



FACULDADE LOGOS
CURSO DE RADIOLOGIA

CAMILA COELHO DA FÉ
ROMÁRIO FELIX DOS SANTOS

RESSONÂNCIA MAGNÉTICA
RESSONÂNCIA MAGNÉTICA NO DIAGNÓSTICO DE LESÕES NOS
MÚSCULOS ISQUIOTIBIAIS EM JOGADORES DE FUTEBOL

NOVO GAMA – GO
2021

CAMILA COELHO DA FÉ
ROMÁRIO FELIX DOS SANTOS

RESSONÂNCIA MAGNÉTICA
RESSONÂNCIA MAGNÉTICA NO DIAGNÓSTICO DE LESÕES NOS
MÚSCULOS ISQUIOTIBIAIS EM JOGADORES DE FUTEBOL

Trabalho de conclusão de curso (TCC) apresentado ao Programa de Graduação de Tecnologia em Radiologia do Centro de Ensino Superior e Pesquisa Logos, unidade de Novo Gama-GO, como requisito obter o título de Tecnólogo em Radiologia.

Co-orientador: Prof^a. Esp. Angélica dos Santos Brás
Orientador: Prof^o. Msc. Lucas Duarte Maciel Pinheiro
Barbosa Freire

NOVO GAMA – GO

2021

CAMILA COELHO DA FÉ, ROMÁRIO FELIX SANTOS. **Ressonância Magnética no diagnóstico de lesões nos músculos isquiotibiais em jogadores de futebol.** Trabalho para conclusão de curso, apresentado à Faculdade Logos, do Novo Gama/GO para obtenção do título de Tecnólogo em Radiologia.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição _____

Julgamento _____ Assinatura _____

Prof. Dr. _____ Instituição _____

Julgamento _____ Assinatura _____

Prof. Dr. _____ Instituição _____

Julgamento _____ Assinatura _____

Prof. Dr. _____ Instituição _____

Julgamento _____ Assinatura _____

Acima de tudo, agradecemos a Deus por mais esta realização.

Dedicamos a nossa família, por toda paciência e incentivo, por nos fazerem querer sempre o melhor e aos nossos amigos mais próximos, por nunca desacreditarem de nós.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus, por nos acompanhar durante todo o processo de conclusão deste trabalho, nos dando paciência e sabedoria em momentos que foram complicados e desgastantes.

Agradecemos aos nossos familiares, que nos incentivaram dia após dia nos momentos em que estivemos na faculdade. Aos nossos professores, que durante esses três anos de estudo, contribuíram de forma ímpar para o nosso crescimento, em especial as professoras Angélica Brás, por sempre ter nos orientado em todos os trabalhos durante todo percurso, Dhiane Sena, por tanto conhecimento e apoio oferecido aos alunos desde o início do curso. E a professora Maria do Socorro, que chegou como um anjo para nos ajudar nos mínimos detalhes.

Ao Prof. Msc. Lucas Pinheiro Barbosa, por toda paciência, dedicação e apoio, durante o processo de orientação e elaboração deste trabalho.

À Faculdade Logos, pela oportunidade de realização do curso.

Devemos acreditar que somos talentosos para algumas coisas, e que essa coisa, a qualquer custo, deve ser alcançada.

(Marie Curie)

**RESSONÂNCIA MAGNÉTICA NO DIAGNÓSTICO DE LESÕES NOS
MÚSCULOS ISQUIOTIBIAIS EM JOGADORES DE FUTEBOL**
MAGNETIC RESONANCE IN THE DIAGNOSIS OF INJURIES IN
HASCHIOTIBIAL MUSCLES IN FOOTBALL PLAYERS

CAMILA COELHO DA FÉ

FALOG - Faculdade Logos, Novo Gama - GO, Brasil
milacoelhodafe@gmail.com

ROMÁRIO FELIX COELHO

FALOG - Faculdade Logos, Novo Gama - GO, Brasil
romariofelix10@gmail.com

ANGÉLICA DOS SANTOS BRÁS

FALOG - Faculdade Logos, Novo Gama - GO, Brasil
angelica@falog.edu.br

LUCAS DUARTE MACIEL PINHEIRO BARBOSA FREIRE

FALOG - Faculdade Logos, Novo Gama - GO, Brasil
lucas.duarte@falog.edu.br

RESUMO

O presente estudo tem como objetivo destacar a importância da ressonância magnética no diagnóstico de lesões isquiotibiais em jogadores de futebol. No futebol, as lesões musculares respondem por 31% do total de lesões, sendo 12% nos músculos isquiotibiais. De acordo com a literatura, a faixa etária de atletas com maior incidência de lesões é de 29 a 33 anos, sendo notado uma maior frequência em jogadores atuantes no meio de campo. A maior parte dos danos nos músculos isquiotibiais acontecem durante a corrida em máxima velocidade ou perto da mesma, sem contato com outro atleta. A pesquisa bibliográfica foi feita em sites de buscas de pesquisas científicas como: PubMed, Scielo e Google acadêmico, no qual, com o auxílio do filtro, foi direcionada a pesquisa para artigos com publicações feitas em um período de 2009 a 2021. A ressonância magnética como técnica de imagem para lesões agudas de isquiotibiais em jogadores de futebol é preferida à ultrassonografia tanto por especialistas quanto na literatura mais recente, principalmente por sua maior sensibilidade para lesões menores e sua facilidade de uso para um diagnóstico preciso. Os critérios para o retorno ao esporte são: ausência de dor, capacidade de realizar movimentos esportivos sem hesitação, restauração da força e alongamento dos grupos musculares envolvidos, e segurança do próprio atleta em retornar à atividade física.

Palavras- chave: ressonância magnética, lesões isquiotibiais, lesões em jogadores de futebol.

ABSTRACT

This study aims to highlight the importance of magnetic resonance imaging in the diagnosis of hamstring injuries in soccer players. In soccer, muscle injuries account for 31% of all injuries, and 12% of all injuries occur in the hamstring muscles. According to the literature, the age group of athletes with the highest incidence of injuries is from 29 to 33 years old, with a higher frequency being noted in players who are active in the midfield. Most damage to the hamstring muscles occurs while running at or near full speed without contact with another athlete. The bibliographic research was carried out on scientific research search sites such as: PubMed, Scielo and academic Google, in which, with the help of the filter, the search was directed to articles with publications made in a period from 2009 to 2021. Magnetic resonance as an imaging technique for acute hamstring injuries in soccer players it is preferred over ultrasonography both by specialists and in the more recent literature, mainly because of its greater sensitivity for minor injuries and its ease of use for an accurate diagnosis. The criteria for returning to sport are: absence of pain, ability to perform sports movements without hesitation, restoration of strength and stretching of the muscle groups involved, and safety of the athlete to return to physical activity.

Keywords: magnetic resonance, hamstring injuries, injuries in football players.

INTRODUÇÃO

O futebol é um esporte coletivo popular, mundialmente conhecido, que concentra um grande número de atletas profissionais de alto rendimento. Segundo a Federação Internacional de Futebol (FIFA), há cerca de 200 milhões de atletas registrados mundialmente (SILVA *et al.*, 2019).

Por conta da alta competitividade do esporte, os atletas chegam ao limite do seu desempenho físico, visto que, em um jogo de futebol, um jogador percorre aproximadamente 10 km, divididos em corrida (40%), andar (25%), trote (15%), velocidade (10%) e corrida de costas (10%). Uma das características da modalidade é a alta frequência de movimentos de *sprint*, o que facilita a incidência de lesões musculares (USHINA *et al.*, 2020).

No futebol, as lesões musculares respondem por 31% do total de lesões, e 12% de todas elas, ocorrem nos músculos isquiotibiais (MI). A maior parte dos danos em (MI) acontecem durante a corrida em máxima velocidade ou perto da mesma, sem contato com outro atleta (AMORIM, 2017). De acordo com o estudo de ALMEIDA *et al.*, (2013) a faixa etária de atletas com maior incidência de lesões é de 29 a 33 anos, sendo notado uma maior frequência em jogadores que atuantes no meio de campo (ALMEIDA *et al.*, 2013).

Em relação às principais causas das lesões esportivas, é importante considerar que este agravo é um evento adverso que pode ocorrer por meio de acidentes entre atletas, métodos inadequados de treinamento, falta de condições físicas adequadas, fraqueza muscular, tendinosa e ligamentar. Outro fator que causa lesões nos esportes são as partidas em excesso (SILVA *et al.*, 2019).

A constituição dos MI é feita pelo bíceps femoral, semitendinoso e semimembranoso, localizados na parte posterior da coxa, originando-se na tuberosidade isquiática com pontos de início na porção proximal da superfície medial do corpo da tíbia para semitendinoso, face póstero-medial do côndilo medial da tíbia para semimembranoso e côndilo lateral da tíbia para bíceps femoral. Juntos, esses músculos atuam na função de extensão do quadril e flexão do joelho (CARDOSO *et al.*, 2016).

Para uma descrição eficaz da lesão, técnicas adequadas são necessárias. Portanto, a Ressonância Magnética (RM) e a Ultrassonografia (US) são as técnicas de imagem mais apropriadas para descrever tais anormalidades nos músculos (KERKHOFFS *et al.*, 2012). Segundo ERLUND; VIEIRA (2017) a US é tão útil quanto a RM na descrição de danos aos isquiotibiais e, devido ao seu custo mais baixo, pode ser a técnica de imagem de escolha. No entanto, a ressonância magnética é mais sensível às imagens subsequentes de lesões em cicatrização.

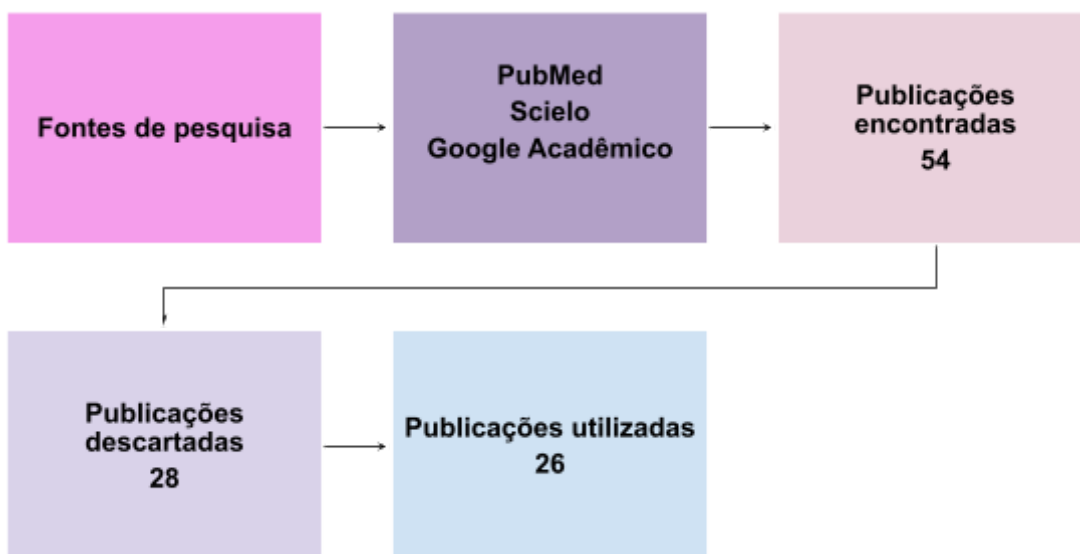
A RM, como técnica de imagem para atletas com lesão aguda de MI, é mais popular que a US, tanto em meio aos especialistas quanto na literatura recente, principalmente por sua maior percepção a lesões menores e prognóstico preciso (KERKHOFFS *et al.*, 2012). Sendo assim, o objetivo deste trabalho é destacar a importância da ressonância magnética no diagnóstico de lesões isquiotibiais em jogadores de futebol.

METODOLOGIA

O presente trabalho de pesquisa constitui-se de uma revisão sistemática de literatura acerca do diagnóstico de lesões nos músculos isquiotibiais (MI) por imagem de Ressonância Magnética (RM). A pesquisa bibliográfica foi feita em sites de buscas de pesquisas científicas como: PubMed, Scielo e Google acadêmico, no qual, com o auxílio do filtro, foi direcionada a pesquisa para artigos com publicações feitas em um período de 2009 a 2021, sendo encontrados **54**, onde foram aproveitados **26**. Dentre os artigos utilizados, **03** foram do PubMed, **16** foram do Google acadêmico e **07** foram do Scielo.

As publicações selecionadas atenderam aos critérios da pesquisa por estarem relacionadas diretamente com a temática do trabalho de pesquisa, os artigos que não trataram do tema ou não tiveram assuntos relevantes à pesquisa, e também não estavam dentro do recorte de data de publicação, foram excluídos. As palavras chave utilizadas para encontrar conteúdos relacionados ao tema foram: músculos isquiotibiais, lesões, ressonância magnética, diagnóstico de lesões musculares.

Tabela 1: Fluxograma



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

RESULTADOS

Tabela 2: Tabela de estudos de referência.

Título do artigo	Autores	Ano
Incidência de lesões musculoesqueléticas em jogadores de futebol profissional no Brasil	Wender M. Silva, Elizângela S. Bernaldino, Carlos H. P. Fileni, Leandro B. Camargo, Bráulio Nascimento Lima, Gustavo Celestino Martins, Lília J. A. M. dos Santos, Ricardo P. Passos, Guanís de Barros Vilela Junior, Luís Felipe Sílio.	2019
Core training para prevenção de lesões de isquiotibiais em jogadores de futebol	Vagner Toshio Uchina, Andréa Dias Reis, Bianca Trovello Ramallo	2020
Alteração da função neuromuscular dos músculos no compartimento medial dos isquiotibiais, do bíceps femoral e dos músculos glúteo médio e máximo	Bernardo Hélder Figueiredo de Amorim	2017

durante a corrida intermitente à máxima velocidade		
Incidência de lesão musculoesquelética em jogadores de futebol	Pedro Sávio Macedo de Almeida, Ângelo Pontes Scotta, Bárbara de Mattos Pimentel, Sedenir Batista Júnior, Yasmin Rodrigues Sampaio	2013
Análise de encurtamento dos músculos isquiotibiais em adultos jovens de 18 a 25 anos	José Henrique Piedade Cardoso, Silas de Oliveira Damasceno, Daniel Tavares Camara, Fernando Henrique de Souza Miranda, Liamara Cavalcante de Assis, Elaine Aparecida Lozano da Silva, Lucas Oliveira Klebis e Ana Caroline Rippi Moreno	2016
Diagnosis and prognosis of acute hamstring injuries in athletes	Gino M. M. J. Kerkhoffs, Nick van Es, Thijs Wieldraaijer, Inger N. Sierevelt, Jan Ekstrand, and C. Niek van Dijk	2013
Lesões dos isquiotibiais: artigo de atualização	Lucio Ernlund e Lucas de Almeida Vieira	2017
Metabolismos, aeróbio e anaeróbio e as posições táticas no futebol	Renato Daniel Ferreira Moraes	2017
Sprinting Activities and Distance Covered by Top Level Europa League Soccer Players	Marcin Andrzejewski , Jan Chmura, Beata Pluta , Jan M. Konarski	2015
Kinematic Profile in Soccer Players	Gabriele Mascherini, Andrea Cattozzo Giorgio Galanti, Stefano Fiorini	2014
Lesão muscular: perspectivas e tendências atuais no Brasil	Diego Costa Astur, João Vitor Novaretti, Renato Kalil Uehbe, Gustavo Gonçalves Arliani, Eduardo Ramalho Moraes, Alberto de Castro Pochini, Benno Ejnisman, Moises Cohen	2013
Effects of Strength Training Program and	Pedro Menezes, Matthew R Rhea, Carlos Herdy, Roberto Simão	2018

Infrared Thermography in Soccer Athletes Injuries		
Core stability training for injury prevention	Kellie C Huxel Bliven , Barton E Anderson	2013
Programas de exercício na prevenção de lesões em jogadores de futebol: uma revisão sistemática	Ana Cruz-Ferreira, António Marujo, Hugo Folgado, Paulo Gutierrez Filho, Jorge Fernandes	2015
Prevalência de lesão em jogadores de futebol profissional nos anos 2013-2014	Matheus de Siqueira Mendes Barbalho, Helton José Dias de Nóvoa, José Carlos Amaral	2017
Reabilitação nas lesões musculares dos isquiotibiais: revisão da literatura	Gabriel Amorim Ramos, Gustavo Gonçalves Arliani, Diego Costa Astur, Alberto de Castro Pochini, Benno Ejnisman, Moisés Cohen	2017
Imagem por ressonância magnética: princípios básicos	Maria Cristina Ferrarini Nunes Soares Hage, Masao Iwasaki	2009
Ressonância magnética: princípios de formação da imagem e aplicações em imagem funcional	Alessandro A Mazzola	2009
Importância da imagem por ressonância magnética nos estudos dos processos interativos dos órgãos e sistemas	Luiz Claudio Almeida Madureira, Conceição Silva Oliveira, Camila Seixas, Vanessa De Nardi, Roberto Paulo Correia Araújo, Crésio Alves	2010

Ressonância magnética musculoesquelética	Clyde Helms, Major, Nancy M.	2011
Evaluation and Management of Hamstring Injuries	Christopher S Ahmad , Lauren H Redler , Michael G Ciccotti , Nicola Maffulli , Umile Giuseppe Longo , James Bradley	2013
Muscle-fat mri: 1.5 tesla and 3.0 tesla versus histology	Andrew c. Smith, todd b. Parrish, rebecca abbott, mark a. Hoggarth, karl mendoza, yu fen chen and james m. Elliott	2014
Protocolos de acesso - . Cintilografia, Densitometria Óssea, Ressonância Magnética, Tomografia Computadorizada.	Secretaria de saúde do estado de pernambuco	2014
Clinical principles in the management of hamstring injuries	Lasse Lempainen, Ingo J. Banke, Kristian Johansson, Peter U. Brucker, Janne Sarimo, Sakari Orava & Andreas B. Imhoff	2014
Lesão muscular – fisiopatologia, diagnóstico, tratamento e apresentação clínica	Tiago Lazzaretti Fernandes, André Pedrinelli, Arnaldo José Hernandez	2011
Técnicas de realização de exames em ressonância magnética	Hospital das Clínicas de Goiás	2021

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

DESENVOLVIMENTO

O futebol é um esporte de equipe, mundialmente conhecido, tendo uma grande influência na sociedade e tecnologia modernas, tanto para o entretenimento quanto para o desenvolvimento físico. De acordo com SILVA *et al.*, (2019), aproximadamente 400 milhões de pessoas são torcedores de futebol no mundo e, entre eles, pelo menos 30 milhões de pessoas estão no Brasil. E quando se trata do

elevado número de atletas, segundo a Federação Internacional de Futebol (FIFA), existem mais de 200 milhões de atletas licenciados em todo o mundo.

Entre os fatores que contribuem para o desenvolvimento do futebol, podem ser indicados o interesse, aceitação e experiência do futebol em culturas, faixas etárias e populações de diferentes etnias, bem como a entrada e disponibilidade do esporte para diferentes classes socioeconômicas (SILVA *et al.*, 2019).

O futebol é uma modalidade intermitente com variações entre movimentos de alta (sprints, saltos, chutes a gol e discussões de bola) e baixa intensidade (caminhada e corridas em baixa velocidade), por conta disso, há uma variação metabólica a partida desportiva (MORAES; LUCENA, 2017).

Os estudos de ANDRZEJEWSKI *et al.*, (2015) e MASCHERINI *et al.* (2014) analisaram as distâncias percorridas em diferentes posições durante o tempo efetivo de jogo, e concluíram que, em média, os atletas correm entre 9 e 12 km por partida, sendo que os meio campistas e laterais correm mais em relação aos defensores.

A crescente popularidade do esporte resultou em um aumento significativo no número de lesões para jogadores. Entre jogadores profissionais de futebol, as lesões musculares foram responsáveis por 31% de todos os danos. Visto que, em um jogo de futebol, um jogador percorre aproximadamente 10 km, divididos em corrida (40%), andar (25%), trote (15%), velocidade (10%) e corrida de costas (10%). Uma das características da modalidade é a alta frequência de movimentos de *sprint*, o que facilita a incidência de lesões musculares (USHINA *et al.*, 2020).

Em relação à principal causa de lesões esportivas, deve-se considerar que as causas são multifatoriais e existem alguns fatores de risco, como idade, lesão muscular na mesma região, etnia, sobrecarga, desequilíbrio de forças, alteração na elasticidade do grupo muscular afetado, métodos de treinamento inadequados, falta de condições físicas adequadas, fraqueza muscular, tendinosa e ligamentar (ASTUR *et al.*, 2014). Outro fator que contribui para a ocorrência de lesões em modalidades é o número excessivo de partidas e o calendário do futebol brasileiro que apresenta uma média altíssima de jogos por temporada (SILVA *et al.*, 2019).

Outros motivos também podem estar relacionados a lesões, como desequilíbrio de flexão entre músculos, força muscular inadequada, coordenação muscular ineficaz, aquecimento e alongamento inadequados antes do exercício e

retorno às atividades sem completar a reabilitação completa. Um fator de infrequente ou uma combinação desses aumenta o risco de lesões (MENEZES *et al.*, 2018).

Dessa forma, a importância do fortalecimento muscular para a prevenção de lesões tem aumentado nos últimos anos. Os exercícios de estabilidade central são atualmente um dos mais utilizados, para disfunção muscular central, relacionada a lesões (musculoesqueléticas) (BLIVEN, ANDERSON, 2013).

De acordo com FERREIRA *et al.*, (2015) mais de 92% das lesões musculares ocorreram em membros inferiores, com a maior prevalência nos isquiotibiais (31%), sendo 12% em MI. A maior parte dos danos nessa área muscular acontece durante a corrida em máxima velocidade ou perto da mesma, sem contato com outro atleta (AMORIM, 2017).

Segundo a literatura ALMEIDA *et al.*, (2013) o grupo de atletas com maior índice de lesões está entre 29 e 33 anos, com maior frequência entre os jogadores que atuam no meio-campo. Em seus estudos, ALMEIDA *et al.*, (2013) apontam à relação entre a posição em campo e a frequência de lesões, observou-se que mais jogadores se lesionaram na posição de meio de campo (37,0%), seguido dos laterais (18,5%) (tabela 3).

Posição em campo	Quantidade	Percentual
Atacante	5	18,5
Goleiro	3	11,1
Lateral	5	18,5
Meio campo	10	37,0
Zagueiro	4	14,8
Total	27	100,0

Tabela 3 (Adaptado): Posição em campo x Incidência dos jogadores. Fonte: ALMEIDA *et al.*, (2013).

Em geral, lesões musculoesqueléticas são definidas como um conjunto de patologias que afetam músculos, articulações, ligamentos, tendões, nervos, cartilagem, discos intervertebrais, vasos sanguíneos e tecidos moles (SILVA *et al.*, 2019). Os tipos de lesões mais recorrentes no futebol são: entorses, contusões, distensões musculares, luxações, lesões e contraturas ligamentares, relacionadas às áreas mais afetadas, protrusões de membros inferiores, com atenção especial

para as coxas, joelhos e tornozelos (BARBALHO, NÓVOA, AMARAL, 2017; SILVA *et al.*, 2019).

Dois mecanismos de lesão específicos são descritos para lesões de isquiotibiais e parecem influenciar a localização e a gravidade da lesão. RAMOS *et al.*, (2017) apresentaram em seus estudos que os isquiotibiais, durante a fase terminal do balanço da corrida, absorvem energia elástica para se contrair excêntrica e promover desaceleração do avanço do membro em preparação para o contato inicial do calcanhar. Nesta fase a musculatura torna-se mais suscetível a lesões, sendo o isquiotibial o músculo mais afetado, pois é mais ativo em relação ao semitendinoso e semimembranoso. Outro mecanismo descrito, que muitas vezes lesa a parte proximal do músculo semitendíneo, é um movimento combinado de alta força e extrema flexão do quadril com extensão do joelho, que biomecanicamente corresponde aos movimentos escalonados da corrida com barreiras.

Desta forma, os isquiotibiais são formados pela união dos seguintes músculos: bíceps femoral, semitendinoso (ST) e o músculo semimembranoso (SM), que se origina do canal na tuberosidade isquiática (TI), e com inserções na parte proximal da superfície medial do corpo da tíbia para semitendinoso, face pósteromedial do côndilo medial da tíbia para semimembranoso e côndilo lateral da tíbia para bíceps femoral (Figura 1). Esses músculos trabalham em conjunto com a função de extensão do quadril e flexão do joelho (CARDOSO *et al.*, 2016).

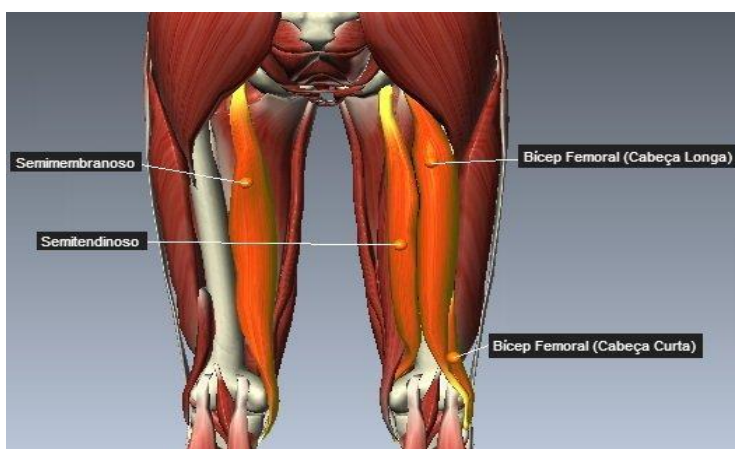


Figura 1: Desenho esquemático dos músculos isquiotibiais. Fonte: ERLUND; VIEIRA (2017).

Os estudos de KERKHOFFS *et al.*, (2012), pontuam que o exame inicial para diagnóstico, geralmente é feito dentro de 12 horas a 2 dias após a lesão, sendo assim, torna-se importante a utilização de técnicas adequadas para descrição efetiva da lesão. Portanto, a US e a RM são as modalidades de imagem mais adequadas para descrever essas anormalidades musculares.

Segundo ERLUND, VIEIRA (2017) a US tem a vantagem de acessibilidade e baixo custo, mas precisa de um médico especialista, para realizar o exame de forma manual, que deve ser realizado entre o segundo e o sétimo dia após o trauma, sendo possível identificar a lesão visualizando o hematoma e a descontinuidade das fibras, também pode medir comprimento, largura, profundidade e área transversal.

Entretanto, a RM permite uma avaliação mais completa das lesões musculares, uma vez que as imagens das múltiplas cicatrizes facilitam o estudo da anatomia e a localização e definição da intensidade do sinal das lesões nas sequências T1 e T2 (tempo de relaxamento), promovendo assim a caracterização do tecido, permitindo um diagnóstico e uma classificação perfeitas em termos da gravidade das várias lesões, bem como dos possíveis danos consequentes (KERKHOFFS *et al.*, 2012). Os exames de imagem de acompanhamento são úteis em caso de complicações e para monitorar o progresso da reabilitação e, conseqüentemente, subsidiar a decisão do atleta de retomar a prática esportiva (KERKHOFFS *et al.*, 2012).

Análises feitas por KERKHOFFS *et al.*, (2012) concluíram que a RM é mais sensível na identificação de lesões mínimas que afetam menos de 5% do músculo em comparação com a definição radiológica de lesão muscular graduada.

A RM é um método de imagem que foi estabelecido na prática clínica, devido à sua alta capacidade de diferenciar tecidos e coletar informações bioquímicas, a gama de aplicações se estende a todas as partes do corpo humano e examina aspectos anatômicos e funcionais (MAZZOLA, 2009).

A espectroscopia marcou o início da análise de ressonância magnética ao estudar estruturas químicas em seus estados sólido e líquido em 1946. Esses estudos começaram com dois grupos independentes, Purcell em Harvard, que analisou sólidos e Bloch em Stanford, que se concentrou no estudo dos líquidos. A primeira máquina de ressonância magnética foi construída no final dos anos 1960 e

suas técnicas de imagem avançaram muito ao longo dos anos (HAGE e IWASAKI, 2009).

Os primeiros experimentos tiveram como objetivo detectar e medir o spin (rotação mecânica) do próton de hidrogênio em uma amostra. Um forte campo magnético foi gerado a partir desta amostra, além de um transmissor e receptor de radiofrequência, de modo que as transições nos níveis de energia desses spins foram detectados e sua posição conhecida (HAGE e IWASAKI, 2009).

Certos núcleos atômicos enviam sinais sob fortes campos magnéticos e em frequências específicas (frequência de Larmor), que são detectados por antenas, e então as imagens são criadas. Existem tipos diferentes de núcleos atômicos no corpo humano, mas para fins de imagem por ressonância magnética, o átomo de hidrogênio tem uma propriedade em seu núcleo que será de extrema importância na imagem. Prótons são subpartículas nucleares que possuem carga positiva e giram em torno de seu próprio eixo, denominado spin ou momento angular, criando um campo magnético ao seu redor. Desta forma, o próton se comporta como um pequeno ímã que reage quando exposto a um determinado campo magnético externo. O núcleo do átomo de hidrogênio é a fonte do sinal, que é usado na ressonância magnética. Por ter apenas um próton em seu núcleo, tem um momento magnético maior e também é o átomo com maior concentração no tecido humano. Essas propriedades significam que o hidrogênio tem um sinal mais alto do que outros átomos (HAGE e IWASAKI, 2009).

O momento magnético de um próton de hidrogênio não tem uma orientação espacial definida. Bilhões de núcleos giram em todas as direções em uma distribuição aleatória, anulando o resultado da magnetização de um determinado tecido do corpo humano. No scanner de RM, um forte campo magnético B_0 passa pelo centro do tubo. Ao sujeitar o paciente à ação desse campo intenso, os prótons de hidrogênio presentes no corpo serão orientados tanto em alinhamento paralelo (baixa energia, rotação para cima) a este campo, quanto em alinhamento antiparalelo (alta energia, rotação para baixo) ao mesmo campo. Em outras palavras, eles serão orientados tanto para os pés quanto para a cabeça, ou seja, para cada alinhamento em uma direção, haverá um alinhamento oposto a ser cancelado, deixando uma população de alguns prótons para produzir um sinal

detectável nas bobinas, mas serão suficientes na construção da imagem (MAZZOLA, 2009).

A base da RM consiste em alinhar o spin (rotação mecânica) dos núcleos, em seguida excitá-lo e então detectar a frequência. Uma vez que os spins up restantes se alinharem paralelo ao campo magnético do aparelho, eles serão submetidos a pulsos de Rádio Frequência (RF) (MADUREIRA *et al.*, 2010). Porém, no momento desse alinhamento, antes mesmo de ser enviado o sinal de RF, sob a influência do campo magnético, surgirá um segundo movimento chamado precessão, que para uma melhor compreensão, pode-se comparar ao movimento de um pião. Nesse ponto os momentos magnéticos não estarão em fase, pois a trajetória precessional dos spins estarão se movendo em posições diferentes (MAZZOLA, 2009).

O vetor magnetização no plano longitudinal, conhecido como VME (Vetor de Magnetização Efetiva) receberá um pulso de RF de 90° , exatamente na mesma frequência de precessão dos spins, ocorrendo então, o fenômeno de ressonância magnética. Essa transferência de energia além de alinhar momentaneamente os spins na mesma direção de precessão, o que os colocará em fase, irá lançar o VME no plano transversal (MAZZOLA, 2009).

Quando o pulso de RF é desligado, o VME tentará se alinhar com o campo B_0 externo, pois os núcleos de hidrogênio perderão sua energia de pulso. Esse processo é chamado de relaxamento, a energia liberada pelo núcleo será em forma de onda de rádio, com frequências diferentes, portanto, esse núcleo emitirá sinais ressonantes. As taxas de relaxação de núcleos de hidrogênio variam dentro de uma constante de tempo T, uma vez que o vetor de magnetização longitudinal recupera T1, o vetor de magnetização transversal sofre decaimento de T2 (MAZZOLA, 2009).

Como os prótons em uma determinada área do corpo são excitados pelo pulso de RF, após certo tempo, duas constantes de relaxamento ocorrerão em T1 e T2, o que permitirá diferenciar os tecidos. O fenômeno de formação de eco é fundamental na captação do sinal, esse fenômeno ocorre naturalmente. Uma vez que um primeiro sinal é emitido, também haverá um segundo sinal ecoando o primeiro no tempo T2. Cada tecido do corpo tem seu próprio tempo de retorno, ou seja, relaxamento, conseqüentemente os padrões de sinal serão diferentes nas sequências T1 e T2. A gordura mostrará um hipersinal em T1 e a água mostrará um

hipersinal em T2. Todos esses sinais coletados, que serão processados e convertidos em imagens, carregam informações sobre a área em estudo (HAGE e IWASAKI, 2009).

Ao realizar a RM, o conforto do paciente é de extrema importância, pois qualquer movimento pode perder todo o processo. O candidato aceita melhor o planejamento de aquisições de curto prazo. As técnicas são padronizadas para que um radiologista não precise estar presente durante todos os procedimentos. Outro fator importante é o sinal, que é a quantidade de informações contidas em uma imagem. Uma imagem com ruído é uma imagem de sinal ruim. A espessura da fatia define o voxel (elemento de volume), que são pequenas partes do tecido que está sendo testado. NEX é a quantidade de vezes que se capta o sinal dos prótons. Se um NEX for 2, por exemplo, significa dizer que o sinal daquela região foi capturado duas vezes (HELMS *et al.*, 2011).

Os prótons do tecido avaliado ao ressoarem, emitem sinais que serão os responsáveis pela formação da imagem. Em uma analogia, se para ouvir o som da voz de alguém é necessário que o ouvinte esteja o mais próximo possível, assim também se faz necessário que a bobina de corpo esteja o mais próximo possível da área examinada, nesse caso a coxa. Quanto menor for a bobina melhor será o sinal. É importante que a bobina de corpo seja capaz de detectar o sinal de todo comprimento da área, assim como de sua profundidade (HELMS *et al.*, 2011).

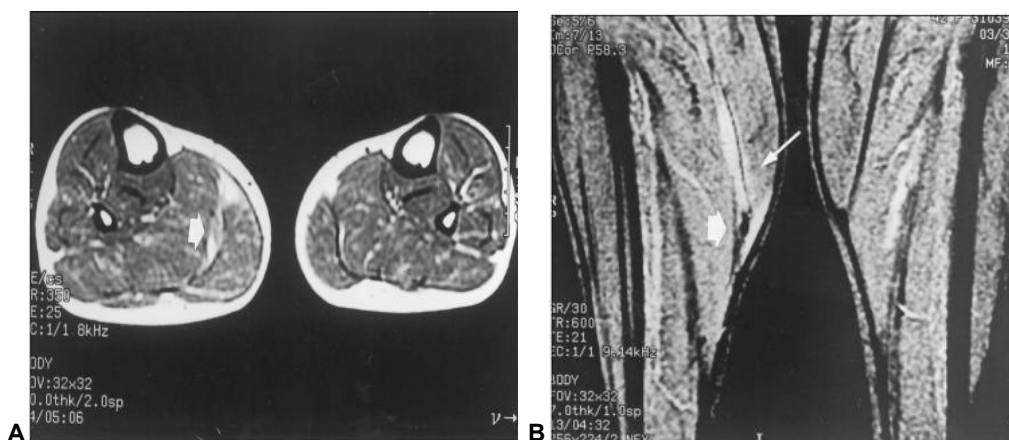


Figura 2: Cortes axial pesado em T1 (A) e coronal na sequência STIR (B), (FERNANDES, 2011).

Em um aparelho com potência de campo magnético de 1.5T, indica-se o protocolo para o paciente posicionado-o em decúbito dorsal e o uso de bobina para torso que comporte FOV máximo de 420 mm/42cm. Ademais, indica-se seguir o seguinte protocolo: Corte coronal STIR (inversão da recuperação do tempo curto) e T1; Corte sagital STIR; Corte axial STIR, T1 e T2. Os parâmetros são Slice 4mm X Gap 0,4mm. Se necessário diminuir a espessura do corte e espaçamento e cobrir a patologia evidenciada (HCG, 2021).

A RM é mais frequentemente usada para avaliar lesões nos isquiotibiais. Imagens axiais, coronais e sagitais ponderadas em T1 e T2 (Tabela 4) padrão são obtidas em uma unidade de 1.5 T (Figura 2) ou maior. Para lesões de isquiotibiais proximais, as imagens são obtidas através das tuberosidades ciáticas e coxas proximais; para lesões distais, as imagens são tiradas do meio da coxa até o joelho. As imagens de maior resolução são então obtidas através da coxa lesada (AHMAD *et al.*, 2013).



Figura 2: Tesla 1.5. Fonte: SMITH *et al.*, (2014).

Os exames realizados em um aparelho de 1.5T faz uso de bobinas de corpo ou superfície, dependendo da posição e do diâmetro da lesão, o paciente deve estar posicionado em decúbito dorsal (AHMAD *et al.*, 2013).

Indicações	Dor, Fratura de Estresse, Lesões Musculares, Patologias Mal Caracterizadas e Indefinidas, Trauma, Infecções, Miosites, Tumores;
Contraste	Não
Protocolo	Rotina
Sequência	a)Coronal T1 b)Coronal T2 FAT c)Axial T1 d)Axial T2 FAT e)Sagital T2 FAT
Observações	Fotografar de proximal para distal. Não necessariamente fazer imagens axiais de toda a coxa, devendo-se priorizar a área sintomática. Nos casos suspeita de alteração dos isquiotibiais, deve-se sempre incluir a origem dos mesmos na tuberosidade isquiática. Suspeita de lesão ou tendinopatia do reto femoral incluir a raiz da coxa. Obter as imagens axiais unilateral para melhorar a resolução, exceto em casos de miopatias, denervação ou atrofia musculares.

Tabela 4: Protocolos de ressonância magnética de coxa. Fonte: SES PERNAMBUCO, (2014).

Os sistemas de pontuação são úteis para médicos, atletas e seus treinadores, pois fornecem orientação para tratamento e prognóstico (ERLUND, VIEIRA, 2017).

Os estudos de ERLUND, VIEIRA, (2017) atestam que a maioria das lesões de MI são tensões musculares ou lesões parciais no nível da junção miotendínea (JMT), que podem ser tratadas de forma conservadora e geralmente resultam em recuperação total.

Na fase inicial, o objetivo do tratamento é minimizar o sangramento intramuscular e controlar a resposta inflamatória. São utilizados analgesia, repouso, compressas de gelo, compressão muscular e elevação de membros. No entanto, a evidência clínica que apoia essas modalidades ainda é limitada. O melhor tratamento para lesões relacionadas ao IT ainda não foi identificado (LEMPAINEN *et al.*, 2015).

A mobilização precoce induz aumento da vascularização local na área da lesão, melhor regeneração das fibras musculares e melhor paralelismo entre o alinhamento das miofibrilas regeneradas em relação à restrição do movimento. No entanto, rupturas no local do trauma original são comuns quando a mobilização ativa

começa imediatamente após a lesão. Um curto tempo de inatividade é recomendado com moldes firmes ou similares. Este período de descanso permite que o tecido cicatricial se reconecte com a falha muscular. O paciente deve usar muletas para as lesões musculares mais graves dos membros inferiores, principalmente durante os primeiros três a sete dias (FERNANDES, PEDRINELLI, HERNANDEZ, 2011).

O retorno ao exercício é o resultado desejado após lesões nos isquiotibiais (AHMAD *et al.*, 2013). Os critérios para o retorno ao esporte são: ausência de dor, capacidade de realizar movimentos esportivos sem hesitação, restauração da força e alongamento dos grupos musculares envolvidos, e segurança do próprio atleta em retornar à atividade física. A avaliação da força muscular pode ser determinada como teste isocinético. A restauração da força do membro é desejável em comparação com o lado contralateral (ERLUND, VIEIRA, 2017).

CONCLUSÃO

A ressonância magnética como técnica de imagem para lesões agudas de isquiotibiais em jogadores de futebol apresenta-se como a mais recomendada, especialmente por sua maior sensibilidade para lesões menores e sua facilidade de uso para um diagnóstico preciso.

REFERÊNCIAS

SILVA, Wender; *et al.* Incidência de lesões musculoesqueléticas em jogadores de futebol profissional no Brasil. **Revista CPAQV – Centro de Pesquisas Avançadas em Qualidade de Vida**, São Paulo, v.11, n.3, p. 02-13, 2019.

UCHINA, Wagner Toshio; REIS Andréa Dias; RAMALLO, Bianca Trovello. Core training para prevenção de isquiotibiais em jogadores de futebol. **Revista Brasileira de Futsal e Futebol**, São Paulo, v.12, n.51, p. 752-758, 2020.

AMORIM, Bernardo Hélder Figueiredo. Alteração da função neuromuscular dos músculos no compartimento medial dos isquiotibiais, do bíceps femoral e dos

músculos glúteo médio e máximo durante a corrida intermitente à máxima velocidade. **Universidade do Porto/ U. PORTO**, Porto, p. 01-115, 2017.

ALMEIDA, Pedro Sávio Macedo; et al. Incidência de lesões musculoesqueléticas em jogadores de futebol. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, Belém, v.19, n.2, p. 112-115, 2013.

CARDOSO, José Henrique Piedade; et al. Análise de encurtamento dos músculos isquiotibiais em adultos jovens de 18 a 25 anos. **Universidade Estadual Paulista – UNESP**, São Paulo, v.8, n.Especial, p. 90-96, 2016.

KERKHOFFS, Gino M. M. J.; et al. Diagnosis and prognosis of acute hamstring injuries in athletes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, Amsterdam, v.21, n.2, p. **500-509**, 2013.

ERLUND, Lucio; VIEIRA, Lucas de Almeida. Lesões dos isquiotibiais: artigo de atualização. **Revista Brasileira de Ortopedia**, Curitiba, v.52, n.4, p. 373-382, 2017.

MORAES, Renato Daniel Ferreira; LUCENA, Rogério Rocha. Metabolismos, aeróbio e anaeróbio e as posições táticas no futebol. **Universidade de Ribeirão Preto/ UNAERP**, Guarujá, p. 01-13, 2017.

ANDRZEJEWSKI, Marcin; et al. Sprinting Activities and Distance Covered by Top Level Europa League Soccer Players. **International Journal of Sports Science & Coaching**, Poznań, v.10, n.01, p. 39-50, 2015.

MASCHERINI, Gabriele; et al. Kinematic Profile in Soccer Players. **International Journal of Sports Science**, Florence, v.4, n.6, p. 42-48, 2014.

ASTUR, Diego Costa; et al. Lesão muscular: perspectivas e tendências atuais no Brasil. **Revista Brasileira de Ortopedia**, São Paulo, v.49, n.06, p. 573-580, 2014.

MENEZES, Pedro; et al. Efeitos do programa de treinamento de força e termografia infravermelha em lesões em atletas de futebol. **MDPI**, Suíça, v.6, n.148, p. 02-10, 2018.

BLIVEN, Kellie C. Huxel; ANDERSON, Barton E.. Core stability training for injury prevention. **Revista Sports Health**, Arizona, v. 5, n. 6, p. 514-522, 2013.

FERREIRA, Ana Cruz; et al. Programas de exercício na prevenção de lesões em jogadores de futebol: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, Portugal, v. 21, n.03, p. 236-241, 2015.

BARBALHO, Matheus de Siqueira Mendes; NÓVOA, Helton José Dias de; AMARAL, José Carlos. Prevalência de lesão em jogadores de futebol profissional nos anos 2013-2014. **RBFF - Revista Brasileira de Futsal e Futebol**, São Paulo v. 9, n. 33, p. 144-150, 2017.

RAMOS, Gabriel Amorim; et al. Reabilitação nas lesões musculares dos isquiotibiais: revisão da literatura. **Revista Brasileira de Ortopedia**, São Paulo, v. 52, n.01, p. 11-16, 2017.

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.117-129, 2009.

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.

MADUREIRA, Luiz Claudio Almeida; et al. Importância da imagem por ressonância magnética nos estudos dos processos interativos dos órgãos e sistemas. **Revista de Ciências Médicas e Biológicas**, Salvador, v.9, n.1, p. 13-19, 2010.

HELMS, Clyde A., MAJOR, Nancy M. **Ressonância Magnética Musculoesquelética**. Tradução 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora LTDA, 2010. 456:26 p.

FERNANDES, Tiago Lazzaretti; PEDRINELLI, André ;HERNANDEZ, Arnaldo José. Lesão muscular - Fisiopatologia, Diagnóstico, Tratamento e apresentação clínica. **Revista Brasileira de Ortopedia**, São Paulo, v. 46, n.03, p. 247-255, 2011.

GOIÁS, Hospital das Clínicas. Técnicas de realização de exames em ressonância magnética. **Universidade Federal de Goiás**, Goiás, p. 76, 2021.

AHMAD, Christopher S.; *et al.* Avaliação e gestão de lesões isquiotibiais. **The American Journal of Sports Medicine**, New York, v.41, n.12, p. 2933-2947, 2013.

SMITH, Andrew C.; *et al.* Ressonância magnética de músculo-gordura: 1,5 tesla e 3,0 tesla versus histologia. **Muscle–Fat MRI Reliability**, Illinois, v. 50 , n. 2, p. 170-171, 2014.

PERNAMBUCO. Secretaria de Estado da Saúde. Protocolos de acesso - . Cintilografia, Densitometria Óssea, Ressonância Magnética, Tomografia Computadorizada. **Complexo regulador de Pernambuco**, Pernambuco, ed. 2, p.38, 2014.

LEMPAINEN, Lasse; *et al.* Clinical principles in the management of hamstring injuries. **Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc**, v. 23, n. 08, p. 2449-2456, 2014.