



**FACULDADE LOGOS  
CURSO DE RADIOLOGIA**

**HELEN BEATRIZ DE JESUS REIS**

**A UTILIZAÇÃO DA RESSONÂNCIA MAGNÉTICA NO DIAGNÓSTICO DE  
FRATURA ÓSSEA POR ESTRESSE TIBIAL EM CORREDORES**

Novo Gama - GO  
2021

HELEN BEATRIZ DE JESUS REIS

**A UTILIZAÇÃO DA RESSÔNANCIA MAGNÉTICA NO DIAGNÓSTICO DE  
FRATURA ÓSSEA POR ESTRESSE TIBIAL EM CORREDORES**

Trabalho apresentado para conclusão de curso da Faculdade Logos, Novo Gama/GO, como parte dos requisitos para obtenção do título de Tecnólogo em Radiologia.

Co-orientador: Prof.<sup>a</sup> Msc. Angélica dos Santos Brás

Orientador: Prof<sup>o</sup> Msc. Lucas Duarte Maciel Pinheiro Freire Barbosa

Novo Gama - GO

2021

**HELEN BEATRIZ DE JESUS REIS, A UTILIZAÇÃO DA RESSONÂNCIA MAGNÉTICA NO DIAGNÓSTICO DE FRATURA ÓSSEA POR ESTRESSE TIBIAL EM CORREDORES.** Trabalho para Conclusão de Curso apresentada à Faculdade Logos, do Novo Gama/GO para obtenção do título de Tecnólogo em Radiologia.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. \_\_\_\_\_ Instituição \_\_\_\_\_

Julgamento \_\_\_\_\_ Assinatura \_\_\_\_\_

Prof. \_\_\_\_\_ Instituição \_\_\_\_\_

Julgamento \_\_\_\_\_ Assinatura \_\_\_\_\_

Prof. \_\_\_\_\_ Instituição \_\_\_\_\_

Julgamento \_\_\_\_\_ Assinatura \_\_\_\_\_

Prof. \_\_\_\_\_ Instituição \_\_\_\_\_

Julgamento \_\_\_\_\_ Assinatura \_\_\_\_\_

Dedico o presente trabalho a minha mãe, que sempre esteve ao meu lado me motivando a continuar, ao meu esposo por todo esforço em ajudar a financiar os meus estudos e colegas de curso, que assim como eu concluiu uma fase difícil na vida acadêmica.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus por colocar em meu coração a decisão de iniciar este curso e me ajudar a vencer todos os obstáculos encontrados, por me dar forças e me fazer acreditar em mim mesma, pela minha vida, minha saúde e determinação para não desanimar durante a realização deste estudo.

Agradeço aos meus pais, irmãos e esposo por todo apoio, positividade e companheirismo, sou grata a família que tenho por nunca me desamparar em nenhuma etapa da minha vida.

Aos amigos com quem convivi intensamente. Agradeço pela troca de experiência que me permitiu crescer não só como pessoa, mas também como formanda.

Obrigada a todos os professores que me acompanharam nesta jornada, todos vocês são essenciais no meu processo de formação. Dedicaram tempo e trabalho para repassar todos os conhecimentos adquiridos, na função de complementar o nosso aprendizado, gratidão por todos vocês. Em especial ao orientador Lucas Pinheiro por toda paciência e disponibilidade, à co-orientadora Angélica Brás por me auxiliar nos estudos científicos e a professora Maria do Socorro, que chegou no último semestre e fez toda diferença em minha formação. À Faculdade Logos, pela oportunidade de realização do curso.

Deixo o meu agradecimento a todos que fizeram parte deste sonho, obrigada por ajudarem a tornar realidade.

*Dificuldades e obstáculos são fontes valiosas de saúde e força para qualquer sociedade.*

*(ALBERT EINSTEIN)*

**A UTILIZAÇÃO DA RESSONÂNCIA MAGNÉTICA NO DIAGNÓSTICO DE  
FRATURA POR ESTRESSE ÓSSEO TIBIAL EM CORREDORES**  
THE USE OF MAGNETIC RESONANCE IN THE DIAGNOSIS OF TIBIAL BONE  
STRESSE FRACTURE IN RUNNERS

HELEN BEATRIZ DE JESUS REIS,  
FALOG - Faculdade Logos, Novo Gama- GO, Brasil.

[helenbia27@gmail.com](mailto:helenbia27@gmail.com)

ANGÉLICA DOS SANTOS BRÁS,  
FALOG - Faculdade Logos, Novo Gama- GO, Brasil.

[angelicads.bras@hotmail.com](mailto:angelicads.bras@hotmail.com)

LUCAS DUARTE MACIEL PINHEIRO FREIRE BARBOSA

FALOG - Faculdade Logos, Novo Gama- GO, Brasil.

[lucas.duarte@falog.edu.br](mailto:lucas.duarte@falog.edu.br)

## RESUMO

A corrida é uma modalidade esportiva popular e tornou-se uma ferramenta para adquirir um estilo de vida saudável, o movimento de impacto e repetitivo pode aumentar do risco de fratura por estresse (FE) em corredores. A lesão por estresse ósseo tibial em corredores ocorre como o resultado de um número repetitivo de movimentos em determinada região que pode levar a fadiga e desbalanço da atuação dos osteoblastos e osteoclastos, levando a fratura por estresse. A tíbia é o segundo maior osso do corpo humano, suporta grande parte do peso corporal e é o osso mais fraturado por estresse em corredores. Sintomas comuns acarretado pela lesão tibial são o enfraquecimento, a dor e sensibilidade local no eixo medial da tíbia, sendo ela progressiva e se torna mais intensa ao pisar ou correr devido ao peso, pressão e constante movimento que está sendo voltada a tíbia. Os exames de diagnóstico por imagem atuam no auxílio de informações patológicas não visíveis a olho nu, principalmente a ressonância magnética (RM). Sendo assim o objetivo deste estudo é mostrar a sensibilidade da RM no diagnóstico de FE tibial, além de evidenciar os benefícios ao paciente em sua recuperação. De acordo com os estudos apresentados a ressonância magnética mostrou ser a melhor técnica de exame por imagem para o diagnóstico da lesão, visto que não utiliza radiação ionizante e possui sensibilidade e especificidade altíssima.

**Palavras-chave:** Fratura por estresse, estresse ósseo tibial, ressonância magnética e corredores

## ABSTRACT

Running is a popular sport and has become a tool for achieving a healthy lifestyle, impact and repetitive movement can increase the risk of stress fracture (SF) in runners. Tibial bone stress injury in runners occurs as a result of a repetitive number of movements in a certain region that can lead to fatigue and unbalance in the performance of osteoblasts and osteoclasts, leading to stress fractures. The tibia is the second largest bone in the human body, supports much of the body's weight and is the most stress fractured bone in runners. Common symptoms caused by the tibial lesion are weakness, pain and local tenderness in the medial axis of the tibia, which is progressive and becomes more intense when stepping or running due to the weight, pressure and constant movement that is being turned to the tibia. Diagnostic imaging tests work to aid in pathological information not visible to the naked eye, especially magnetic resonance imaging (MRI). Therefore, the aim of this study is to show the sensitivity of MRI in the diagnosis of tibial EF, in addition to showing the benefits to the patient in his recovery. According to the studies presented, magnetic resonance imaging proved to be the best imaging technique for diagnosing the lesion, as it does not use ionizing radiation and has very high sensitivity and specificity.

**Keywords:** Stress fracture, tibial bone stress, magnetic resonance and runners



## INTRODUÇÃO

A corrida é uma modalidade esportiva popular como ferramenta para buscar um estilo de vida saudável, segundo Puelo e Milroy (2011, p. 23) “O treinamento de corrida traz benefícios particularmente aos sistemas cardiovascular e cardiorrespiratório,” porém, deve-se dar a atenção devida que o esporte sugere. O movimento de impacto e repetitivo pode aumentar do risco de fratura por estresse (FE) em corredores. Dentre os membros tanto superiores quanto inferiores, o mais comum de ocorrer a FE é a tíbia (MEARDON *et al.*, 2015).

A tíbia é um par de ossos, que faz parte do esqueleto apendicular inferior, são ossos considerados longos, no qual sua espessura e sua largura são menores que seu comprimento. Contém epífise proximal, diáfise (corpo) e epífise distal e é responsável por suportar a carga corporal. A epífise proximal da tíbia articula-se com o osso fêmur na parte distal e na parte proximal do osso fibular, e a epífise distal é articulada com os ossos do tarso e a fíbula distal (JÚNIOR, p. 59, 2020).

A lesão por estresse ósseo tibial em corredores sobrevém por uma falha no sistema esquelético em suportar a sobrecarga e as longas repetições de locomoção dos membros inferiores no decorrer da corrida, podendo ser classificadas como lesões leves e/ou lesões graves. O primeiro tipo é caracterizado por pequenas poças de sangue que se formam dentro do osso causando fortes dores no local (edema periosteal), entretanto, o segundo define-se pela identificação através do exame de imagem, apontando traços de fratura óssea (TENFORD; KRAUS e FREDERICSON, 2016).

Em aspectos de incidência, a tíbia é o osso mais fraturado por estresse em corredores (23,6%), seguido pelo navicular do tarso (17,6%), os metatarsos (16,2%), fêmur (6,6%) e a pelve com o menor índice de FE (1,6%), em consequência os membros inferiores são responsáveis por 80% a 90% de todas as lesões por estresse ósseo (KAHANOV *et al.*, 2015).

Astur *et al.*, (2015) afirma que os exames de imagem são extremamente importantes para identificar uma FE, dentre eles destacam-se a radiografia simples (Raio-X) traçada pela facilidade de acesso e com baixo custo, porém com alta taxa de falsos negativos provocando dificuldade na identificação prévia. A tomografia computadorizada (TC), que apresenta alta definição óssea e manipula o uso de

radiação ionizante, além disso, o estudo de Kahanov (2015) mostra que pode ser utilizada quando houver alguma restrição a ressonância magnética (RM), pois o mesmo não proporciona a sensibilidade de avaliação conjunta de tecido que a RM fornece.

A cintilografia óssea que possui alta sensibilidade, mas deixa a desejar no quesito de alta exposição ao paciente com dose elevada de radiação ionizante e baixa especificidade (VIANA, 2020).

Por sua vez, a RM não utiliza radiação ionizante, beneficiando o paciente com o método abordado por ela, e, contém uma força magnética, capaz de alinhar as moléculas de hidrogênio do corpo humano com o campo magnético, segundo Júnior *et al.*, (2018) “O aparelho emite ondas de radiofrequência que interagem com as moléculas de hidrogênio e retornam em forma de sinal que é captado e transformado em imagem pelo computador”. Estudos mostram que a RM é a mais eficiente para diagnóstico de fratura por estresse ósseo tanto precoce quanto tardio (PEREIRA *et al.*, 2014; KAHANOV *et al.*, 2015).

Sendo assim o objetivo deste estudo é mostrar a sensibilidade da RM no diagnóstico de FE tibial, além de evidenciar os benefícios ao paciente em sua recuperação.

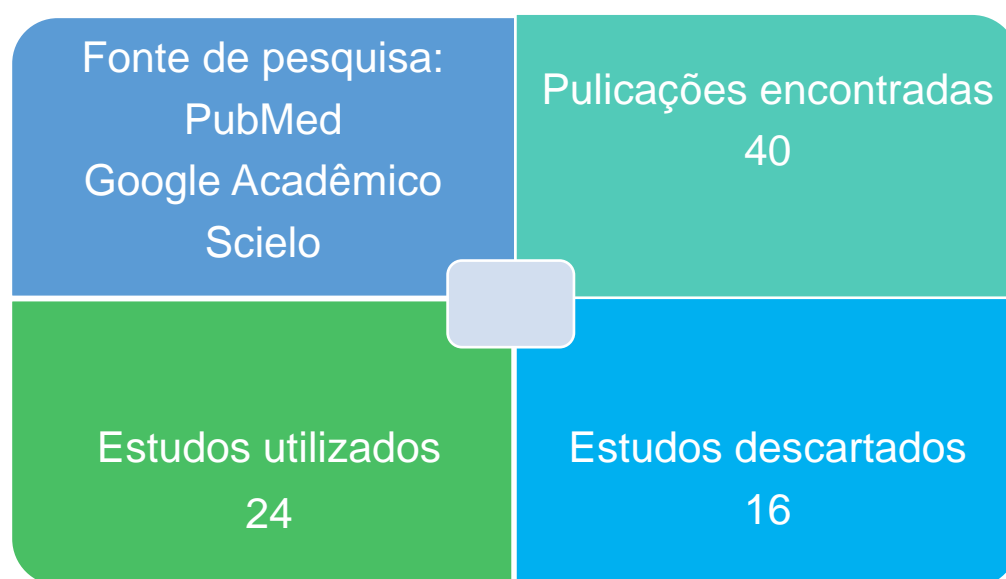
## **METODOLOGIA**

Esta revisão de literatura foi elaborada com o intuito de apresentar o exame de imagem mais benéfico ao paciente para o diagnóstico de fratura por estresse ósseo. Para a elaboração desta pesquisa científica, foram seguidas as seguintes etapas: realizou-se a seleção dos artigos científicos relevantes ao tema, estabelecimento de critérios de inclusão e exclusão de artigos; análise da discussão e resultados proporcionando conhecimento sobre fratura por estresse ósseo tibial. A pesquisa bibliográfica foi realizada através de site científicos e livros: Google Acadêmico, Scielo e PubMed.

Para conduzir a produção deste artigo, foram utilizadas algumas palavras chaves como: fratura por estresse, estresse ósseo tibial, ressonância magnética e

corredores. Com base nas palavras-chave foram encontrados aproximadamente 400 trabalhos publicados, 40 estudos foram pesquisados analisando temas e resumos, 16 artigos foram excluídos, pois não tinham o objetivo desta pesquisa e 24 artigos foram incluídos. Os critérios de exclusão foram artigos publicados e artigos não relacionados ao tema. Os critérios de inclusão foram trabalhos científicos publicados nos últimos doze anos, ou seja, 2009 a 2021 que são relevantes ao tema, nos idiomas português e inglês.

**Tabela 1:** Fluxograma



Fonte: Próprio autor (2021)

## RESULTADOS

**Tabela 2:** Referências base para desenvolvimento do artigo.

Título do artigo	Autores	Ano
Anatomia da corrida	PULEO, Joe, MILROY, Patrick	2011
Bone stress in runners with tibial stress fracture	MEARDON, S. A. et al.	2015
Anatomia Humana Sistemática Básica.	JÚNIOR, Braz José Do Nascimento	2020

Bone Stress Injuries in Runners	TENFORD, Adam S; KRAUS, Emily; FREDERICSON, Michael.	2015
Diagnosis, treatment, and rehabilitation of stress fractures in the lower extremity in runners	KAHANOV, Leamor. <i>et al.</i> ,	2015
Stress fractures: definition, diagnosis and treatment	ASTUR, DC, <i>et al.</i> ,	2015
Síndrome do estresse tibial medial em militares	VIANA, Victor Antônio Santos	2020
Fraturas de vértebras torácicas em imagem de ressonância magnética	JÚNIOR, Aguinaldo Alves de Paiva	2018
Classificação Semiautomática De Fraturas Vertebrais Por Compressão Em Imagens De Ressonância Magnética	PEREIRA, Lucas Frighetto, <i>et al.</i> ,	2014
Management and Prevention of Bone Stress Injuries in Long-Distance Runners	WARDEN, Stuart J., Davis, Irene S., Fredericson, Michael.	2014
Análise Da Técnica De Corrida Por Meio De Variáveis Biomecânicas Em Corredores De Rua De Diferentes Faixas Etárias	RODRIGUES, Mário Eduardo Santos	2019
Anatomia do Corpo Humano	SANTOS, Aretha de Fátima do Amaral	2019
Anatomia Humana	DUARTE, Hamilton Emidio	2014
Anatomia Geral	FILHO, Eládio Pessoa de Andrade Filho; PEREIRA, Francisco Carlos Ferreira	2015
Fratura por estresse segmentária na tíbia em corredora recreacional	LUCIANO, Alexandre de Paiva; <i>et al.</i> ,	2013
Fraturas Por Estresse Da Tíbia No Treinamento Físico Militar: Métodos De Prevenção	GOMES, Janice De Melo Rangel	2019

Abordagem fisioterapêutica no tratamento da síndrome do estresse tibial medial – canelite em corredores de rua	LOPES, Igor dos Santos, <i>et al.</i> ,	2021
Abordagem fisioterapêutica no tratamento da síndrome do estresse tibial medial – canelite em corredores de rua	QUEIROZ, V. O.; CAMILO, G. B	2019
Stress fractures: pathophysiology, clinical presentation, imaging features, and treatment options	JÚNIOR, Matcuk George R. <i>et al.</i> ,	2016
Ressonância magnética: princípios de formação da imagem e aplicações em imagem funcional	MAZZOLA, Alessandro A.	2009
Importância da imagem por ressonância magnética nos estudos dos processos interativos dos órgãos e sistemas	MADUREIRA, Luiz Claudio Almeida.	2010
Ressonância Magnética E Seu Funcionamento Mecânico Para Gerar Imagens	RIBEIRO, Henrique Salles	2018
Imagem por Ressonância Magnética: Princípios Básicos	HAGE, Maria Cristina Ferrarini Nunes Soares; IWASAKI Masao	2009

**Fonte:** Próprio autor (2021)

## DESENVOLVIMENTO

A corrida inicialmente foi desenvolvida pelos antepassados pela necessidade de escapar dos predadores, até que então desenvolveram a capacidade de criar melhores formas de fugir dos problemas. Os que tinham mais agilidade na corrida se beneficiavam, pois eram esse que conseguiam obter alimento primeiro e em maior proporção, além de estar com um preparo físico melhor para fugir em situações de perigo. Os corredores mais lentos eram os primeiros a serem vencidos, não conseguiam correr devidamente para sair de um cenário perigoso e não obtinham alimentos suficientes (PULEO e MILROY, p. 14; 2011).

Os esportes começaram a serem apreciados e em honra aos deuses gregos criaram os Jogos Olímpicos, e incluíam a corrida por distâncias. Na segunda metade do século XVIII, abriram espaço para a corrida masculina em competição, a meta mais popular da época era percorrer 100 milhas em menos de 24 horas, os vencedores eram chamados de centuriões em referência aos tempos romanos. Se tornou o esporte mais popular da Inglaterra no início do século XIX no qual marcou a volta das corridas entre homens competindo de distâncias de uma cidade a outra. Após a publicidade de Londres e Nova York no final da década de setenta, correr se tornou uma atividade divertida para a população. Corredores tinham facilidade de alcançar o objetivo com mais rapidez quando apresentavam menos excesso de peso, e foram sendo associado a prática de correr a saúde, já que os avanços da ciência apontavam que as pessoas sedentárias e com excesso adiposidade tinham menor expectativa de vida. A corrida exige uma grande força, muscular, articular, dos tendões e ossos, todos precisam estar em um certo preparo para que o esporte ocorra de maneira mais segura (PULEO e MILROY, p. 14; 2011; STUART; IRENE e MICHAEL; 2014).

As articulações e ligamentos são responsáveis pelo movimento e conexão dos ossos, nomeados de glenoumeral, úmeroulnar, úmeroradial, coxofemoral, fêmuro-patelar, fêmur-tibial e tíbiotársica, estão constantemente sendo usufruídas a cada passo ao correr (RODRIGUÊS; 2019). O sistema esquelético é responsável por sustentar o corpo, proteger os órgãos vitais, armazenar sais e suprir frequentemente as células novas do sangue, já os tendões são encarregados de unir as extremidades nos ossos. Músculos tem a função de produzir o movimento corporal, proporciona a estabilidade, controla o volume dos órgãos e produz o calor (SANTOS; p. 25 e 55).

A tíbia é o segundo maior osso do corpo humano, sendo também o principal a suportar todo o peso corporal na parte medial da perna. São ossos par, e são caracterizados como longos devido sua estrutura ser de comprimento maior do que sua largura e a espessura. (DUARTE, p. 33, 2014) Dividida por epífise proximal, diáfise e epífise distal. Em sua epífise proximal articula-se com os côndilos femorais estruturando a articulação do joelho. A epífise distal articula-se com os ossos do tarso, chamado de tálus, compondo a articulação talocrural localizada no tornozelo (FILHO; PEREIRA, p. 78, 2015).

Além disso, o sistema muscular é altamente recrutado, especialmente o trapézio superior, deltoide, bíceps, *core* nos membros superiores, bem como, glúteo médio e máximo, quadríceps e posteriores da coxa, gastrocnêmicos, sóleo e tibial anterior, na área inferior (PULEO; MILROY, p. 21, 2011,).

Ao correr a tibia recruta três músculos principais, que são os gastrocnêmicos, tibial anterior e sóleo. Gastrocnêmico encontra-se na parte posterior sendo o músculo que contém o maior volume e o mais visível dentre os posteriores, é dividido em porção lateral, que se origina no côndilo lateral e na face dorsal do fêmur e a porção medial, que possui uma maior proporção e nasce no côndilo lateral. A parte inferior dos músculos se unem através no tendão de aquiles. Este músculo tem a função de desempenhar a flexão da perna e flexão plantar do pé (JÚNIOR, p. 107, 2020).

Entretanto, o músculo tibial anterior se inicia no côndilo lateral e na face proximal da diáfise da tibia, e finaliza conectando no primeiro osso metatársico, funciona realizando o movimento de dorsiflexão e inversão do pé. (FILHO; PEREIRA, p. 181, 2015). Sóleo é um músculo mais profundo, tem o início na cabeça da fíbula e na borda intrínseca da tibia, finalizando no calcanhar através do tendão calcâneo, sua função é tornar possível a flexão plantar (JÚNIOR, p. 108, 2020).

Ademais, sabe-se que a corrida é uma forma para melhora de saúde, entretanto, por conta da alta repetição de movimento, pode gerar algumas lesões musculoesqueléticas ou articulares. A fratura pode ser classificada como rompimento parcial ou total do osso, sendo diferenciada por rompimento total, que atinge inteiramente a estrutura óssea partindo por completo e o rompimento parcial é quando a lesão é incompleta fraturando parcialmente aquele tecido ósseo. A FE acontece por diversos por fatores, por exemplo, intrínsecos, que está relacionada a idade, sexo, e força muscular, fatores extrínsecos que depende do tipo e intensidade de treinamento, tipo de modalidade a ser praticada, calçados inadequados e superfície da prática ao esporte, fatores mecânicos, ligada a densidade mineral e geometria dos ossos, fatores hormonais, como a menarca retardada, transtorno menstrual e contraceptivos, fatores anatômicos apresentando desigualdade de altura na perna e regulação dos joelhos além da falta de cálcio, vitamina D e disfunção alimentícia (LUCIANO; 2013).

Dentro da modalidade de corrida, a FE decorre pôr uma pressão de movimentos contínuos junto com a soma do peso corporal e exposição óssea, no qual acontece com frequência em corredores (GOMES; 2019). A lesão acontece basicamente quando o osso não consegue ter tempo para se regenerar devido ao esforço excessivo e constante no qual a tíbia foi exposta durante a corrida, e está diretamente ligada aos músculos que não estão devidamente exercitados para suportar o impacto e proteger o osso tibial (LOPES *et al.*, 2021).

Os membros inferiores são mais comuns de serem fraturados, são responsáveis por 80% a 90% de todas as FE, segundo Kahanov (2015) “Especificamente, a incidência de fratura por estresse em corredores se aproxima de 16% de todas as lesões”. A FE pode ser desenvolvida com o índice mais baixo na pelve (1,6%) seguido do fêmur com (6,6%), metatarsos (16,2%) navicular do tarso (17,6%) e o maior índice de FE, tíbia com (23,6%) (KAHANOV, *et al.*, 2015).

Sintomas mais comuns acarretado pela FE tibial é o enfraquecimento, a dor e sensibilidade local no eixo medial da tíbia, sendo ela progressiva e se torna mais intensa ao pisar ou correr devido ao peso, pressão e constante movimento que está sendo direcionado a tíbia (MEARDON *et al.*, 2015).

Para que o ciclo de regeneração aconteça, depende de três tipos principais de células ósseas, que são os osteoblastos, osteócitos e osteoclastos. Os osteoblastos são células responsáveis por produzirem a matriz óssea revestindo a parte mais superficial do osso. Osteócitos são os osteoblastos maduros (antigos), realizando a manutenção da matriz, mantendo a saúde do tecido ósseo. Osteoclastos são responsáveis pela regeneração óssea, renovando e reabsorvendo o tecido (MATCUK Jr; 2016).

Exames através da visualização por imagem são benéficos e de suma importância para o diagnóstico, tratamento e prevenção de doenças, por meio dessas técnicas é possível avaliar a região em que se encontra a doença, como também a sua extensão, auxiliando na decisão da melhor forma de realizar o tratamento (ASTUR; 2015).

Os exames de diagnóstico por imagem atuam no auxílio de informações patológicas não visíveis a olho nu. Existem diversos exames por imagem, porém, nem todos possuem uma sensibilidade adequada para o diagnóstico precoce da FE. A radiografia simples (raio-X), devido ao baixo custo e maior disponibilidade, é o



primeiro exame a ser solicitado pelo médico, apesar de sua sensibilidade e resolução ser inferior a outros tipos de exame para o diagnóstico de FE tibial (WARDEN; DAVIS e FREDERICSON, 2014).

A cintilografia óssea foi considerada padrão ouro por muitos anos, tem uma sensibilidade boa, porém baixa qualidade e especificidade. Sua dose de radiação ionizante equivale a dois anos de experiência, ou seja, o exame expõe o paciente a uma alta dose de radiação e não proporciona uma boa imagem para o diagnóstico de uma possível FE tibial, no entanto, a tomografia computadorizada além de realizar uso de radiação ionizante ela carece de sensibilidade na detecção de FE tibial, apesar de ter uma alta definição e especificidade de imagem óssea, não é a melhor técnica a ser utilizada para o diagnóstico de FE da tíbia. A tomografia é indicada quando o paciente possui alguma contra indicação a ressonância magnética (WARDEN; DAVIS e FREDERICSON, 2014; ASTUR *et al.*, 2015).

Segundo Gomes (2019) “o exame de ressonância magnética é a melhor técnica isolada para o diagnóstico de fraturas de estresse da tíbia”. Através da RM a FE poderá ser identificada após um ou dois dias desde os primeiros sintomas de dor (ASTUR *et al.*, 2015).

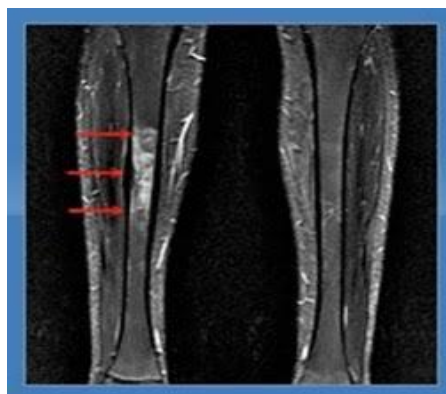
A ressonância magnética é um exame de alta definição de imagem, possui habilidade de diferenciação tecidual, capaz de registrar imagem com qualidade em todas as áreas do corpo humano. Para que a imagem seja gerada, é passada por um processo, uma interação do campo magnético constituído pelo equipamento com prótons de hidrogênio do tecido humano, um sinal de energia é emitido por tecidos através do envio de pulsos de radiofrequência e é capturado por antena receptora ou por bobinas. Todos os núcleos atômicos do corpo humano possuem um estabelecido campo magnético, ou seja, comportam-se como pequenos ímãs. Quando os tecidos biológicos são expostos a um campo magnético no qual uma radiofrequência se sobrepõe, esses tecidos, tendo diferentes constituições físico-químicas, emitem frequências distintas (MAZZOLA, 2009 e MADUREIRA, *et al.*, 2010).

O paciente é colocado dentro do tubo da ressonância magnética, no qual está gerando um alto campo magnético, logo, os núcleos do corpo alinham-se na direção do campo, provocando uma vibração ao redor de seu eixo a uma frequência que depende basicamente do tipo de núcleo, permitindo diferenciar os tipos de tecidos. A imagem por RM é constituída por muitas etapas, as bobinas de gradiente são

responsáveis por mapear o sinal de RM codificado por seleção de corte, codificação de fase e frequência, sendo três bobinas separadas, chamadas de bobina de gradiente X que seleciona cortes sagitas, gradientes Y são os cortes coronais e gradiente Z são os cortes axiais. A bobina de radiofrequência (RF) tem a função de transmitir e receber o sinal do tecido através dos pulsos de RF (RIBEIRO, 2018).

Além das bobinas, tem-se três etapas destacadas na RM, são elas: Alinhamento, excitação e detecção de radiofrequência. A alinhamento concerne a alguns átomos no qual seu núcleo possui propriedades magnéticas e tendem a se dirigir ao local destinado, entretanto para que essa direção ocorra é necessária uma intensidade do campo magnético trinta mil vezes superior ao campo magnético da terra. Por causa da abundância e questões físicas, o próton do hidrogênio situado no núcleo do átomo, é o elemento usado para gerar imagens biológicas. Enquanto isso, a excitação ocorre da seguinte forma, ela provoca uma vibração em cada núcleo do hidrogênio fazendo com que as frequências do campo magnético se igualem a todas elas. Há uma transmissão de energia da onda emitida pelo equipamento para os átomos de hidrogênio, um fenômeno chamado de ressonância. Na última fase onde ocorre a detecção da radiofrequência, os núcleos de hidrogênio absorvem energia da onda eletromagnética eles tornam-se instáveis. Quando voltam ao estado de pré-excitação, os prótons do hidrogênio emitem ondas eletromagnéticas na mesma frequência e então é detectado e determinado a posição dos núcleos no espaço e a vivacidade da energia, que é mostrada como “brilho” na imagem, chamado de “intensidade do sinal”. As imagens podem ficar mais sensíveis aos diferentes tipos de tecidos dependendo da forma e do tempo de excitação dos átomos (MADUREIRA, *et al.*, 2010).

**Figura 1:** Fratura por estresse tibial diagnosticada pela ressonância magnética.



Fonte: Gomes (2019).

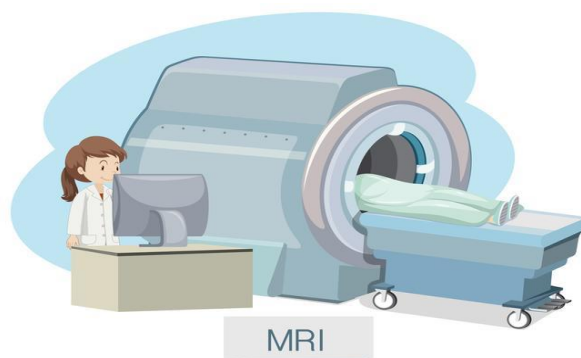
Os prótons possuem uma especialidade, onde o núcleo de um próton gira em torno do eixo, chamado de spin. Eles têm também um momento de dipolo magnético, com pólos de força opostos, lembrando a um pequeno ímã. Em geral, técnicas de ressonância magnética fundamenta-se no princípio no qual os núcleos dos átomos, em um estado normal, giram com spins em direções aleatórias e quando submetidas a um campo magnético são submetidas ao mesmo movimento de spin. Então, uma vez que esta fonte é desligada, os núcleos emitem uma energia na qual a frequência ressonante se torna exatamente igual ao campo magnético (RIBEIRO, 2018).

Assim que os prótons em uma determinada área do corpo são excitados pelo pulso de radiofrequência, duas constantes de relaxamento ocorrem após um certo tempo  $t$  em T1 e T2 permitem que o tecido se diferencie. O fenômeno da constituição do eco é fundamental na captação de sinal, esse fenômeno acontece naturalmente. Assim que o primeiro sinal é enviado, haverá também um segundo sinal eco do primeiro em um período de T2. Cada tecido do corpo tem seu próprio tempo de retorno, isto é, relaxamento de forma que os padrões de sinal nas sequências de T1 e T2 serão diferentes. Os lipídeos mostrarão um hipersinal em T1 e a água mostrará um hipersinal em T2. Todos esses sinais que serão coletados, são processados e convertido em imagem, trazendo informações da área estudada (HAGE e IWASAKI, 2009).

O protocolo para adquirir a imagem de RM no diagnóstico da FE tibial é realizado por uma máquina com potência de campo magnético de 1.5 Tesla como o paciente deitado em decúbito dorsal, e para melhor avaliação, os cortes devem ser finos, com intervalo de 0,4 mm de um para o outro. A Sequência padrão é: Coronal STIR e T1, Sagital STIR, Axial STIR, T2 e T1. E se necessário diminuir a espessura para melhor visualização da patologia (UFG, 2021).

De acordo com Queiroz e Camilo (2019) e Matcuk Jr et al., (2016) A RM é o exame radiológico com sensibilidade de 100% e especificidade de 85% tornando-se o mais perceptível para diagnosticar a fratura por estresse tibial, principalmente no diagnóstico precoce. Conforme Kahanov et al (2015) a ressonância magnética é atualmente o padrão ouro para diagnosticar qualquer FE.

**Figura 2:** Representativo de máquina de ressonância magnética.



Fonte: Queiroz e Camilo (2019)

Warden, Davis e Fredericson (2014) e Tenforde, Kraus e Fredericson (2016) Analisaram que a FE ocorre com mais frequência em corredores com a média de 18 a 26 anos de idade e a técnica de exame por imagem mais relevante para diagnosticar a FE tibial em corredores tanto recreacional quando profissionais foi a ressonância magnética.

A prevenção da fratura por estresse pode ser feita desde cedo, praticar esporte com bola como o futebol e o basquete na adolescência pelo período de aproximadamente dois anos, ingerir cálcio e vitamina D para otimização da saúde óssea, poderá prevenir de lesões como essas. (TENFORDE; KRAUS E FREDERICSON; 2016) Deverá ser feito frequentemente o controle da atividade física determinando os limites do atleta para evitar que frature e realizar atividade para o fortalecimento muscular (ASTUR *et al.*, 2015).

O tratamento é realizado de acordo com gravidade da lesão, quanto mais precoce for o diagnóstico melhor o tratamento e recuperação, é fundamental que sejam identificados os fatores de risco que levaram à fratura. É realizado a redução da sobrecarga na área afetada, uso de medicamentos para o controle da dor e reabilitação através da fisioterapia (ASTUR *et al.*, 2015). Na maior parte dos casos, o tempo de cicatrização da FE da tíbia é de seis a doze semanas, antes deste período não é permitido voltar a praticar esportes, é necessário total consolidação óssea e ausência de dor ao suportar o respectivo peso, tendo o objetivo de não evoluir para uma fratura completa (KAHANOV *et al.*, 2015). O paciente deverá ser reavaliado a cada duas/três semanas, para que o médico monitore o processo de cicatrização da FE ósseo e avalie os sintomas durante o período de repouso e

reabilitação. A importância da fisioterapia pós FE é manter a flexibilidade, a força e a aptidão cardiovascular, tendo um programa de exercícios controlados e seguros para a saúde do paciente (ASTUR *et al.*, 2015).

Fraturas por estresse de alto risco frequentemente evoluem para a não cicatrização óssea e a intervenção cirúrgica se faz necessário, o procedimento é realizado por um cirurgião ortopedista para que possa obter o resultado esperado, ou seja, a consolidação óssea da tíbia. Tratar a FE também está baseado na prevenção de novos episódios e na recuperação da área lesionada (GOMES; 2019).

## CONCLUSÃO

De acordo com os estudos apresentados a ressonância magnética mostrou ser o método de exame padrão ouro para o diagnóstico de fratura por estresse tibial e concluíram que 100% dos corredores tanto recreacionais e quanto profissionais tiveram alta sensibilidade por meio do exame, que é capaz de diagnosticar precocemente a fratura trazendo benefícios na recuperação do atleta lesionado.

## REFERÊNCIAS

PULEO, Joe; MILROY, Patrick. **Anatomia da corrida**. Barueri, São Paulo: Manole, 2011. 187/23 p. Tradução de: Paulo Laino Cândido.

MEARDON, S. A. *et al.* Bone stress in runners with tibial stress fracture. **Clin. Biomech.** Estados Unidos, p. 1-8, 2015

JÚNIOR, Braz José Do Nascimento. **Anatomia Humana Sistemática Básica**. Petrolina: UNIVASF, 2020. 228 p.

TENFORD, Adam S; KRAUS, Emily; FREDERICSON, Michael. Bone Stress Injuries in Runners. **Phys Med Rehabil Clin N Am**, Califórnia, v. 27, p. 139-149, 2016.

KAHANOV, Leamor. et al. Diagnosis, treatment, and rehabilitation of stress fractures in the lower extremity in runners. **Open Access Journal of Sports Medicine**. v. 6, p. 87-95, 2015.

ASTUR DC, et al. Fraturas por estresse: definição, diagnóstico e tratamento. **Rev Bras Ortop**. São Paulo, p. 1-8, 2015.

VIANA, Victor Antônio Santos. Síndrome do estresse tibial medial em militares. **Escola de Saúde do Exército**, Rio de Janeiro, p. 1-14, 2020.

JÚNIOR, Aguinaldo Alves de Paiva, et al. Fraturas de vértebras torácicas em imagem de ressonância magnética. In: **Anais do I Seminário Científico de Radiologia**, Carapicuíba, v. 1, p. 18, 2018.

PEREIRA, Lucas Frighetto, et al., Classificação Semiautomática De Fraturas Vertebrais Por Compressão Em Imagens De Ressonância Magnética. **XXIV Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica – CBEB**, Ribeirão Preto-SP, p. 145-148, 2014.

WARDEN, Stuart J.; Davis, Irene S.; Fredericson, Michael. Management and Prevention of Bone Stress Injuries in Long-Distance Runners. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 44, n.10, p. 749–765, 2014.

RODRIGUES, Mário Eduardo Santos, Análise Da Técnica De Corrida Por Meio De Variáveis Biomecânicas Em Corredores De Rua De Diferentes Faixas Etárias. **Universidade Federal De Uberlândia**, Uberlândia, p. 1-60, 2019.

SANTOS, Aretha de Fátima do Amaral, Anatomia do Corpo Humano. São Paulo: **Pae Editora**, 2019, 30 p.

DUARTE, Hamilton Emidio. **Anatomia Humana**, 1. ed. 2. reimp. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2014. 175 p.

FILHO, Eládio Pessoa de Andrade; PEREIRA, Francisco Carlos Ferreira. **Anatomia Geral**. Sobral: Instituto Superior de Teologia Aplicada, 2015. 366 p.

LUCIANO, Alexandre de Paiva; et al. Fratura por estresse segmentária na tíbia em corredora recreacional. **Revista Brasileira de Ortopedia**, v. 48, n.6, p. 574-577, 2013.

GOMES, Janice De Melo Rangel, Fraturas Por Estresse Da Tíbia No Treinamento Físico Militar: Métodos De Prevenção, **Ministério Da Defesa Exército Brasileiro Escola De Saúde Do Exército**, Rio De Janeiro, p. 1-26, 2019.

LOPES, Igor dos Santos., et al. Abordagem fisioterapêutica no tratamento da síndrome do estresse tibial medial – canelite em corredores de rua, **Research, Society and Development**, v.10, n.10, p. 1-9, 2021.

JÚNIOR, Matcuk George R. et al. Stress fractures: pathophysiology, clinical presentation, imaging features, and treatment options, **Emergency Radiology**, Estados Unidos, v. 23, n. 4, p. 1-11, 2016.

MAZZOLA, Alessandro A.; Ressonância magnética: princípios de formação da imagem e aplicações em imagem funcional, **Revista Brasileira de Física Médica**, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 1-13, 2009.

MADUREIRA, Luiz Claudio Almeida. Importância da imagem por ressonância magnética nos estudos dos processos interativos dos órgãos e sistemas, **Revista de Ciências Médicas e Biológicas**, v.9, p.13-19, 2010.

RIBEIRO, Henrique Salles, Ressonância Magnética E Seu Funcionamento Mecânico Para Gerar Imagens; **Centro Universitário Do Sul De Minas Engenharia Mecânica**, Varginha, p. 1-49, 2018.

HAGE, Maria Cristina Ferrarini Nunes Soares; IWASAKI Masao. Imagem por Ressonância Magnética: Princípios Básicos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.4, p. 1287-1295, 2009.

QUEIROZ, V. O.; CAMILO, G. B. Aspectos de imagem de ressonância magnética das lesões relacionadas à corrida no treinamento físico militar; **ESSEX – Revista científica**. v.2, n.3, p. 36-51, 2019.

GOIÁS, Hospital Das Clínicas. Técnicas de realização de exames em ressonância magnética. **Universidade Federal de Goiás**, p. 84, 2021.