

**BRUNA CANTUÁRIA DA SILVA**

*Centro Universitário Lusíada, UNILUS,  
Santos, SP, Brasil.*

**MARIANO JOSÉ LUCERO**

*Centro Universitário Lusíada, UNILUS,  
Santos, SP, Brasil.*

*Recebido em fevereiro de 2024.  
Aprovado em março de 2024.*

## FRATURAS POR ESTRESSE EM ATLETAS: DA FISIOPATOLOGIA ÀS MANIFESTAÇÕES CLÍNICO-RADIOLÓGICAS

### RESUMO

**Introdução:** Fraturas por estresse são comuns na prática esportiva e resultam do esforço repetitivo com excessiva sobrecarga no tecido ósseo, o que causa perdas teciduais e aumenta a fragilidade local. É uma condição clínica cuja etiologia é multifatorial. A lesão tem curso crônico e seu sítio anatómico está frequentemente associado ao esporte praticado. **Objetivos:** Este trabalho teve como objetivo o estudo das características clínico-radiológicas das fraturas por estresse em atletas e aspectos fisiopatológicos. **Metodologia:** Foi feita uma revisão de literatura a partir dos acervos Pubmed, UpToDate, Scielo e EBSCO. Foram encontrados 119 artigos relacionados ao tema de estudo. Do total, somente 62 publicações foram selecionadas para análise e redação desta pesquisa. **Resultados:** Para diagnóstico de fraturas por estresse, a ressonância magnética é o método de imagem mais sensível e específico.

**Palavras-Chave:** etiologia. diagnóstico. imagem.

## STRESS FRACTURES IN ATHLETES: FROM PATHOPHYSIOLOGY TO CLINICAL-RADIOLOGICAL MANIFESTATIONS

### ABSTRACT

**Introduction:** Stress fractures are common in sports and result from repetitive effort with excessive overload on bone tissue, which causes tissue loss and increases local fragility. It is a clinical condition whose etiology is multifactorial. The injury has a chronic course and its anatomical site is often associated with the sport practiced. **Objectives:** This work aimed to study the clinical-radiological characteristics of stress fractures in athletes and pathophysiological aspects. **Methodology:** A literature review was carried out from the Pubmed, UpToDate, Scielo and EBSCO collections. 119 articles related to the study topic were found. Of the total, only 62 publications were selected for analysis and writing of this research. **Results:** For the diagnosis of stress fractures, magnetic resonance imaging is the most sensitive and specific imaging method.

**Keywords:** etiology. diagnosis. image.

## INTRODUÇÃO

“Atleta” é um termo que se origina do grego “athlos”, cujo significado é “conquista” e aponta para um indivíduo cujo desempenho físico é extraordinário. Existem quatro critérios que, juntos, definem um atleta: (a) treinar no esporte visando melhorar seu desempenho ou resultados; (b) estar participando ativamente de competições esportivas; (c) estar formalmente registrado em uma federação esportiva local, regional ou nacional como competidor; e (d) ter como foco o treino e a competição desportiva, dedicando quase sempre várias horas na totalidade ou na maior parte dos dias a essas atividades desportivas, excedendo o tempo atribuído a outras atividades profissionais ou de lazer. (ARAUJO, 2016).

Lesões esportivas não ocorrem a partir de um evento específico e identificável. Resultam do processo cumulativo de dano tecidual que causa microtraumas repetitivos e sobrecarga no sistema musculoesquelético. Por outro lado, não originariam lesão se o tecido afetado tivesse intervalo de tempo suficiente para se recuperar. Assim, fraturas por estresse podem causar consequências negativas a longo prazo que diminuem o desempenho de um atleta, como dor e disfunção e podem, inclusive, levar ao término de sua carreira. Considerando que os atletas geralmente não têm tempo adequado para se recuperar entre os treinos e as competições. (FRANCO et al, 2021).

A localização anatômica da fratura por estresse está relacionada à modalidade esportiva praticada e aos movimentos produzidos com maior repetição. Atletas de corrida apresentam, com maior frequência, lesões em ossos longos e nos ossos do pé. Já nas modalidades em que os membros superiores são mais exigidos, como no beisebol e basquete, a ulna, por exemplo, é o osso mais acometido. A coluna lombar e a pelve também podem ser alvos de lesões, sobretudo no voleibol e em saltadores e bailarinos. (KNAPIK et al, 2017).

O sistema ósseo é dinâmico, sua homeostase flutua entre formação de matriz pelos osteoblastos e reabsorção por osteoclastos. Este equilíbrio, no entanto, pode ser alterado na vigência do predomínio de forças de tensão potencialmente danosas, isto é, favorecem a atividade osteoclástica. Dessa maneira, ciclos repetitivos de treinamento com sobrecargas de intensidade submáximas favorecem a fragilidade local. (DEWEBER, 2023).

Além do volume e intensidade dos treinos, uma gama de fatores de risco está associada a uma maior suscetibilidade para o desenvolvimento de fraturas por estresse. Fatores extrínsecos estão relacionados à qualidade calçado utilizado, ao tipo, ritmo e local de treinamento, principalmente. De outro modo, os fatores intrínsecos referem-se à idade, sexo, aspectos anatomofisiológicos e a alterações hormonais e metabólicas. (DEWEBER, 2023).

Frequentemente, a história clínica e o exame físico fornecem informações suficientes para os médicos gerenciarem fraturas por estresse de baixo risco. No entanto, caso haja indicação para solicitação do exame de imagem, há disponível vários tipos de estudo cada qual com determinada acurácia. Após análise da história e do exame clínico, pode-se utilizar radiografia simples, cintilografia óssea, tomografia computadorizada e a ressonância magnética para auxílio diagnóstico (WRIGHT et al, 2016).

## OBJETIVO

### OBJETIVO PRIMÁRIO

Analisar como o mecanismo fisiopatológico das fraturas por estresse leva a alterações em exames de imagem, encontradas comumente em atletas de diferentes modalidades esportivas.

## OBJETIVO SECUNDÁRIO

Avaliar quais são os principais métodos de imagens utilizados para o diagnóstico e tratamento dos diferentes tipos de fraturas por estresse na prática esportiva.

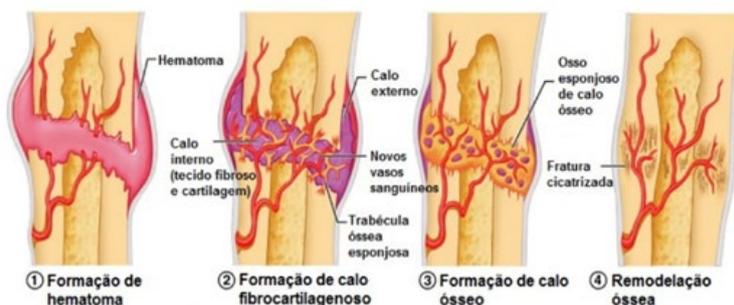
## FISOPATOLOGIA

### CICATRIZAÇÃO ÓSSEA

O tecido ósseo é um sistema dinâmico altamente organizado em sua estrutura e capacidade de homeostasia. Quando se fala em resistência óssea, consideram-se os parâmetros elasticidade e rigidez, os quais estão diretamente relacionados à densidade, composição e estrutura da matriz óssea. Qualquer modificação em alguns desses parâmetros resulta altera a resistência óssea e, conseqüentemente, favorece o aparecimento de fraturas. (NARDELLI, 2012).

A cicatrização óssea é geralmente dividida em três fases que se sobrepõem: inflamatória, reparadora e remodeladora. Na fase inflamatória predominam eventos vasculares. Após uma fratura, forma-se um hematoma que fornece os alicerces para a cicatrização. Na fase reparadora, novos vasos sanguíneos se desenvolvem com a finalidade de fornecer nutrientes para a cartilagem, que começa a se formar no local da fratura. A imobilização é desejável durante a fase inflamatória e a fase reparadora para permitir o crescimento desses novos vasos (figura 1). (BEUTLER, 2023).

Figura 1 - Fases da consolidação de fraturas.



Fonte: Histologia Básica, 2013.

## ETIOPATOGENIA DA FRATURA POR ETRESSE

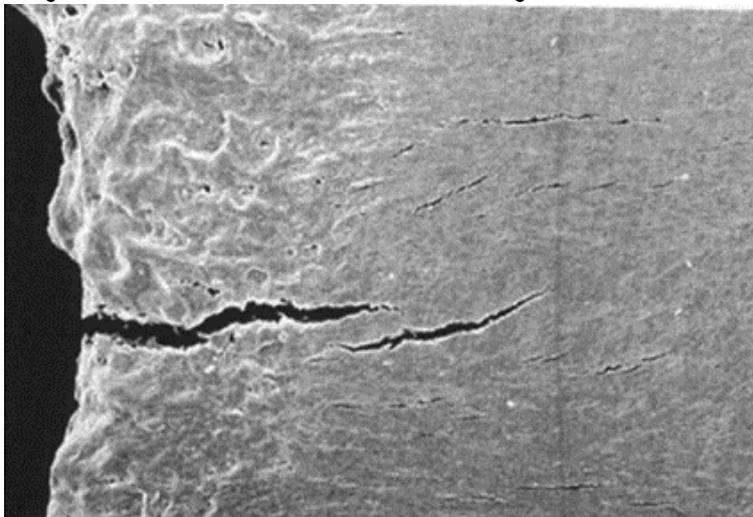
A fratura por fadiga é o resultado de uma carga repetitiva anormal sobre o osso normal e ocorre durante um aumento abrupto na frequência, duração ou intensidade da atividade quando a reabsorção óssea (ação osteoclástica) é maior que a reposição (ação osteoblástica). Este tipo de fratura por estresse ocorre tipicamente em atletas. (DEWEBER, 2023).

Por serem estruturas dinamicamente ativas, os ossos adaptam-se a quando submetidos a sobrecargas mecânicas de diversas intensidades. Forças de tensão ou de compressão estimulam a transformação óssea de acordo com a Lei de Wolff, segundo a qual forças de compressão levam à formação e ao fortalecimento das estruturas ósseas, enquanto as forças de tensão levam ao processo inverso, de enfraquecimento e reabsorção óssea. (NARDELLI, 2012).

A presença repetitiva e contínua de sobrecargas com intensidades submáximas leva à reabsorção do osso lamelar cortical, favorecendo a formação de pequenas cavidades corticais responsáveis pelo aumento da fragilidade local e subsequente aparecimento de microfaturas (figura 2). (MATCUK et al, 2016). Esse processo é dependente do tempo e a reparação óssea ocorre somente com a retirada da sobrecarga inicial. Não havendo

intervalo de tempo suficiente, a reabsorção predomina sobre a produção óssea, levando ao aparecimento de microfaturas, que se propagam e resultam na fratura propriamente dita. (NARDELLI, 2012).

Figura 2 - Microfaturas em microfotografia eletrônica.



Fonte: Clínica Ortopédica, 2012.

## FATORES DE RISCO

Há uma série de aspectos relacionados ao aumento do risco de surgimento das fraturas por estresse, os quais podem ser classificados em dois subtipos: extrínsecos e intrínsecos.

### FATORES DE RISCO EXTRÍNSECOS

Os fatores extrínsecos geralmente estão relacionados ao tipo e ritmo de treinamento, uso de calçados e equipamentos esportivos, condicionamento físico, local de treinamento e temperatura ambiente.

Quanto à qualidade de treinamento, erros de execução e as mudanças no volume e na intensidade têm sido frequentemente observados, sobretudo quando não há tempo suficiente para readaptação ao novo ritmo ou pela ausência do tempo necessário para repouso dos atletas. (NARDELLI, 2012).

Em relação aos calçados, o único fator significativo foi o tempo de utilização, isto é, quanto maior o tempo de utilização, maior o número de lesões observadas, mesmo diante do uso de calçados adequados na modalidade do atleta. (BONANNO et al, 2017).

O condicionamento físico relaciona-se com a capacidade de os músculos absorverem impacto. Quanto pior o condicionamento do atleta, menor a sua capacidade de absorver impacto, resultando em sobrecarga das estruturas ósseas e maior risco de aparecimento das fraturas por estresse. (NARDELLI, 2012).

A superfície em contato com os pés também pode predispor às lesões. Terrenos duros tendem a aumentar a sobrecarga mecânica sobre ossos e articulações, em razão de sua baixa capacidade de absorção de impacto. (BONANNO et al, 2017).

### FATORES DE RISCO INTRÍNSECOS

Este item abrange parâmetros como idade, etnia, sexo, densidade e estrutura óssea, além de achados sistêmicos, como desequilíbrios hormonais, menstruais, metabólicos e nutricionais, alterações do sono ou até presença de doenças do colágeno.

Características biomecânicas do indivíduo parecem estar diretamente relacionadas ao aparecimento das fraturas por estresse.

Quando comparadas aos homens em relação à idade, observa-se que as mulheres são acometidas precocemente em razão de sua fisiologia e biomecânica, além da influência dos aspectos relacionados à “triáde da mulher atleta”, que inclui distúrbios alimentares (baixa ingestão de cálcio e anorexia), distúrbios menstruais (menarca tardia, oligomenorreia ou amenorreia) e baixa densidade óssea. (BARRACK et al, 2014).

Nos atletas do sexo masculino, as lesões por estresse podem estar relacionadas com a baixa taxa de hormônios sexuais, principalmente a testosterona. Os níveis de testosterona podem diminuir 25% após dois dias consecutivos de treinamento de alta intensidade. A testosterona inibe a interleucina-6, o que resulta no aumento da atividade osteoclástica. (TENDEFORDE et al, 2013).

O desequilíbrio metabólico e hormonal pode diminuir a atividade de osteoblastos e aumentar a reabsorção óssea, reduzindo, conseqüentemente, a capacidade de reparação de microdanos. (BARRACK et al, 2014).

As principais características biomecânicas, encontradas com frequência na gênese das fraturas por estresse dos membros inferiores, incluem largura e área de secção transversa da tíbia, grau de rotação lateral do quadril, alinhamento em varo ou valgo da tíbia ou tornozelo, hiperpronação excessiva do tornozelo ou pé, formato dos pés (plano ou cavo) e discrepância de comprimento entre os membros. (LEMOYNE et al, 2017).

## EPIDEMIOLOGIA

Embora as fraturas por estresse possam acometer qualquer osso são mais comuns naqueles que suportam o peso corpóreo, especialmente os membros inferiores (coluna lombar, anel pélvico, fêmur, tíbia, fíbula e pé). A incidência de fraturas por estresse, de modo geral, é menor do que 1% na população total e varia de acordo com o tipo de atividade praticada. Assim, nos esportes que demandam sobrecargas elevadas, o indivíduo está mais propenso a desenvolver esse tipo de lesão. Dançarinos, corredores e ginastas são considerados grupos de alto risco. (SOBHANI et al, 2012).

As fraturas por estresse da tíbia e da fíbula ocorrem mais comumente entre atletas que participam de atividades que envolvem caminhadas, corridas ou saltos prolongados. Embora mais comuns entre corredores, quando a incidência pode chegar a 15%, essas lesões também ocorrem entre ginastas, bailarinos, jogadores de futebol e basquete. (FIELDS, 2022).

Em corredores, cerca de 70% a 80% dos distúrbios são decorrentes de lesões por uso excessivo, principalmente envolvendo joelho, tornozelo, pé e perna. O joelho e as regiões da perna foram responsáveis por mais da metade de todas as lesões relatadas. (KAKOURIS et al, 2021).

As fraturas por estresse do fêmur são incomuns e mais comumente associadas à corrida. A incidência é maior em atletas que participam de corridas de longa distância. (JACKSON, 2022).

Uma série de fatores que aumentam as cargas de suporte de peso em determinados metatarsos ou diminuem a capacidade dos metatarsos de lidar com essas cargas predispõem os indivíduos a fraturas por estresse. As fraturas por estresse do segundo, terceiro e quarto metatarsos representam 90% de todas as fraturas por estresse do metatarso. (CLUGSTON et al, 2023).

As fraturas por estresse dos membros superiores representam aproximadamente 3 a 8% de todas as fraturas por estresse. O arremesso acima da cabeça é o mecanismo mais comum, mas a contração muscular violenta durante atividades como queda de braço ou levantamento de peso também é uma causa frequente. (YOUNG, 2023).

A fadiga muscular de arremessos repetitivos e mau condicionamento provavelmente contribuem para o desenvolvimento de fraturas por estresse. Fraturas

completas são mais comuns em atletas amadores por causa de sua atividade muscular irregular. (BASSET, 2021).

## MÉTODOS DIAGNÓSTICOS

A história e o exame físico costumam fornecer informações suficientes para o diagnóstico e manejo de fraturas por estresse de baixo risco. Radiografias simples são recomendadas inicialmente, mas a imagem avançada só é necessária quando há suspeita de fraturas por estresse de alto risco. A ressonância magnética é a melhor técnica de imagem para fazer um diagnóstico definitivo. (DEWEBER, 2023).

## DIAGNÓSTICO CLÍNICO

Na história clínica é imprescindível investigar os prováveis fatores de risco e realizar uma descrição detalhada da dor e de qualquer atividade física antecedente. É importante nesse momento observar se houve mudanças recentes no nível de atividade e na participação em atividades atléticas. Frequentemente os pacientes descrevem o início de um novo programa de treinamento ou mudanças significativas em seu regime de treinamento. (NARDELLI, 2012).

A queixa principal é o aparecimento de dor de início súbito e insidioso, sem história de trauma local, com piora progressiva e relacionada com a prática esportiva. A instalação do quadro doloroso ocorre geralmente entre 2 e 5 semanas após o início das atividades, no entanto, se início em menos de 24 horas, pode indicar lesão do osso esponjoso. Inicialmente a dor surge ao final dos exercícios e, à medida que ela se intensifica, pode estar presente durante toda a atividade e ser constante à deambulação. (DEWEBER, 2023).

O exame clínico revela uma área dolorosa à palpação, podendo ou não haver edema associado. A sensibilidade do osso afetado é o achado físico mais sensível para diagnosticar uma fratura por estresse. É geralmente limitada ao local da lesão, a menos que a fratura seja completa, quando a área de sensibilidade pode ser mais ampla devido a inflamação. (SCHNEIDERS et al, 2012).

## DIAGNÓSTICO POR IMAGEM

Após análise da história e do exame clínico, pode-se utilizar radiografia simples, cintilografia óssea, tomografia computadorizada e a ressonância magnética para auxílio diagnóstico.

## RADIOGRAFIA

Radiografias simples devem ser obtidas inicialmente e são úteis quando positivas devido à alta especificidade, mas têm baixa sensibilidade. O valor da radiografia simples é limitado por uma alta taxa de falsos negativos. (WRIGHT et al, 2016).

Radiografias geralmente são normais nas primeiras duas a três semanas após o início dos sintomas, e os achados podem levar meses para aparecer. Elevação periosteal, espessamento cortical, esclerose e linha de fratura estendendo-se através da cortical são exemplos de achados positivos. A elevação periosteal correlaciona-se intimamente com fratura por estresse de alto grau na ressonância magnética. (KAHANOV et al, 2015).

Se as radiografias simples forem negativas, mas a suspeita clínica permanecer alta e houver necessidade de um diagnóstico definitivo, a ressonância magnética é recomendada porque é sensível e específica. (WRIGHT et al, 2016).

Embora as radiografias possam revelar alterações ósseas associadas a este tipo de lesão, os achados costumam ser normais. Além de serem afetadas pelo tempo de

início dos sintomas, as anormalidades radiográficas também variam de acordo com a localização esquelética da fratura por estresse. Enquanto as radiografias são geralmente o primeiro teste diagnóstico solicitado, sua sensibilidade é apenas aproximadamente 10% nos estágios iniciais da lesão. Se os resultados da radiografia padrão forem negativos na presença de achados clínicos preocupantes, eles devem ser complementados com exames de imagem que têm maior sensibilidade para lesões por estresse ósseo. (NATTIV et al, 2013).

Figura 3 - Fratura por estresse em tíbia com espessamento periosteal.



Fonte: FIELDS, 2023.

Figura 4 - Fratura por estresse em tíbia com linha de fratura.



Fonte: FIELDS, 2023.

## CINTILOGRAFIA ÓSSEA

Estudos como a cintilografia óssea trifásica são tradicionalmente usados na investigação diagnóstica porque podem mostrar evidências de fratura por estresse dentro de dois a três dias após a lesão e têm alta sensibilidade (84 a 100%). No entanto sua especificidade é baixa. Cerca de 40% dos achados positivos remetem a locais assintomáticos. (CLUGSTON et al, 2023).

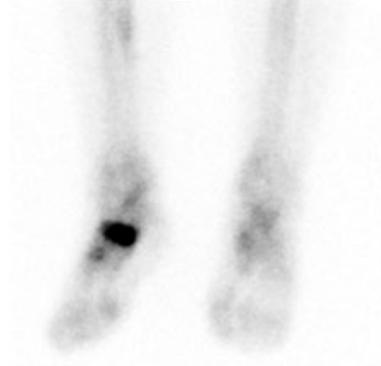
As cintilografias ósseas também podem ser falso-positivas em caso de dores nas canelas. Áreas de captação aumentada podem indicar locais de remodelação óssea ou reações de estresse e são achados subclínicos frequentes. O aumento da captação também pode ocorrer em consequência de tumores ósseos, osteomielite ou necrose avascular. Devido a essas limitações, a ressonância magnética é superior a cintilografia óssea como o estudo diagnóstico de escolha quando as radiografias simples são negativas e é necessária a confirmação da hipótese de fratura por estresse. (DEWEBER, 2023).

Figura 5 - Fratura por estresse em fíbula distal.



Fonte: BANKS, 2023.

Figura 6 - Fratura por estresse em navicular.



Fonte: BANKS, 2023.

## TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA

A tomografia computadorizada (TC) é usada como adjuvante se houver suspeita de lesão óssea extensa, pois fornece maior detalhe anatômico do osso. Apesar de ser um exame mais acessível na rede de saúde e da capacidade de visualização das fraturas, a tomografia computadorizada não é um exame de rotina para o diagnóstico da fratura por estresse, com exceção das fraturas do calcâneo, navicular e coluna lombar, podendo ser utilizada para exclusão de patologias como infecções e tumores ósseos. (NARDELLI, 2012).

A TC é limitada como modalidade primária de diagnóstico por imagem, isto é, no início da lesão, por sua alta taxa de falsos negativos. Pode ser considerada se a ressonância magnética não estiver disponível ou for inconclusiva, mas também é útil como um estudo auxiliar quando as radiografias simples são positivas e há suspeita de lesão óssea extensa, pois fornece maior detalhe anatômico do envolvimento ósseo. No cenário de uma radiografia simples negativa e uma cintilografia óssea positiva, a TC pode diferenciar entre fratura e reação de estresse ou outras condições do osso, como tumor ou osteomielite. (WRIGHT et al, 2016).

Em uma revisão de 62 fraturas por estresse do navicular, a TC foi realizada inicialmente em 38 pacientes e foi 100% sensível, enquanto a RM foi realizada inicialmente em 49 pacientes e demonstrou 71% de sensibilidade. (BEUTLER et al, 2023).

Figura 7 - Fratura por estresse em tíbia medial.



Fonte: Shailaja Muniraj, 2018 (Radiopaedia.org).

## RESSONÂNCIA MAGNÉTICA

A ressonância magnética (RM) apresenta sensibilidade próxima ou maior que a cintilografia óssea, com a vantagem de apresentar maior especificidade e não ser um exame invasivo. As imagens permitem avaliar toda a extensão da lesão, assim como a intensidade do processo inflamatório, além de auxiliar no diagnóstico diferencial e no seu estadiamento, itens importantes para analisar o prognóstico e estimar o tempo de recuperação. (NATTIV et al, 2013).

Em muitos casos, a partir da RM é possível distinguir condições patológicas que não podem ser diferenciadas com a cintilografia, devido à maior especificidade da primeira. Além disso, a ressonância magnética pode demonstrar edema periosteal, principalmente em casos de síndrome do estresse tibial medial. No entanto, as fraturas por estresse geralmente apresentam edema da medula óssea e às vezes é possível identificar a linha de fratura em casos graves. (HOENIG et al, 2022).

Figura 8 - Fratura por estresse em fíbula distal.



Fonte: Chris O'Donnell, 2012 (Radiopaedia.org).

Figura 9 - Fratura por estresse em colo femoral.



Fonte: Andrew Dixon, 2015 (Radiopaedia.org).

Figura 10 - Fratura por estresse em maléolo medial.



Fonte: Clínica Ortopédica, 2012.

## CLASSIFICAÇÃO

A presença de um sistema de classificação para as fraturas por estresse por meio da cintilografia óssea ou da ressonância magnética permite um planejamento mais adequado do tratamento. Trata-se de métodos de imagem importantes no estadiamento das fraturas e, conseqüentemente, otimização do tempo de recuperação. (NARDELLI, 2012).

Clinicamente, as fraturas por estresse são divididas em alto e baixo risco, de acordo com a sua localização, pois esta prediz a chance de complicações e, conseqüentemente, de o tratamento indicado ser cirúrgico ou conservador. (DEWEBER, 2023).

As localizações mais frequentes das fraturas de baixo risco apresentam uma história natural favorável, pois geralmente acometem regiões submetidas a forças de compressão, respondendo bem às mudanças de treinamento. Ademais, apresentam consolidação óssea adequada, baixo índice de recorrência, pseudoartrose ou evolução para fraturas completas. (MCLNNIS et al, 2016).

As fraturas de alto risco não apresentam uma história natural favorável devido ao diagnóstico tardio e atraso no início do tratamento. Podem apresentar alta taxa de recorrência, evoluir com retardo de consolidação, pseudoartrose ou fratura completa, vindo a necessitar de tratamento cirúrgico. (MCLNNIS et al, 2016).

Em um segundo momento, a gravidade da lesão deve ser avaliada através de ressonância nuclear magnética e pode variar desde o acometimento restrito do perióstio (grau 1) até o aparecimento de microfraturas e fraturas completas com ruptura da cortical óssea (grau 4), segundo a classificação de Fredericson. (DOBRINDT et al, 2012).

Figura 11 - Classificação de Fredericson.

Estágio da lesão	
0	Normal
1	Edema periosteal
2	Edema periosteal e medular em imagens ponderadas em T2
3	Edema periosteal e medular em imagens ponderadas em T1 e T2
4	Edema periosteal e medular com linha de fratura visível

Fonte: Revista Brasileira de Ortopedia, 2016.

## TRATAMENTO

A princípio, o planejamento terapêutico de fraturas por estresse baseia-se em diagnóstico clínico precoce, identificação e avaliação dos fatores de risco, manutenção

do condicionamento cardiovascular e utilização de medidas terapêuticas para controle da dor e limitação funcional. (NARDELLI, 2012).

Se uma fratura por estresse for fortemente suspeitada clinicamente ou for confirmada por imagem, a intervenção precoce é necessária para reduzir a dor, promover a cicatrização e prevenir mais danos ósseos. Quanto mais cedo o tratamento for iniciado, mais rápido o paciente retornará à plena atividade. (DEWEBER, 2023).

As fraturas por estresse de baixo risco apresentam grande tendência à consolidação, apenas com mudanças dos métodos de treinamento. O tratamento inicial é realizado com repouso relativo, uso de medicamentos e retirada dos fatores desencadeantes da dor. À medida que ocorre o controle da dor, o paciente deve iniciar seu retorno à prática esportiva, com atividades para manutenção cardiovascular e exercícios de baixo impacto. (HOENIG et al, 2023).

Para controle da dor, inicia-se o uso de analgésicos e anti-inflamatórios não hormonais e é indicada a limitação da atividade física e retirada dos fatores predisponentes da dor. Uma vez controlada a dor, inicia-se o uso de medidas de suporte para a manutenção do condicionamento físico e reequilíbrio muscular. (DEWEBER, 2023).

A correção dos gestos esportivos e do volume de treinamento, o uso correto dos calçados e equipamentos, a realização da prática esportiva em lugares adequados, sob temperaturas ideais, são fatores importantes que devem ser analisados durante o planejamento terapêutico. (MALLEE et al, 2015).

As fraturas de alto risco ocorrem em áreas de tensão, apresentando grande possibilidade de falha do tratamento conservador ou de progressão da fratura, podendo ser necessário um tratamento mais agressivo. (MALLEE et al, 2015).

Atletas de alto rendimento, com fraturas de alto risco e que necessitam de retorno rápido à prática esportiva, devem ser tratados cirurgicamente. (HOENIG et al, 2023).

## MATERIAL E MÉTODO

Este trabalho teve como finalidade a realização de um estudo com o objetivo de compreender desde a etiopatogenia das fraturas por estresse, dentro do conjunto das lesões esportivas, até suas repercussões nos exames de imagem.

Para este fim, foi feita uma revisão bibliográfica narrativa cuja triagem foi feita a partir do ano de publicação (de 2010 a 2023). Ao buscá-los, foram utilizados os seguintes descritores: fratura por estresse, atletas, fatores de risco, epidemiologia, diagnóstico. Nos acervos Pubmed, UpToDate, Scielo e EBSCO foram encontrados 119 artigos relacionados ao tema de estudo. Destes, uma amostra de 62 publicações foi selecionada para análise e redação do trabalho.

## DISCUSSÃO

Dentro das lesões esportivas, as fraturas por estresse são uma das mais frequentes e sua incidência depende de determinadas características intrínsecas, como sexo e idade. Enquanto Deweber (2022) aponta que a incidência de fraturas por estresse é maior entre 17 e 26 anos, Tendeforde (2013) menciona que, no sexo masculino, a baixa testosterona é um importante predisponente a esse tipo de lesão. De maneira semelhante, as mulheres são acometidas precocemente em razão de sua fisiologia e biomecânica, isso porque o hipoestrogenismo é um importante fator de risco no sexo feminino, segundo Barrack (2014) e Wright (2015).

Outro aspecto importante no estudo da epidemiologia das lesões por estresse são os sítios anatômicos mais frequentes. De acordo com Sobhani (2012), as lesões por estresse são mais comuns nos ossos que suportam o peso corpóreo, especialmente os membros inferiores, no entanto Young (2023) complementa que apesar de as lesões em

membros superiores serem menos frequentes, a localização varia conforme a modalidade esportiva em questão.

Atualmente dispõe-se de diversos métodos de imagem auxiliares ao diagnóstico e que variam quanto à acurácia. Em uma revisão por Beutler (2023), a tomografia computadorizada foi 100% sensível, enquanto a ressonância magnética demonstrou 71% de sensibilidade. No entanto, para Wright (2016), a TC é limitada como modalidade primária de diagnóstico por imagem em função da alta taxa de falsos-negativos. A ressonância magnética apresenta sensibilidade próxima ou maior que a cintilografia óssea, com a vantagem de apresentar maior especificidade e não ser um exame invasivo, por isso deve ser o exame de escolha para diagnóstico definitivo segundo Nattiv (2013) e Clugston (2023).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As fraturas por estresse são lesões decorrentes de sobrecarga repetitiva nas estruturas ósseas sem um intervalo adequado de recuperação e são comumente observadas em atletas de diversas modalidades esportivas.

Os principais fatores de risco para fraturas por estresse incluem aumento repentino da intensidade de exercícios, falta de descanso adequado e alterações na biomecânica do corpo. Essas lesões são mais comuns em ossos como tíbia, metatarsos, fíbula e calcâneo.

A escolha do método de imagem depende do estágio da lesão, da localização e da disponibilidade dos recursos. Em alguns casos, pode ser necessário combinar diferentes métodos de imagem para obter um diagnóstico preciso. A ressonância magnética é considerada o método de imagem mais sensível e específico para o diagnóstico de fraturas por estresse. Ela pode detectar pequenas fissuras ósseas e fornecer informações detalhadas sobre a extensão da lesão.

O diagnóstico precoce e o tratamento adequado são essenciais para haver recuperação completa e prevenção de complicações.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, C. G. SCHARHAG, J. Athlete: A working definition for medical and health sciences research. *Scand. J. Med. Sci. Sports* 2016, 26, 4-7.
- ASTUR, D. et al. Fraturas por estresse: definição, diagnóstico e tratamento. São Paulo: Revista Brasileira de Ortopedia, 2016. v. 51, n.1, p. 3-10.
- AYESA S. Vertebral compression fracture. Case study, Radiopaedia.org 2020.
- BARRACK M. T. et al. Higher incidence of bone stress injuries with increasing female athlete triad-related risk factors: a prospective multisite study of exercising girls and women. *Am J Sports Med*, 2014; 42:949.
- BASSET, R. Stress fractures of the humeral shaft. 2021.
- BEUTLER, A. et al. Stress fractures of the tarsal (foot) navicular. 2023.
- BEUTLER, A. Princípios gerais de tratamento de fraturas: consolidação óssea e descrição da fratura. 2023.
- BIASOLI A. J. R. Técnicas radiográficas: princípios físicos, anatomia básica, posicionamento, radiologia digital, tomografia computadorizada. Antônio Biasoli Jr. 2. ed. Rio de Janeiro: Rubio, 2016.
- BONANNO D. R. et al. Effectiveness of foot orthoses and shock-absorbing insoles for the prevention of injury: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med* 2017; 51:86.

- CALLAHAN, L. Overview of running injuries of the lower extremity. 2023.
- CASTROPIL W. et al. Prognostic value of focal scintigraphic findings in clinically suspected cases of tibial stress fracture. *Radiologia Brasileira*, 2018; 51(4), 225-230.
- CLUGSTON J., et al. Stress fractures of the metatarsal shaft. 2023.
- DEWEBER, K. Overview of stress fractures. 2023.
- DOBRINDT O. et al. Estimation of return-to-sports-time for athletes with stress fracture - an approach combining risk level of fracture site with severity based on imaging. *BMC Musculoskelet Disord*, 2012; 13:139.
- FRANCO M. F. et al. Prevalence of overuse injuries in athletes from individual and team sports: A systematic review with meta-analysis and GRADE recommendations. *Braz J Phys Ther* 2021, 25(5):500-513.
- FREDERICSON M. et al. Tibial stress reaction in runners. Correlation of clinical symptoms and scintigraphy with a new magnetic resonance imaging grading system. *Am J Sports Med* 1995; 23:472.
- HOENIG T. et al. Does Magnetic Resonance Imaging Grading Correlate With Return to Sports After Bone Stress Injuries? A Systematic Review and Meta-analysis. *Am J Sports Med*, 2022; 50:834.
- HOENIG T. et al. Return to sport following low-risk and high-risk bone stress injuries: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med* 2023; 57:427.
- JACKSON, J. Femoral stress fractures in adult. 2022.
- JUNIOR A. et al. Triathlete with Multiple Stress Fractures in Lower Limbs: Case Report and Literature Review. *Rev Bras Ortop* 2021;56(6):813-818.
- JUNQUEIRA, L. C. U., CARNEIRO, J. *Histologia básica*. 12.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013.
- KAHANOV L. et al. Diagnosis, treatment, and rehabilitation of stress fractures in the lower extremity in runners. *Open Access J Sports Med*, 2015; 6:87-95.
- KAKOURIS N. et al. A systematic review of running-related musculoskeletal injuries in runners. *J Sport Health Sci*. 2021. 10(5):513-522.
- KNAPIK J. J. et al. Stress Fractures: Etiology, Epidemiology, Diagnosis, Treatment, and Prevention. *J Spec Oper Med*. 2017; 17(2):120-130.
- LEMOYNE J. et al. Analyzing injuries among university-level athletes: prevalence, patterns and risk factors. 2017.
- LOPEZ-VALENCIANO, A. et al. Epidemiology of injuries in professional football: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*. 2019.
- MALLEE W. H. et al. Surgical versus conservative treatment for high-risk stress fractures of the lower leg (anterior tibial cortex, navicular and fifth metatarsal base): a systematic review. *Br J Sports Med* 2015; 49:370.
- MALLEE W. H. et al. Surgical versus conservative treatment for high-risk stress fractures of the lower leg (anterior tibial cortex, navicular and fifth metatarsal base): A systematic review. *Br J Sports Med* 2015; 49:370-376.
- MATCUK, G. R. Stress fractures: pathophysiology, clinical presentation, imaging features, and treatment options. 2016.

- MCKENNA E. et al. Clinician approach to diagnosis of stress fractures including bisphosphonate-associated Fractures Q J Med 2014; 107:99-105.
- MCLNNIS K. C.; RAMEY, L. N. High-Risk Stress Fractures: Diagnosis and Management. PM R. 2016
- NARDELLI, J. C. C. Fraturas por estresse. Clínica Ortopédica. 1. ed. Barueri: Manole, 2012. v. 2, p. 1818-1834.
- NATTIV A. 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; 41:1930.
- ROMBALDI, A. J. et al. Prevalência e fatores associados à ocorrência de lesões durante a prática de atividade física. Revista Brasileira de Medicina do Esporte. 2014, v. 20, n. 3, pp. 190-194.
- SCHIEFER M. et al. Humerus Diaphyseal Stress Fracture in a Teenage Tennis Athlete: Case Report. Rev Bras Ortop 2021;57(1):175-179.
- SCHNEIDERS A. G. et al. The ability of clinical tests to diagnose stress fractures: a systematic review and meta-analysis. J Orthop Sports Phys Ther, 2012; 42:760.
- SOBHANI, S. et al. Epidemiology of ankle and foot overuse injuries in sports: A systematic review. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 2012; 23(6), 669-686.
- TENDEFORDE A. S. et al. Identifying sex-specific risk factors for stress fractures in adolescent runners. Med Sci Sports Exerc, 2013; 45:1843-51.
- WRIGHT A. A. et al. Diagnostic Accuracy of Various Imaging Modalities for Suspected Lower Extremity Stress Fractures: A Systematic Review With Evidence-Based Recommendations for Clinical Practice. Am J Sports Med, 2016; 44:255.
- WRIGHT A. A. et al. Risk factors associated with lower extremity stress fractures in runners: a systematic review with meta-analysis. Br J Sports Med, 2015; 49:1517.
- YOUNG, C. Throwing injuries of the upper extremity: Clinical presentation and diagnostic approach. 2023.