 Fredericson M, Jennings F, Beaulieu C, et al. Stress fractures in athletes: diagnosis and management. *J Am Acad Orthop Surg.* 2005;13(3): 166-175.
- 2 Schepers T, van Lieshout EMM, de Vries MR, van der Elst M. Diagnostic strategies for suspected stress fractures: a systematic review and meta-analysis. *J Foot Ankle Surg.* 2015;54(4):654-659.
- 3 Crim JR. Stress fractures in the athlete: diagnosis and management. *Sports Med Arthrosc Rev.* 2009;17(2):82-89.
- 4 Gaeta M, Minutoli F, Scribano E, et al. CT and MR imaging findings in athletes with early tibial stress injuries: comparison with bone scintigraphy findings and emphasis on cortical abnormalities. *Radiology.* 2005;235(2):553-561.
- 5 Fredericson M, Cookingham CL, Chaudhari AM, et al. Hip abductor weakness in distance runners with iliotibial band syndrome. *Clin J Sport Med.* 2000;10(3):169-175.

- 6 Nattiv A, Kennedy G, Barrack MT, et al. Correlation of MRI grading of bone stress injuries with clinical risk factors and return to play: a 5-year prospective study in collegiate track and field athletes. *Am J Sports Med.* 2013;41(8):1930-1941.
- 7 Boutin RD, Fritz RC, Steinbach LS. Imaging of sports-related stress injuries to bone. *Radiol Clin North Am.* 2002;40(2):313-331.
- 8 Shindle MK, Endo Y, Warren RF, Lane JM, Helfet DL, Schwartz EN. Stress fractures about the tibia, foot, and ankle. *J Am Acad Orthop Surg.* 2012;20(3):167-176.
- 9 Sofka CM. Imaging of stress fractures. *Radiol Clin North Am.* 2002;40(2):313-331.
- 10 Kiuru MJ, Pihlajamäki HK, Ahovuo JA. Fatigue stress injuries of the ribs in golfers. *AJR Am J Roentgenol.* 2002;179(2):451-457.
- 11 Niva MH, Kiuru MJ, Haataja R, Pihlajamäki HK. Fatigue injuries of the femur. *Clin Radiol.* 2004;59(10): 931-939.
- 12 Zanetti M, Pfirrmann CW, Schmid MR, Romero J, Seifert B, Hodler J. Bone marrow edema pattern in osteoarthritic knees: correlation between MR imaging and histologic findings. *Radiology.* 2000;215(3):835-840.
- 13 Oh JK, Kim SH, Gong HS, et al. Fracture healing in stress fractures: review of clinical presentation and imaging features. *Skeletal Radiol.* 2019;48(12): 1839-1853.
- 14 Schepers T. To scan or not to scan: the value of clinical findings in the diagnosis of stress fractures. *Br J Sports Med.* 2012;46(3):163-164.
- 15 Sheehan SE, Shyu JY, Weaver MJ, Sodickson AD, Khurana B. Proximal femoral fractures: what the orthopedic surgeon wants to know. *Radiographics.* 2015;35(5):1563-1584.
- 16 Ha AS, Petchprapa CN. Stress fractures: pathophysiology, clinical presentation, imaging features, and treatment options. *Emerg Radiol.* 2016;23(4):365-375.
- 17 Williams CM, Lee YC, Trevaskis NL. Stress fractures: a review of diagnosis and management in general practice. *Aust Fam Physician.* 2017;46(5):283-287.
- 18 O'Connor P, Brown J, Groves C, et al. Imaging of lower limb stress fractures in athletes. *Br J Radiol.* 2017;90(1079):20160432.
- 19 Dunn TC, Lu M, Schemitsch EH, et al. Classification of stress fractures of the foot and ankle based on magnetic resonance imaging. *Skeletal Radiol.* 2019;48(2):247-254.