U.PORTO

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA

Lesões musculares no futebol

Manuel do Fundo Meirinho

M

2024



LESÕES MUSCULARES NO FUTEBOL

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Dissertação de candidatura ao grau de Mestre em Medicina, submetida ao Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar – Universidade do Porto

Junho de 2024

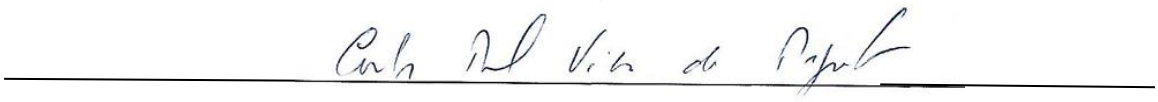
Estudante: Manuel do Fundo Meirinho (up201807673@up.pt)
Mestrado Integrado em Medicina – Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar, Universidade do Porto

Orientador: Dr. Carlos Manuel Vieira de Magalhães
Assistente Graduado de Cirurgia Geral da ULS de Santo António

Coorientadora: Professora Doutora Vânia Cristina Castro Oliveira



Assinatura do estudante: Manuel do Fundo Meirinho



Assinatura do Orientador: Dr. Carlos Manuel Vieira de Magalhães



Assinatura da Coorientadora: Professora Doutora Vânia Cristina Castro Oliveira

Agradecimentos

Primeiramente, agradeço ao meu orientador, Dr. Carlos Magalhães, e coorientadora, Dra. Vânia Oliveira, pela orientação ao longo de todo o processo.

Aos meus pais, Maria e Alcino, pelo amor incondicional, pela educação e por estarem sempre do meu lado.

À minha irmã e ao meu avô pelo apoio e paciência em cada etapa.

Aos meus amigos, pela amizade que ainda hoje perdura e por cada momento que levarei comigo na minha memória.

Resumo

Introdução: As lesões musculares são as lesões mais prevalentes nos jogadores de futebol, apresentando grande impacto não só a nível individual, mas também a nível das equipas e clubes, uma vez que estas lesões acabam por acarretar consequências negativas em termos financeiros. Como tal, existe um grande interesse em conseguir otimizar quer o diagnóstico destas lesões, quer o seu tratamento, de modo a permitir aos atletas uma recuperação rápida, completa e com menor risco de recidiva.

Objetivo: Esta revisão bibliográfica tem como objetivo condensar a informação existente até ao momento referente ao diagnóstico, classificação e tratamento das lesões musculares em atletas de futebol de alta competição. Além disso, visa alertar para a necessidade de se alcançar um consenso no que diz respeito ao sistema de classificação destas lesões, de modo a permitir uma comunicação mais eficiente entre profissionais e assegurar o melhor tratamento possível aos atletas, promovendo um rápido retorno à atividade e diminuindo o risco de novas lesões.

Métodos: Para a elaboração desta revisão bibliográfica foi realizada uma pesquisa nas bases de dados eletrónicas *Frontiers, Researchgate, Cochrane, PubMed, Scopus, Web of Science* e *PsycInfo*. Foram incluídos apenas artigos em inglês sem limite temporal de data de publicação, tendo sido abrangidos ensaios clínicos, ensaios randomizados controlados, revisões narrativas, revisões sistemáticas e meta-análises. A pesquisa foi auxiliada pelas seguintes palavras-chave: *"sports"; "muscle injury", "exercise-induced muscle injuries"; "sports medicine"; "classification system"; "elite football"; "Munich Consensus Statement"; "British Athletics Muscle Injury Classification"; "FCB Barcelona and Aspetar Classification"*. Artigos em outros idiomas, artigos duplicados e resumos foram excluídos.

Desenvolvimento: Durante as últimas décadas, diferentes sistemas de classificação de lesões musculares foram sugeridos. No entanto, ainda não se conseguiu alcançar um consenso no que diz respeito ao diagnóstico e classificação deste tipo de lesões. Atualmente, os sistemas de classificação mais utilizados são o *Munich Consensus Statement*, o *British Athletics Muscle Injury Classification* e o *FCB Barcelona and Aspetar Classification*, os quais se baseiam não só em dados clínicos, mas também em achados imagiológicos evidenciados sobretudo na ressonância magnética nuclear, que é o *gold standard* na avaliação de lesões musculares agudas. Contudo, cada uma destas classificações utiliza diferentes critérios para a categorização das lesões musculares, conduzindo a classificações distintas que podem exigir tratamento diferentes. Esta ausência de uniformidade dificulta a comunicação entre os vários profissionais da área da medicina desportiva e pode levar a que as lesões não sejam abordadas com o tratamento mais correto, aumentando o tempo de retorno à atividade e aumentando também o risco de recidiva das lesões.

Conclusão: Apesar dos avanços no diagnóstico e tratamento das lesões musculares, ainda não há consenso no que diz respeito à sua classificação. No futuro, é necessário investir em investigação neste âmbito, nomeadamente com estudos multicêntricos de grande escala, de modo a conseguir desenvolver um sistema de classificação facilmente aplicável e com valor prognóstico, de modo a uniformizar a prática médica nesta área.

Palavras-chave: *"sports"; "muscle injury", "exercise-induced muscle injuries"; "sports medicine"; "classification system"; "elite football"; "Munich Consensus Statement"; "British Athletics Muscle Injury Classification"; "FCB Barcelona and Aspetar Classification"*.

Abstract

Introduction: Muscle injuries are the most prevalent injuries among football players, having a significant impact not only on an individual level but also on teams and clubs, as these injuries end up bringing negative financial consequences. Therefore, there is great interest in optimizing both the diagnosis of these injuries and their treatment, to allow athletes a quick, complete recovery with a lower risk of recurrence.

Objectives: This literature review aims to condense the existing information regarding the diagnosis, classification, and treatment of muscle injuries in high-performance football athletes. Additionally, it seeks to highlight the need to reach a consensus regarding the classification system of these injuries, to allow more efficient communication among professionals and ensure the best possible treatment for athletes, promoting a quick return to activity and reducing the risk of new injuries.

Methods: To elaborate this literature review, a search was conducted in the electronic databases Frontiers, Researchgate, Cochrane, PubMed, Scopus, Web of Science, and PsycInfo. Only articles in English without a publication date limit were included, covering clinical trials, randomized controlled trials, narrative reviews, systematic reviews, and meta-analyses. The search was aided by the following keywords: 'sports'; 'muscle injury'; 'exercise-induced muscle injuries'; 'sports medicine'; 'classification system'; 'elite football'; 'Munich Consensus Statement'; 'British Athletics Muscle Injury Classification'; 'FCB Barcelona and Aspetar Classification'. Articles in other languages, duplicate articles, and abstracts were excluded.

Development: During the last decades, different systems for classifying muscle injuries have been suggested. However, a consensus regarding the diagnosis and classification of this type of injury has not yet been achieved. Currently, the most widely used classification systems are the Munich Consensus Statement, the British Athletics Muscle Injury Classification, and the FCB Barcelona and Aspetar Classification, which are based not only on clinical data but also on imaging findings, primarily evidenced by magnetic resonance imaging (MRI), which is the gold standard in the assessment of acute muscle injuries. However, each of these classifications uses different criteria for categorizing muscle injuries, leading to distinct classifications that may require different treatments. This lack of uniformity hinders communication among various professionals in the field of sports medicine and may result in injuries not being addressed with the most appropriate treatment, increasing the time to return to activity and raising the risk of injury recurrence.

Conclusion: Despite advances in the diagnosis and treatment of muscle injuries, there is still no consensus regarding their classification. In the future, it is necessary to invest in research in this field, particularly with large-scale multicenter studies, to develop a classification system that is easily applicable and has prognostic value, to standardize medical practice in this area.

Keywords: “sports”; “muscle injury”, “exercise-induced muscle injuries”; “sports medicine”; “classification system”; “elite football”; “Munich Consensus Statement”; “British Athletics Muscle Injury Classification”; “FCB Barcelona and Aspetar Classification”.

Lista de abreviaturas

AINEs: Anti-inflamatórios não esteroides
CK: Creatina Quinase
EPI: Eletrólise percutânea intratecidular
ESMR: European Society for Muscle Research
FABP: Proteína de ligação de ácidos gordos
FCB: Fútbol Club Barcelona
L-BIA: Bioimpedância localizada
RMN: Ressonância Magnética Nuclear
RTP: Tempo de retorno total à atividade
R: Resistência
TOCE: Terapia por ondas de choque extracorporais
Xc: Reatância

Índice

1. Introdução 1
2. Metodologia 1
3. Epidemiologia 2
4. Exames auxiliares de diagnóstico 3
   4.1. Exames imagiológicos 3
      4.1.1. Ecografia 3
      4.1.2. Ressonância magnética nuclear (RMN) 4
   4.2. Bioimpedância localizada 4
   4.3. Análise bioquímica de lesões musculares induzidas por exercício 5
5. Sistemas de classificação 5
   5.1. Munich consensus statement 5
   5.2. British athletics muscle injury classification 6
   5.3. FCB Barcelona and Aspetar Classification 7
6. Comparação prática dos 3 sistemas de classificação 8
7. Previsão do tempo de retorno total à atividade (RTP) 8
8. Tratamento 9
   8.1. Tratamento Imediato 10
   8.2. Tratamento conservador 10
      8.2.1. Fisioterapia e reabilitação 10
      8.2.2. Farmacoterapia e suplementação oral 10
      8.2.3. Farmacoterapia parentérica 10
      8.2.4. Terapia por ondas de choque extracorporais (TOCE) 11
      8.2.5. Eletrólise percutânea intratecidular 11
   8.3. Tratamento cirúrgico 12
9. Prevenção 12
10. Conclusões e considerações futuras 13
11. Referências 14

1. Introdução

Lesões musculares são responsáveis por até um terço das lesões que ocorrem no futebol profissional e são considerados uma ameaça à longevidade da carreira do atleta, podendo levar a um abandono precoce.[1,2]

A classificação das lesões tem como objetivo definir a extensão, avaliar a gravidade, otimizar o tratamento, prever o tempo até ao retorno total à atividade (TRA) e prevenir a recidiva da lesão.[3] Durante as últimas décadas, diferentes classificações de lesões musculares foram sugeridas [4-6]. No entanto, ainda não se conseguiu alcançar um consenso no que diz respeito ao diagnóstico e classificação deste tipo de lesões[7].

Atualmente, os sistemas de classificação mais utilizados são o *Munich Consensus Statement*[8], o *British Athletics Muscle Injury Classification*[9] e o *FCB Barcelona and Aspetar Classification*[10], os quais se baseiam não só em dados clínicos, mas também em achados imagiológicos evidenciados sobretudo na ressonância magnética nuclear[8-10], que é o *gold standard* na avaliação de lesões musculares agudas[7]. Contudo, cada uma destas classificações utiliza diferentes critérios para a categorização das lesões musculares, conduzindo a classificações distintas que podem exigir tratamento diferentes. Esta ausência de uniformidade dificulta a comunicação entre os vários profissionais da área da medicina desportiva e pode levar a que as lesões não sejam abordadas com o tratamento mais correto, aumentando o tempo de retorno à atividade e aumentando também o risco de recidiva das lesões[11].

No que diz respeito ao tratamento das lesões musculares, muitas das estratégias terapêuticas atualmente empregues carecem de uma base científica robusta devido à escassez de estudos clínicos e, como tal, são frequentemente aplicadas de modo empírico. A abordagem de tratamento escolhida varia consoante o tipo de lesão muscular e, aliada a exercícios de reabilitação, tem como objetivo recondicionar a estrutura lesionada, restabelecer a coordenação e propriocepção e normalizar padrões de movimento[12].

Esta revisão bibliográfica tem como objetivo condensar a informação existente até ao momento referente ao diagnóstico, classificação e tratamento das lesões musculares em atletas de futebol de alta competição. Além disso, visa alertar para a necessidade de se alcançar um consenso no que diz respeito ao sistema de classificação destas lesões, de modo a permitir uma comunicação mais eficiente entre profissionais e assegurar o melhor tratamento possível aos atletas, promovendo um rápido retorno à atividade e diminuindo o risco de novas lesões.

2. Metodologia

Para a elaboração desta revisão bibliográfica foi realizada uma pesquisa nas bases de dados eletrónicas *Frontiers, Researchgate, Cochrane, PubMed, Scopus, Web of Science* e *PsycInfo*. Foram incluídos apenas artigos em inglês sem limite temporal de data de publicação, tendo sido abrangidos ensaios clínicos, ensaios randomizados controlados, revisões narrativas, revisões sistemáticas e meta-análises. Numa primeira instância os artigos foram selecionados com base no *Abstract* e, posteriormente, foi realizada a seleção tendo em conta a relevância da informação e a qualidade dos estudos. A pesquisa foi auxiliada pelas seguintes palavras-chave: *"sports"; "muscle injury", "exercise-induced muscle injuries"; "sports medicine"; "classification system"; "elite*

football"; "Munich Consensus Statement"; "British Athletics Muscle Injury Classification"; "FCB Barcelona and Aspetar Classification". Artigos em outros idiomas, artigos duplicados e resumos foram excluídos.

3. Epidemiologia

O futebol é um dos desportos mais populares em todo o mundo[13]. As lesões musculares representam 31% das lesões ocorridas nesta modalidade desportiva e são responsáveis por 25% dos dias de ausência em treinos e competições[14,15]. Entre os fatores de risco para a ocorrência de lesões musculares destacam-se a idade avançada do atleta e o antecedente de lesão muscular prévia[16].

Cerca de 96% das lesões musculares em jogadores profissionais são lesões indiretas[14] que ocorrem durante a contração muscular excêntrica quando esta é excessiva[17]. A probabilidade de desenvolver uma lesão muscular é 7 vezes maior durante o jogo do que durante o treino[18] e essa probabilidade varia ao longo da época, sendo superior no final da primeira volta e início da segunda[16].

Cerca de 92% das lesões musculares ocorrem nos membros inferiores[7] e são mais frequentes nos músculos isquiotibiais, adutores, quadríceps e tríceps sural[13]. O músculo reto femoral é também um músculo frequentemente lesionado[7]. Estes músculos contêm grande percentagem de fibras do tipo II (fibras de contração rápida) e ligam 2 articulações[15,19,20], o que justifica a sua elevada taxa de lesão. De acordo Hägglund et al as lesões musculares são mais frequentes no membro dominante, isto é, no membro com o qual o jogador pontapeia a bola[16]. Além disso, a junção miotendinosa é o local onde a lesão muscular ocorre com mais frequência.[21]

Em média, numa equipa de futebol profissional com um plantel de 25 jogadores é expectável a ocorrência de cerca de 15 lesões musculares por temporada, com um tempo médio de paragem da atividade de 233 dias, o que equivale a cerca de 148 sessões de treino perdidas e 37 jogos não disputados[15]. Na Primeira Liga portuguesa, durante as temporadas desportivas de 2019/2020, 2020/2021 e 2021/2022, foram registadas 84 lesões nas quais cada jogador perdeu em média 16,6 dias por lesão. Os dois períodos da temporada que se mostraram mais propensos a lesões foram o final de temporada e a retoma após a interrupção de inverno[22].

Em 2022 Argibay-González et al analisou as lesões musculares nas competições *LaLiga e Premier League*. Registou-se um total de 277 lesões durante o decorrer de jogos, 142 na liga espanhola e 135 na liga inglesa. Na liga espanhola, o número de lesões foi semelhante nas primeira e segunda metades da temporada, enquanto na liga inglesa as lesões foram mais frequentes na primeira metade da temporada. A posição de defesa foi aquela que sofreu maior número de lesões em ambas as ligas[23].

No que diz respeito à recorrência das lesões musculares, nos primeiros 30 dias após a retorno à atividade desportiva existe uma probabilidade de 12 a 33% de recidiva da lesão isquiotibiais[18] e 7 a 22% nos músculos quadríceps[24]. Como fatores que aumentam o risco de recorrência de lesão destacam-se o tratamento inadequado e o retorno demasiado precoce à prática desportiva[25].

Portillo et al mostrou que, após um período de ausência superior a 8 dias devido a lesão muscular moderada ou grave, o desempenho do atleta é significativamente menor para esforços de alta intensidade e habilidades técnicas como *sprints* e passes[26].

Eliakim et al. em 2020, tentou avaliar o impacto das lesões no desempenho dos atletas e analisar as implicações financeiras nas equipas de futebol da *Premier League inglesa* (EPL). O estudo, que foi realizado com base em dados selecionados de cinco temporadas consecutivas (2012-2017), veio salientar o grande impacto que as lesões musculares têm no desempenho das equipas e enorme encargo financeiro que estas lesões acarretam para os clubes[27].

4. Exames auxiliares de diagnóstico

O diagnóstico preciso das lesões musculares e a avaliação da sua gravidade constituem um desafio na prática clínica. O correto diagnóstico é essencial para a decisão terapêutica, influenciando o prognóstico e o retorno dos atletas à atividade.

As radiografias simples são geralmente o primeiro exame imagiológico efetuado uma vez que permitem identificar desde logo se existe fratura óssea, possibilitando também a sua localização. Contudo a radiografia não é um exame adequado para a avaliação das estruturas musculares.[1,2]

4.1. Exames imagiológicos

4.1.1. Ecografia

Atualmente, a ecografia é amplamente utilizada na prática clínica para avaliação de lesões musculares[28,29] uma vez que é um exame de imagem barato, rápido e fácil de aplicar. O momento ideal para a realização deste exame não é consensual, mas *Petroons et al* aponta que deve ser realizado idealmente entre as 2h e as 48h após a ocorrência da lesão[4].

O tecido muscular normal é hipoecoico, contrariamente às estruturas adjacentes, como fáscias, epimísio, nervos e tendões[30]. A distribuição do tecido conjuntivo é diferente de músculo para músculo, variando em localização e espessura. Como tal, é essencial conhecer as características anatómicas de cada grupo muscular para interpretar os achados imagiológicos[7].

O principal objetivo da ecografia é avaliar a integridade muscular, permitindo detetar as lesões que possuem rutura de fibras musculares e hematomas intramusculares. Os hematomas são o sinal-chave para diagnosticar uma rutura muscular e apresentam-se geralmente como uma lesão hipoecoica ou anecoica bem circunscrita[4].

Peetrons et al desenvolveu um sistema de classificação de lesões musculares com base nos achados ecográficos. Classificou como grau 0 a ausência de lesão, grau I uma lesão mínima envolvendo menos de 5% do músculo (traduzida por hiperecogenicidade), grau II as ruturas musculares parciais (nas quais a ecografia mostra espaço hipoecoico ou anecoico entre as fibras musculares) e como grau III as ruturas musculares completas, sendo possível visualizar na ecografia uma descontinuidade completa do músculo ao nível da junção miotendinosa[4].

Além de detetar as ruturas musculares, a ecografia permite avaliar a extensão das lesões, consegue avaliar o processo de cicatrização e permite avaliar a magnitude da cicatriz fibrótica. Ademais, há autores que defendem que a ecografia consegue prever o risco de recorrência da lesão, uma vez que este é proporcional à dimensão da cicatriz fibrótica presente no músculo[4]. Por fim, a ecografia pode ser utilizada para guiar intervenções terapêuticas[30], como por exemplo a administração de plasma rico em plaquetas[31].

As principais limitações da ecografia prendem-se com o facto de ser um exame altamente dependente do utilizador e, em alguns casos, ser incapaz de delinear com precisão o tamanho e o grau da lesão, especialmente em pacientes com muita massa muscular ou obesidade[32-34].

De ressalvar que, para detetar fibras rompidas e diferenciar graus de rutura, é importante realizar não só a ecografia em repouso, mas também uma avaliação dinâmica, em contração muscular ativa ou passiva. Por fim, nos casos em que há suspeita de hérnia muscular, é aconselhada a realização de um exame ecográfico na posição em pé[4].

4.1.2. Ressonância magnética nuclear

A introdução da ressonância magnética nuclear (RMN) permitiu melhorias substanciais na abordagem das lesões musculares, tendo-se tornado o *gold standard* para o diagnóstico destas lesões[7].

Quando comparada à ecografia, a ressonância magnética é mais eficaz no diagnóstico das lesões musculares, sendo capaz de detetar lesões que não são detetadas na ecografia[35,36]. No seu estudo, *Koulouris et al* mostrou que a ressonância foi capaz de identificar 100% das lesões agudas dos músculos isquiotibiais, ao passo que a ecografia detetou apenas 58,3%[37].

A RM permite ainda uma avaliação mais correta da localização e extensão das lesões e possibilita melhor avaliação pré-operatória e planeamento cirúrgico[38-41].

O intervalo de tempo ideal para a realização da ressonância magnética após a ocorrência da lesão não é consensual. Contudo, de modo a evitar que a acumulação de sangue dificulte a observação do tecido muscular e tecido conjuntivo, pensa-se que a ressonância deve ser efetuada com alguma brevidade[30]. *Xavier Valle et al* defendem que deve ser realizada entre as 24 e as 48 horas após a ocorrência da lesão[10].

A sociedade europeia ESMR *(European Society for Muscle Research)* recomenda que o exame seja realizado apenas na região corporal na qual o atleta exibe os sintomas, unilateralmente, devendo recorrer-se a uma marcação nessa região da pele de modo a facilitar a correlação com os achados imagiológicos obtidos. Recomenda ainda que a RMN seja realizada incluindo sequências nos três planos espaciais[30].

Como referido anteriormente, a maioria das lesões musculares nos futebolistas são lesões indiretas e ocorrem na junção miotendinosa. Esta junção, na ausência de patologia, surge hipointensa na RM, quer em T1 quer em T2. Na presença de disrupção desta junção, é comum identificar edema intersticial entre as fibras musculares, surgindo com intensidade baixa a moderada em T1 e hiperintensa em T2[7].

A classificação de *Stoller* (2007), que categoriza as lesões musculares com base nos achados da RMN, é uma das classificações mais conhecidas. Neste sistema de classificação são definidos 4 graus: 0,1,2 e 3. No grau 0 não são identificadas alterações na RM, no grupo 1 é identificado edema (hipersinal na RM), sem haver dano tecidular, no grau 2 está presente um rutura parcial e no grau 3 verifica-se uma rutura completa[5].

4.2. Bioimpedância localizada

A medição de bioimpedância localizada (L-BIA) é uma técnica não invasiva útil na avaliação de lesões musculares, apresentando baixo custo e permitindo apoiar os exames de imagem, sendo especialmente útil para avaliar a gravidade das lesões.[42]

Esta técnica consegue identificar lesões musculares avaliando a resposta muscular à administração de uma corrente elétrica alternada de baixa intensidade.[42]

A resistência (R) à condução da corrente aplicada está inversamente correlacionada com o volume de fluido, e a reatância (Xc) representa o atraso na condução da corrente nas membranas celulares e nas interfaces dos tecidos. Na prática, a resistência permite avaliar o edema e a reatância permite avaliar a rutura das células musculares. A magnitude da diminuição destes parâmetros 24 horas após a lesão permite inferir a gravidade da lesão.[42]

4.3. Análise bioquímica de lesões musculares induzidas por exercício

Os biomarcadores séricos mais úteis para o diagnóstico de lesões musculares induzidas por exercício são a creatina quinase (CK), a mioglobina, a proteína de ligação de ácidos gordos (FABP), as troponinas, a lactato desidrogenase, a aldolase, anidrase carbónica III e a aspartato aminotransferase[43]. Contudo, as lesões do músculo cardíaco compartilham muitos dos biomarcadores das lesões do músculo esquelético. Como tal, para fazer a sua distinção, pode ser útil recorrer à relação plasmática de biomarcadores, como por exemplo a relação entre mioglobina e FABP (mioglobina/FABP). Este rácio apresenta valores muito inferiores nas lesões cardíacas, comparativamente às lesões de músculo esquelético[44].

5. Sistemas de classificação

Um sistema de classificação deve usar nomenclatura não-ambígua, ter aplicabilidade clínica, ser fácil de empregar e, idealmente, apresentar valor prognóstico.

Ao longo do tempo foram sendo propostas vários sistemas para a classificação e categorização das lesões musculares. Não obstante, atualmente ainda não existe um sistema que seja universalmente aceite, o que dificulta a prática médica e a comunicação entre os profissionais de saúde.

Recentemente, três novos sistemas de classificação foram propostos: o *Munich Consensus Statement*[8], o *British Athletics Muscle Injury Classification*[9] e o *FCB Barcelona and Aspetar Classification*[10], os quais se baseiam não só em dados clínicos, mas também em achados imagiológicos evidenciados sobretudo na ressonância magnética[8-10], que é o *gold standard* na avaliação de lesões musculares agudas[7].

5.1. Munich consensus statement

O consenso de Munique, publicado em 2013, resultou de uma reunião entre especialistas internacionais que, com base na sua experiência e nos resultados de 19 questionários efetuados, descreveram um sistema de classificação para as lesões musculares. A categorização das lesões foi feita com base em definições teóricas, bem como em aspetos clínicos (sintomas e sinais) e achados imagiológicos[8].

A classificação começa por diferenciar a lesão muscular direta da lesão muscular indireta. Nas lesões musculares diretas incluem-se as contusões e as lacerações. As lesões musculares indiretas englobam distúrbios funcionais e lesões estruturais. Nos distúrbios funcionais diferenciam-se os distúrbios relacionados com o esforço excessivo (tipo 1) e as patologias neuromusculares (tipo 2). No que diz respeito às lesões estruturais estas podem ser ruturas parciais (tipo 3) ou totais /subtotais (tipo 4). Posteriormente as lesões por esforço excessivo podem subdividir-se em induzidas por fadiga (tipo 1A) ou dor muscular de início tardio (tipo 1B) e os

distúrbios neuromusculares subdividem-se consoante estão relacionados com a medula espinal (2A) ou com o músculo (2B). Também as lesões do grupo 3 podem ser subdivididas consoante a rutura muscular é mínima (3A) ou moderada (3B) e no grupo 4 é importante diferenciar as lesões em que ocorre avulsão tendinosa[8].

Pezzola et al defendeu que esta classificação apresenta valor prognóstico e se correlaciona significativamente com o tempo de retorno à atividade[45]. Num estudo realizado por *Ekstrand et al* a classificação de *Munich* foi validada para lesões musculares da coxa nos jogadores de futebol e mostrou ter algum valor preditivo no que diz respeito ao tempo de retorno à atividade nas lesões estruturais e funcionais[46].

Esta classificação, das 3 classificações atualmente mais utilizadas, é a única que inclui os distúrbios musculares induzidos pela fadiga e a dor muscular de início tardio. Contudo, a principal crítica apontada a esta classificação é o uso do termo funcional, que foi usado pelos autores para se referirem a lesões nas quais não há dano estrutural visível na RM[9]. *Hamilton et al* aponta que não é por uma lesão não apresentar tradução imagiológica que deva ser considerada «funcional», defendendo que a dor muscular de início tardio traduz uma patologia estrutural e não um distúrbio funcional. Nesta classificação foram negligenciadas possíveis lesões estruturais inferiores ao limite de resolução da ressonância magnética[47].

5.2. British athletics muscle injury classification

Tirando partido da sua experiência no trabalho com atletas de elite do atletismo, *Pollock et al.* propôs, em 2014, um novo sistema de classificação para lesões musculares sem contacto, em específico para os músculos isquiotibiais[9].

Este sistema classifica a lesão em 5 graus, de 0 a 4, com base em uma combinação de características clínicas e achados imagiológicos obtidos na ressonância magnética. Posteriormente as lesões dos graus 1 a 3 são subdivididas consoante a sua localização em subgrupos a, b e c. O sufixo "a" é utilizado para lesões miofasciais na região periférica do músculo, o sufixo "b" refere-se a lesões na junção miotendinosa e o sufixo "c" é utilizado para lesões que se estendem até ao tendão, estando geralmente associadas a um pior prognóstico. As lesões são ainda categorizadas consoante se localizam na porção proximal, central ou distal relativamente à origem muscular[9].

São classificadas como lesões de grau 0 aquelas em que a ressonância magnética é normal. Dentro destas destaca-se a lesão neuromuscular focal com RM normal (grau 0a) e a dor muscular generalizada com RM normal ou característica de dor muscular de início tardio (grau 0b)[9].

Lesões de grau 1 correspondem a pequenas lesões musculares nas quais regra geral o atleta mantém a capacidade e amplitude de movimento. As lesões de grau 2 correspondem a lesões moderadas, sendo que o atleta geralmente exibe alguma limitação na amplitude de movimento e fraqueza muscular. As lesões de grau 3 correspondem a lesões extensas, com evidente fraqueza muscular e redução da amplitude de movimento. As lesões de grau 4 correspondem a ruturas musculares completas. No caso em que a rotura afeta o tendão devem ser classificadas como 4c[9].

Para validar o sistema de classificação, os autores utilizaram os registos médicos de 44 atletas que sofreram 65 lesões nos isquiotibiais, tendo sido avaliado o RTP e a taxa de recorrência em função do grau da lesão. Lesões de grau 0 foram associadas a um RTP mais curto do que todas as restantes lesões, lesões de grau 1 e 2 apresentaram RTP semelhante e as lesões de graus 3 apresentaram RTP mais prolongado. Além disso, as lesões intra-tendinosas foram associadas a um

maior risco de recidiva do que qualquer outro tipo na classificação. Nenhuma lesão de grau 4 foi relatada[48].

Este sistema de classificação mostrou ser fácil e seguro de aplicar, com elevado grau de sobreposição nas avaliações efetuadas por diferentes radiologistas[49]. *Pezzotta et al* defendeu que esta classificação apresenta valor prognóstico e correlaciona-se significativamente com o tempo de retorno à atividade[45].

Contudo, este sistema de classificação é referente apenas a lesões sem contacto, não podendo ser aplicada às lesões diretas (contusões e lacerações) que ocorrem no futebol.

5.3. FCB Barcelona and Aspetar Classification

Em 2016, o departamento médico do *Fútbol Club Barcelona (FCB*) em colaboração com colegas nacionais e internacionais, propôs um novo sistema de classificação para lesões musculares - *FCB Barcelona and Aspetar Classification,* também designado de classificação MLG-R. O principal objetivo era elaborar uma classificação de fácil utilização na prática clínica, com valor prognóstico e que fosse eficaz em predizer o tempo de retorno à atividade (TRA) dos atletas. Além disso, visavam conseguir uma classificação consensual que facilitasse a comunicação entre os vários profissionais de saúde e equipas técnicas e desportivas[10].

Deste modo, elaboraram uma classificação tendo por base o mecanismo da lesão (M), a sua localização (L), o seu grau (G) e a recidiva da lesão(R). Este modelo foi desenvolvido inicialmente para os músculos isquiotibiais, sendo necessário validar a sua extensão aos restantes grupos musculares[10].

No que diz respeito ao mecanismo, pode distinguir-se a lesão muscular direta ou indireta. As lesões indiretas podem ainda ser subdivididas em lesões de tipo alongamento (s: stretching type) ou lesões de tipo sprinting (p: *sprinting type*) [10].

Em termos da localização em relação ao ventre muscular, podem dividir-se consoante são lesões proximais (P), intermédias (M) e distais (D), sendo ainda classificadas de acordo com a sua relação face à junção miotendinosa com o sufixo “p” e “d” quando são proximais e distais à junção miotendinosa, respetivamente[10].

O grau da lesão é definido pelas características imagiológicas da RMN em T2, devendo a RMN realizada entre as 24h e as 48horas após a ocorrência da lesão. Em casos de lesão de mais do que um músculo, é considerado o grau da lesão que apresenta maior distorção arquitetural[10].

A recidiva da lesão (R) é definida como uma lesão do mesmo tipo e com a mesma localização a ocorrer nos primeiros 2 meses após retorno à prática desportiva. Além disso, lesões que afetem a mesma junção miotendinosa, ainda que sejam numa localização diferente, também são consideradas como recidivas[10].

Esta classificação destacou-se pelo facto de incorporar as recidivas. Embora não esteja diretamente relacionada com a gravidade da lesão, a presença de lesões recorrentes pode influenciar a recuperação, acabando por influenciar o tempo de retorno à atividade.

Além disso, das três classificações mais utilizadas atualmente, é a única que tem em conta a localização das lesões em relação ao ventre muscular[10].

Os autores tentaram evitar usar terminologia não consensual e subjetiva. No entanto, a complexidade da nomenclatura é apontada como principal fator que limita uma utilização mais ampla na comunidade de medicina desportiva[10].

6. Comparação prática dos 3 sistemas de classificação

Isern-Kebschull et al, em 2019, analisou oito casos de lesões musculares em jogadores profissionais do FC Barcelona e, recorrendo às imagens da ressonância magnética, procurou classificar cada lesão utilizando as três classificações anteriormente descritas[11].

Um dos casos correspondeu a um jogador profissional de 24 anos encaminhado por cãibra muscular no terço proximal da coxa direita durante os últimos 15 minutos de uma partida de futebol, embora tenha conseguido concluir o jogo. Após a partida, a caminhada foi limitada pela dor. O alongamento e a palpação foram dolorosos[11]. A ressonância magnética mostrou tensão proximal na junção miotendinosa no tendão central do músculo bíceps femoral e no músculo semitendinoso. Os sinais na ressonância magnética (MRI) incluam edema peritendinoso, rutura periférica e parcial do tendão, fluído intermuscular e hemorragia intramuscular, e uma perda muito leve de tensão no tendão semitendinoso[11]. A lesão foi classificada:

- *Munich consensus statement :* 3b
- *British Athletics muscle injury classification:* 3c
- *FC Barcelona and Aspetar Classification:* IP pG3rR0

Foi proposto tratamento conservador. A ressonância após quatorze dias demonstrou cicatrização com sinais de recuperação parcial do tendão e diminuição do edema muscular. Retorno à atividade após 34 dias sem evidência de recorrência[11].

Em um outro caso, um jogador de futebol de vinte e quatro anos apresentou dor aguda súbita no terço proximal da coxa direita durante corrida em alta velocidade durante uma partida, percorrendo uma distância de cerca de 20 metros. Precisou de ser substituído imediatamente. O exame físico mostrou dor considerável à palpação e incapacidade de caminhar, necessitando de usar muletas[11]. Na RMN visível uma distensão da junção miotendinosa no tendão central da cabeça longa do músculo bíceps femoral. Verificou-se presença de edema intersticial, ruturas tendinosas consecutivas, significativa hemorragia intermuscular e perda de tensão no tendão do bíceps[11]. A lesão foi classificada:

- *Munich consensus statement:* 4
- *British Athletics muscle injury classification*: 3c,
- *FC Barcelona and Aspetar Classification:*: IP MpG3rR0

Neste caso foi também proposto tratamento conservador. A ressonância magnética após 17 dias demonstrou cicatrização com recuperação parcial do tendão e encerramento da lacuna no tendão. O RTP decorreu aos 22 dias sem evidência de recidiva[11].

Posto isto, verifica-se que existe incongruência por parte das 3 classificações, pois estas duas lesões são classificadas da mesma forma por parte de uma das classificações (*British Athletics muscle injury classification*) mas de formas diferentes por parte das outras duas (*Munich consensus statement* e *FC Barcelona and Aspetar Classification*). Além disso, o RTP foi diferente entre as duas lesões, que estavam classificadas de igual modo de acordo com a classificação britânica. Ademais, em outros casos mencionados no estudo, verificou-se que lesões classificadas de forma diferente apresentaram RTP semelhantes[11].

7. Previsão do tempo de retorno total à atividade (RTP)

A previsão do tempo até ao retorno total à atividade (RTP) dos atletas constitui um desafio, uma vez que o tempo de recuperação é altamente variável e é influenciado por múltiplos fatores.

O RTP depende não só dos tempos de recuperação fisiopatológicos, mas também de fatores sociais e psicológicos do próprio atleta[50]. Além disso, é influenciado pela condição física pré-lesão do jogador, fator este que não é tido em conta em nenhum dos sistemas de classificação acima apresentados[11].

Face a esta crescente necessidade de prever com rigor o tempo de ausência dos jogadores, colocou-se a hipótese de que a ressonância magnética pudesse auxiliar neste processo. Contudo, o valor prognóstico da RM e o papel que esta pode desempenhar na previsão do RTP são ainda controversos.

Ossola et al apontou que quer a ecografia quer a ressonância possuem valor prognóstico, sendo a ressonância mais precisa[36]. *Slavotinek et al*[51] e *Connel et al*[52] defenderam que a extensão do edema na RM se correlaciona com o TRA[51,52]. *Ekstrand et al* mostrou que os achados imagiológicos da RM se correlacionam com os dias de ausência do jogador e o tempo de retorno à atividade[53] e mostrou ainda que o grau e extensão de edema na RM se correlaciona com o prognóstico nas lesões de grau 1 e 2[54].

Pezzotta et al também afirmou que a RM apresenta valor prognóstico, uma vez que permite detetar complicações e condições que interferem com a recuperação, sendo bom preditor do tempo de retorno à atividade[45]. *Waterworth et al* também defendeu o valor prognóstico da RM, uma vez que vários fatores de prognóstico são detectados imagiologicamente, como por exemplo o envolvimento de vários músculos, as ruturas de junções miotendinosas e ruturas profundas[55]. *Comin et al*[56] e *Eggleston et al*[57] mostraram que lesões com envolvimento do tendão intramuscular se associam a maior RTP[56,57]. Vários autores demonstraram o valor prognóstico de outros parâmetros, nomeadamente o comprimento longitudinal da lesão[58], volume de envolvimento muscular[51], área de secção transversa[59] e localização da lesão[21].

Contudo, vários autores defenderam que os achados da ressonância magnética não se correlacionam com o TRA[32,60-62]. *Kumaravel et al* apontou que nas lesões de graus 3 e 4 os achados imagiológicos da RM não se relacionaram com o tempo de retorno ao jogo[63]. *Hamilton et al* procurou avaliar o valor preditivo do sistema de pontuação de *Cohen* (baseado nos achados da ressonância magnética), tendo concluído que esta classificação não tem utilidade para prever o TRA[64].

8. Tratamento

A existência de um diagnóstico correto é essencial para a aplicação do tratamento mais adequado. Deste modo, erros no diagnóstico podem condicionar o tratamento, prolongar o RTP e aumentar o risco de complicações e recorrência da lesão. O tratamento de lesões musculares torna-se especialmente desafiador no desporto profissional, uma vez que uma abordagem terapêutica menos eficaz além de ter impacto na saúde e desempenho do jogador, pode acarretar sérias consequências financeiras para o atleta e para o clube[12].

O plano de tratamento deve ser desenvolvido em específico para cada tipo lesão muscular e deve incluir exercícios de reabilitação física de dificuldade e intensidade progressivas, visando recondicionar a estrutura lesionada, restabelecer a coordenação e propriocepção e normalizar padrões de movimento[12].

Atualmente, face à escassez de ensaios clínicos de larga escala, as estratégias terapêuticas carecem de uma base científica robusta, sendo frequentemente aplicados na clínica de modo empírico[12].

8.1. Tratamento Imediato

Face a uma lesão muscular, adota-se geralmente o protocolo PRICE (proteção, repouso, gelo, compressão e elevação) de modo a evitar que ocorra mais retração das fibras musculares lesadas e impedir que ocorra aumento do hematoma. Deste modo, consegue-se minimizar o tamanho da cicatriz de tecido conjuntivo que se formará. Assim, o atleta deve ser colocado numa posição que minimize o stress no músculo afetado e, no caso de lesão do membro inferior, a perna deve ser elevada. Além disso, deve ser colocado gelo ou compressas geladas sobre a região afetada. Atualmente existem já dispositivos que permitem realizar simultaneamente a compressão e o arrefecimento da região lesada, sendo bastante utilizados nos casos de futebolistas de alta competição[12].

Contudo, é importante ressalvar que a imobilização da lesão, embora promova a cicatrização, pode levar a atrofia das fibras musculares saudáveis e a rigidez articular[65]. Sendo assim, a mobilização precoce é vantajosa na maioria dos casos, tendo surgido o protocolo POLICE (Proteção, Carga Ótima, Gelo, Compressão e Elevação)[66].

8.2. Tratamento conservador

8.2.1. Fisioterapia e reabilitação

A maioria das lesões musculares são abordadas recorrendo a tratamento conservador, sendo a fisioterapia e os anti-inflamatórios não esteroides (AINEs) a base do tratamento aplicado pela maioria dos clínicos na prática médica[67].

A fisioterapia, em associação com exercícios de reabilitação, permitem recondicionar o músculo lesado. Nesta prática, a reabilitação deve ser agressiva, na medida em que deve ir até ao limite da tolerância à dor, aumentando progressivamente à medida que o movimento e a força retornam[68,69].

8.2.2. Farmacoterapia e suplementação oral

Como referido anteriormente, a maioria dos clínicos recorre à prescrição de AINES para o tratamento das lesões musculares[67]. Contudo, vários estudos têm apontado que a utilização destes fármacos durante a cicatrização de lesões musculares pode ser prejudicial uma vez que, ao inibirem a síntese de prostaglandinas, diminuem a perceção da dor por parte do atleta, podendo comprometer a reabilitação do jogador[70,71].

Também a suplementação tem sido estudada como potencial adjuvante no tratamento de lesões musculares. A suplementação com zinco e magnésio permite melhorar o metabolismo muscular[72], sendo que o défice destes oligoelementos pode ser prejudicial[73,74]. *Rakovac et al* mostrou ainda a eficácia da suplementação com vitamina D na redução da ocorrência de lesões e na melhoria da função muscular[75].

8.2.3. Farmacoterapia parentérica

8.2.3.1. Actovegin

Atualmente são vários os fármacos que são administrados por via intramuscular ou intravenosa para o tratamento de lesões musculares. Entre estes, destaca-se o Actovegin®, um hemoderivado desproteinizado obtido por ultrafiltração do sangue de bezerros[71]. A literatura no

que diz respeito a este fármaco não é consensual, havendo debate sobre as potencias propriedades ergogénicas deste composto. *Lee et al* apontou que a administração de Actovegin não influenciou a capacidade funcional dos atletas nem as suas respostas fisiológicas face ao exercício exaustivo, negando o potencial ergogénico deste fármaco e defendendo a sua utilização para a reabilitação de lesões musculares[76]. O autor afirmou ainda que o fármaco parece ser seguro e bem tolerado[71]. *Brock et al,* após uma revisão da bibliografia realizada em 2020, defendeu também que o actovegin apresenta eficácia no tratamento de lesões musculares, é seguro e é pouco provável que seja ergogénico[77].

8.2.3.2. Plasma rico em plaquetas (PRP)

Nos últimos anos a utilização de plasma rico em plaquetas para tratamento de lesões musculares, tendinosas e ligamentosas tornou-se bastante comum. Bezuglov et al concluiu que a utilização de plasma rico em plaquetas em atletas com lesões musculares exerce um efeito benéfico no alívio da dor e possibilita um retorno mais rápido à atividade, sendo o RTP no grupo de estudo (11,4 ± 1,2 dias) e (21,3 ± 2,7 dias; $p < 0,05$) no grupo controlo[78]. *Dexter et al* também mostrou a eficácia da utilização de PRP no tratamento de lesões musculares, especificamente nas lesões dos isquiotibiais, as mais frequentes nos atletas de futebol. O autor mostrou que a administração de PRP aumentou muito a eficácia do tratamento, quando comparado com um plano de tratamento envolvendo apenas exercícios de reabilitação[79]. *Rossi et al* mostrou que a utilização de PRP permite reduzir o tempo até o retorno do atleta à atividade[80].

8.2.4. Terapia por ondas de choque extracorporais

Evidência recente sugere que a terapia por ondas de choque extracorporais (TOCE) permite melhorar a microcirculação muscular e acelerar a regeneração muscular após lesão aguda[81].

Numa revisão sistemática publicada em 2023, *Yuriy Mazin et al* mostrou que a TOCE é eficaz no tratamento de lesões musculares diretas e indiretas e também na abordagem de hematomas musculares, uma complicação frequente destas lesões. Esta estratégia terapêutica reduziu o RTP em 54% em lesões musculares tipo 1A, 50% em lesões musculares tipo 2B e 8% em lesões musculares tipo 3B. Ademais, a TOCE permitiu diminuir o tamanho da lesão muscular na avaliação ecográfica e diminuir a taxa de recorrência das lesões musculares[81].

8.2.5. Eletrólise percutânea intratecidular

A Eletrólise percutânea com agulha guiada por ecografia (EPI) é uma técnica minimamente invasiva que consiste na aplicação de uma agulha de acupuntura com uma corrente galvânica num local de lesão.[82]

Este tratamento promove a resposta inflamatória local, resultando no aumento da atividade celular e na reparação da área afetada.[83] A agulha é direcionada para lesões nos tecidos moles do sistema musculoesquelético com o auxilio da ecografia[83]. Esta técnica tem demonstrado eficácia no tratamento de tendinites,[84] fascite plantar[85] e síndrome do chicote cervical[86] no entanto, a sua eficácia para o tratamento de lesões musculares agudas ainda é pouco conhecida. [87,88]

Um estudo levado a cabo por *Rubio et al*[89] teve como objetivo avaliar se a aplicação de eletrólise percutânea intratecidular associada a programas de exercício funcionais diminui o tempo de retorno à atividade após lesão nos músculos isquiotibiais[89]. Foram avaliados dois jogadores de

futebol profissional pertencentes a equipas da primeira divisão espanhola, com lesões de grau 2 no músculo semitendinoso[89]. A EPI foi realizada 48 horas após a lesão seguido de um protocolo para recuperação definido pelos autores que consistia em programas de mobilidade e de carga controlada[89]. O jogador A regressou à competição em 16 dias, o jogador B regressou em 14 dias[89]. Os jogadores foram acompanhados até oito meses após a lesão e nenhum dos jogadores sofreu recidiva nesse período, o que indicou uma recuperação completa do músculo lesionado tanto a nível estrutural como funcional pois os parâmetros de GPS (Global Positioning System) antes e após a lesão também eles se mantiveram semelhantes[89].

Um outro estudo realizado com o objetivo de avaliar a eficácia clínica de um programa multimodal (EPI, exercício excêntrico (EccEx) e alongamento) obteve resultados na maioria dos pacientes (83,3%) como "bem sucedido" em 6 semanas e de 100% às 26 e 52 semanas[82]. As taxas de recorrência foram nulas após a alta e no seguimento das 52 semanas[82].

8.3. Tratamento cirúrgico

Como já foi mencionado, a grande maioria das lesões musculares é tratada de forma conservadora e muitas vezes este tipo de tratamento possibilita um retorno mais rápido à atividade do que o tratamento cirúrgico. *Schlegel et al*, concluiu que, na rutura do tendão proximal do adutor em atletas de alta competição, o tratamento conservador permite um retorno à atividade significativamente mais rápido do que o tratamento cirúrgico, permitindo ainda evitar os riscos inerentes à intervenção cirúrgica.[90]

Lesões de Grau III e Grau IV na classificação de Munique (ruturas parciais ou completas com retração muscular) apresentam baixa probabilidade de cicatrizar espontaneamente na localização anatómica original, exigindo geralmente intervenção cirúrgica[68]. Deste modo, a reconexão cirúrgica com o auxílio de âncoras de sutura é geralmente indicada nesses casos, e em especial para roturas do reto femoral.[91,92]

Outras indicações para cirurgia, embora raras, são ruturas musculotendinosas graves com perda funcional após falha do tratamento conservador, instabilidade articular, síndrome compartimental traumática com compressão neurovascular significativa devido a hematoma, assim como ossificação heterotópica sintomática e/ou miosite ossificante.[12]

9. Prevenção

Vários estudos apontam o alongamento como medida para prevenir a ocorrência de lesões na junção miotendinosa, aumentando a capacidade do músculo em absorver cargas[93,94]. Deste modo, exercícios de alongamento devem ser recomendados antes da carga excêntrica para prevenir a dor e a perda de força[95]. *Warneke et al*, num estudo publicado em 2024, mostrou que, na maioria dos participantes no estudo (57-88%), o alongamento apresentou benefícios na prevenção e recuperação de lesões musculares[96].

O treino intenso e o reforço muscular com exercícios excêntricos com cargas progressivas poderá também prevenir a ocorrência de lesões musculares, uma vez que estas contrações excêntricas curtas levam a que o músculo desenvolva mecanismo de adaptação protetores[25].

10. Conclusões e considerações futuras

Apesar dos avanços no diagnóstico e tratamento das lesões musculares, continua a não existir consenso no que diz respeito à sua classificação.

No futuro, seria vantajoso proceder à elaboração de um sistema de classificação universal que fosse aplicado pelos departamentos médicos de todos os clubes de futebol a nível mundial. Deste modo, uma mesma lesão seria classificada de modo uniforme por todos os profissionais, facilitando a comunicação entre os profissionais de saúde e assegurando o melhor tratamento possível, um seguimento e uma reabilitação adequados, um correto tempo de retorno à atividade e, consequentemente, uma menor taxa de recidiva das lesões.

11. Referências

1. Kayani B, Ayuob A, Begum F, Khan N, Haddad FS. Surgical Management of Chronic Incomplete Proximal Hamstring Avulsion Injuries. (1552-3365 (Electronic))
2. Wood DG, Packham I Fau - Trikha SP, Trikha Sp Fau - Linklater J, Linklater J. Avulsion of the proximal hamstring origin. (1535-1386 (Electronic))
3. Tscholl P, Meynard T, Le TN, Neroladaki A. Diagnostics and classification of muscle injuries in sports. 04/01 2018;67
4. Peetrons P. Ultrasound of muscles. (0938-7994 (Print))
5. Stoller DW, Stoller DWMriio, sports m. *Magnetic resonance imaging in orthopaedics and sports medicine*. 3rd ed. Philadelphia : Lippincott Williams & Wilkins; 2007.
6. Takebayashi S, Takasawa H Fau - Banzai Y, Banzai Y Fau - Miki H, et al. Sonographic findings in muscle strain injury: clinical and MR imaging correlation. (0278-4297 (Print))
7. Isern-Kebschull JA-OX, Mechó SA-O, Pruna RA-O, et al. Sports-related lower limb muscle injuries: pattern recognition approach and MRI review. (1869-4101 (Print))
8. Hans-Wilhelm M-W, Lutz H, Kai M, et al. Terminology and classification of muscle injuries in sport: The Munich consensus statement. *British Journal of Sports Medicine*. 2013;47(6):342. doi:10.1136/bjsports-2012-091448
9. Noel P, Steven LJJ, Justin CL, Robin C. British athletics muscle injury classification: a new grading system. *British Journal of Sports Medicine*. 2014;48(18):1347. doi:10.1136/bjsports-2013-093302
10. Valle X, Alentorn-Geli E, Tol JL, et al. Muscle Injuries in Sports: A New Evidence-Informed and Expert Consensus-Based Classification with Clinical Application. (1179-2035 (Electronic))
11. Isern-Kebschull J, Mecho S, Pruna R, et al. Critical analysis of MRI-based classification systems for sport muscle injuries. 01/01 2019;19:180-187.
12. Ueblacker P, Haensel L, Mueller-Wohlfahrt HW. Treatment of muscle injuries in football. (1466-447X (Electronic))
13. Svensson K, Eckerman M, Alricsson M, Magounakis T, Werner S. Muscle injuries of the dominant or non-dominant leg in male football players at elite level. (1433-7347 (Electronic))
14. Corazza A, Orlandi D, Baldari A, et al. Thigh muscles injuries in professional soccer players: a one year longitudinal study. (2240-4554 (Print))
15. Ekstrand J, Hägglund M Fau - Waldén M, Waldén M. Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). (1552-3365 (Electronic))
16. Hägglund M, Waldén M Fau - Ekstrand J, Ekstrand J. Risk factors for lower extremity muscle injury in professional soccer: the UEFA Injury Study. (1552-3365 (Electronic))
17. Balius R, Alomar X Fau - Rodas G, Rodas G Fau - Miguel-Pérez M, et al. The soleus muscle: MRI, anatomic and histologic findings in cadavers with clinical correlation of strain injury distribution. (1432-2161 (Electronic))
18. Keller K, Engelhardt M. Strength and muscle mass loss with aging process. Age and strength loss. (2240-4554 (Print))
19. Garrett WE, Jr. Muscle strain injuries: clinical and basic aspects. (0195-9131 (Print))
20. Maffulli N, Oliva F, Frizziero A, et al. ISMuLT Guidelines for muscle injuries. (2240-4554 (Print))
21. Askling CM, Tengvar M Fau - Saartok T, Saartok T Fau - Thorstensson A, Thorstensson A. Acute first-time hamstring strains during high-speed running: a longitudinal study including clinical and magnetic resonance imaging findings. (0363-5465 (Print))
22. Martins FA-O, França CA-O, Marques AA-O, et al. Sports Injuries of a Portuguese Professional Football Team during Three Consecutive Seasons. LID - 10.3390/ijerph191912582 [doi] LID - 12582. (1660-4601 (Electronic))
23. Argibay-González JC, Vázquez-Estévez C, Gutiérrez-Santiago AA-O, Paramés-González AA-O, Reguera-López-de-la-Osa X, Prieto-Lage IA-O. Analysis of Injury Patterns

in Men's Football between the English League and the Spanish League. LID - 10.3390/ijerph191811296 [doi] LID - 11296. (1660-4601 (Electronic))
24. Hägglund M, Waldén M Fau - Magnusson H, Magnusson H Fau - Kristenson K, Kristenson K Fau - Bengtsson H, Bengtsson H Fau - Ekstrand J, Ekstrand J. Injuries affect team performance negatively in professional football: an 11-year follow-up of the UEFA Champions League injury study. (1473-0480 (Electronic))
25. Maffulli N Fau - Del Buono A, Del Buono A Fau - Oliva F, Oliva F Fau - Giai Via A, et al. Muscle Injuries: A Brief Guide to Classification and Management. (2239-9747 (Print))
26. Portillo J, Abián PA-O, Calvo B, Paredes V, Abián-Vicén JA-O. Effects of muscular injuries on the technical and physical performance of professional soccer players. (2326-3660 (Electronic))
27. Eliakim E, Morgulev E, Lidor R, Meckel Y. Estimation of injury costs: Financial damage of English Premier League teams' underachievement due to injuries. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*. 05/01 2020;6:e000675. doi:10.1136/bmjsem-2019-000675
28. Lee JC, Healy J. Sonography of lower limb muscle injury. (0361-803X (Print))
29. Valle X. Clinical practice guide for muscular injuries: Epidemiology, diagnosis, treatment and prevention. *British Journal of Sports Medicine - BRIT J SPORT MED*. 01/20 2011;45doi:10.1136/bjsm.2010.081570.20
30. Guermazi A, Roemer FW, Robinson P, Tol JL, Regatte RR, Crema MD. Imaging of Muscle Injuries in Sports Medicine: Sports Imaging Series. (1527-1315 (Electronic))
31. Pietrzak JR, Kayani B, Tahmassebi J, Haddad FS. Proximal hamstring tendinopathy: pathophysiology, diagnosis and treatment. (1750-8460 (Print))
32. Askling CM, Koulouris G Fau - Saartok T, Saartok T Fau - Werner S, Werner S Fau - Best TM, Best TM. Total proximal hamstring ruptures: clinical and MRI aspects including guidelines for postoperative rehabilitation. (1433-7347 (Electronic))
33. Svensson K, Alricsson M, Eckerman M, Magounakis T, Werner S. The correlation between the imaging characteristics of hamstring injury and time required before returning to sports: a literature review. (2288-176X (Print))
34. van Holsbeeck M, Introcaso JH. Musculoskeletal ultrasonography. (0033-8389 (Print))
35. Megliola A, Eutropi F Fau - Scorzelli A, Scorzelli A Fau - Gambacorta D, et al. Ultrasound and magnetic resonance imaging in sports-related muscle injuries. (0033-8362 (Print))
36. Ossola CA-O, Curti MA-O, Calvi MA-OX, et al. Role of ultrasound and magnetic resonance imaging in the prognosis and classification of muscle injuries in professional football players: correlation between imaging and return to sport time. (1826-6983 (Electronic))
37. Koulouris G, Connell D. Evaluation of the hamstring muscle complex following acute injury. (0364-2348 (Print))
38. Flores DV, Mejía Gómez C, Estrada-Castrillón M, Smitaman E, Pathria MN. MR Imaging of Muscle Trauma: Anatomy, Biomechanics, Pathophysiology, and Imaging Appearance. (1527-1323 (Electronic))
39. Greenky M, Cohen SB. Magnetic resonance imaging for assessing hamstring injuries: clinical benefits and pitfalls - a review of the current literature. (1179-1543 (Print))
40. Lee JC, Mitchell Aw Fau - Healy JC, Healy JC. Imaging of muscle injury in the elite athlete. (1748-880X (Electronic))
41. Omar IM, Zoga Ac Fau - Kavanagh EC, Kavanagh Ec Fau - Koulouris G, et al. Athletic pubalgia and "sports hernia": optimal MR imaging technique and findings. (1527-1323 (Electronic))
42. Nescolarde L, Yanguas J Fau - Terricabras J, Terricabras J Fau - Lukaski H, et al. Detection of muscle gap by L-BIA in muscle injuries: clinical prognosis. (1361-6579 (Electronic))
43. Brancaccio P, Lippi G Fau - Maffulli N, Maffulli N. Biochemical markers of muscular damage. (1437-4331 (Electronic))

44. Sorichter S, Mair J Fau - Koller A, Koller A Fau - Pelsers MM, Pelsers Mm Fau - Puschendorf B, Puschendorf B Fau - Glatz JF, Glatz JF. Early assessment of exercise induced skeletal muscle injury using plasma fatty acid binding protein. (0306-3674 (Print))
45. Pezzotta G, Pecorelli A, Querques G, Biancardi S, Morzenti C, Sironi S. MRI characteristics of adductor longus lesions in professional football players and prognostic factors for return to play. (1872-7727 (Electronic))
46. Ekstrand J, Askling C Fau - Magnusson H, Magnusson H Fau - Mithoefer K, Mithoefer K. Return to play after thigh muscle injury in elite football players: implementation and validation of the Munich muscle injury classification. (1473-0480 (Electronic))
47. Tol Jl Fau - Hamilton B, Hamilton B Fau - Best TM, Best TM. Palpating muscles, massaging the evidence? An editorial relating to 'Terminology and classification of muscle injuries in sport: The Munich consensus statement'. (1473-0480 (Electronic))
48. Patel A, Chakraverty J, Pollock N, Chakraverty R, Suokas AK, James SL. British athletics muscle injury classification: a reliability study for a new grading system. (1365-229X (Electronic))
49. Wangensteen A, Tol JL, Roemer FW, et al. Intra- and interrater reliability of three different MRI grading and classification systems after acute hamstring injuries. (1872-7727 (Electronic))
50. Hamilton B, Alonso JM, Best TM. Time for a paradigm shift in the classification of muscle injuries. (2213-2961 (Electronic))
51. Slavotinek JP, Verrall Gm Fau - Fon GT, Fon GT. Hamstring injury in athletes: using MR imaging measurements to compare extent of muscle injury with amount of time lost from competition. (0361-803X (Print))
52. Connell DA, Schneider-Kolsky Me Fau - Hoving JL, Hoving Jl Fau - Malara F, et al. Longitudinal study comparing sonographic and MRI assessments of acute and healing hamstring injuries. (0361-803X (Print))
53. Ekstrand J, Healy Jc Fau - Waldén M, Waldén M Fau - Lee JC, Lee Jc Fau - English B, English B Fau - Hägglund M, Hägglund M. Hamstring muscle injuries in professional football: the correlation of MRI findings with return to play. (1473-0480 (Electronic))
54. Ekstrand J, Lee JC, Healy JC. MRI findings and return to play in football: a prospective analysis of 255 hamstring injuries in the UEFA Elite Club Injury Study. (1473-0480 (Electronic))
55. Waterworth G, Wein SA-O, Gorelik A, Rotstein AH. MRI assessment of calf injuries in Australian Football League players: findings that influence return to play. (1432-2161 (Electronic))
56. Comin J, Malliaras P Fau - Baquie P, Baquie P Fau - Barbour T, Barbour T Fau - Connell D, Connell D. Return to competitive play after hamstring injuries involving disruption of the central tendon. (1552-3365 (Electronic))
57. Eggleston LA-O, McMeniman M, Engstrom C. High-grade intramuscular tendon disruption in acute hamstring injury and return to play in Australian Football players. (1600-0838 (Electronic))
58. Schneider-Kolsky ME, Hoving Jl Fau - Warren P, Warren P Fau - Connell DA, Connell DA. A comparison between clinical assessment and magnetic resonance imaging of acute hamstring injuries. (0363-5465 (Print))
59. Gibbs NJ, Cross Tm Fau - Cameron M, Cameron M Fau - Houang MT, Houang MT. The accuracy of MRI in predicting recovery and recurrence of acute grade one hamstring muscle strains within the same season in Australian Rules football players. (1440-2440 (Print))
60. Reurink G, Brilman Eg Fau - de Vos R-J, de Vos Rj Fau - Maas M, et al. Magnetic resonance imaging in acute hamstring injury: can we provide a return to play prognosis? (1179-2035 (Electronic))
61. Moen MH, Reurink G, Weir A, Tol JL, Maas M, Goudswaard GJ. Predicting return to play after hamstring injuries. (1473-0480 (Electronic))
62. van Heumen M, Tol JL, de Vos RJ, et al. The prognostic value of MRI in determining reinjury risk following acute hamstring injury: a systematic review. (1473-0480 (Electronic))

63. Kumaravel M, Bawa P, Murai N. Magnetic resonance imaging of muscle injury in elite American football players: Predictors for return to play and performance. (1872-7727 (Electronic))
64. Hamilton B, Wangensteen A, Whiteley R, et al. Cohen's MRI scoring system has limited value in predicting return to play. (1433-7347 (Electronic))
65. Järvinen TA, Kääriäinen M Fau - Järvinen M, Järvinen M Fau - Kalimo H, Kalimo H. Muscle strain injuries. (1040-8711 (Print))
66. Bleakley Cm Fau - Glasgow P, Glasgow P Fau - MacAuley DC, MacAuley DC. PRICE needs updating, should we call the POLICE? (1473-0480 (Electronic))
67. Kasemkijwattana C, Menetrey J Fau - Bosch P, Bosch P Fau - Somogyi G, et al. Use of growth factors to improve muscle healing after strain injury. (0009-921X (Print))
68. Ueblacker P, Müller-Wohlfahrt HW, Ekstrand J. Epidemiological and clinical outcome comparison of indirect ('strain') versus direct ('contusion') anterior and posterior thigh muscle injuries in male elite football players: UEFA Elite League study of 2287 thigh injuries (2001-2013). (1473-0480 (Electronic))
69. Diaz JA, Fischer Da Fau - Rettig AC, Rettig Ac Fau - Davis TJ, Davis Tj Fau - Shelbourne KD, Shelbourne KD. Severe quadriceps muscle contusions in athletes. A report of three cases. (0363-5465 (Print))
70. Shen W, Li Y Fau - Tang Y, Tang Y Fau - Cummins J, Cummins J Fau - Huard J, Huard J. NS-398, a cyclooxygenase-2-specific inhibitor, delays skeletal muscle healing by decreasing regeneration and promoting fibrosis. (0002-9440 (Print))
71. Lee P, Rattenberry A Fau - Connelly S, Connelly S Fau - Nokes L, Nokes L. Our experience on Actovegin, is it cutting edge? (1439-3964 (Electronic))
72. Lukaski HC. Magnesium, zinc, and chromium nutriture and physical activity. (0002-9165 (Print))
73. Córdova A, Alvarez-Mon M. Behaviour of zinc in physical exercise: A special reference to immunity and fatigue. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 1995;19:439-445.
74. König D, Weinstock C Fau - Keul J, Keul J Fau - Northoff H, Northoff H Fau - Berg A, Berg A. Zinc, iron, and magnesium status in athletes--influence on the regulation of exercise-induced stress and immune function. (1077-5552 (Print))
75. Rakovac M, Sajković D. VITAMIN D AND INJURIES IN DANCERS: A SYSTEMATIC REVIEW. (1333-9451 (Electronic))
76. Lee P, Nokes L Fau - Smith PM, Smith PM. No effect of intravenous Actovegin® on peak aerobic capacity. (1439-3964 (Electronic))
77. Brock J, Golding D, Smith PM, Nokes L, Kwan A, Lee PYF. Update on the Role of Actovegin in Musculoskeletal Medicine: A Review of the Past 10 Years. (1536-3724 (Electronic))
78. Bezuglov E, Maffulli N, Tokareva A, Achkasov E. Platelet-rich plasma in hamstring muscle injuries in professional soccer players. A pilot study. *Muscle Ligaments and Tendons Journal*. 03/01 2019;09:112. doi:10.32098/mltj.01.2019.20
79. Seow D, Shimozono Y, Tengku Yusof TNB, Yasui Y, Massey A, Kennedy JG. Platelet-Rich Plasma Injection for the Treatment of Hamstring Injuries: A Systematic Review and Meta-analysis With Best-Worst Case Analysis. (1552-3365 (Electronic))
80. Rossi LA, Molina Rómoli AR, Bertona Altieri BA, Burgos Flor JA, Scordo WE, Elizondo CM. Does platelet-rich plasma decrease time to return to sports in acute muscle tear? A randomized controlled trial. (1433-7347 (Electronic))
81. Mazin Y, Lemos C, Paiva C, Amaral Oliveira L, Borges A, Lopes T. The Role of Extracorporeal Shock Wave Therapy in the Treatment of Muscle Injuries: A Systematic Review. (2168-8184 (Print))
82. Valera-Garrido F, Minaya-Muñoz F, Medina-Mirapeix F. Ultrasound-Guided Percutaneous Needle Electrolysis in Chronic Lateral Epicondylitis: Short-Term and Long-Term Results. *Acupuncture in medicine : journal of the British Medical Acupuncture Society*. 08/13 2014;32doi:10.1136/acupmed-2014-010619

83. Valera-Garrido F, Minaya-Muñoz F, Sánchez-Ibáñez J, et al. Comparison of the acute inflammatory response and proliferation of dry needling and electrolysis percutaneous intratissue (epi) in healthy rat achilles tendons. *British journal of sports medicine*. 06/01 2013;47:e2. doi:10.1136/bjsports-2013-092459.56
84. Arias-Buría JL, Truyols-Domínguez S, Valero-Alcaide R, Salom-Moreno J, Atín-Arratibel MA, Fernández-de-Las-Peñas C. Ultrasound-Guided Percutaneous Electrolysis and Eccentric Exercises for Subacromial Pain Syndrome: A Randomized Clinical Trial. (1741-427X (Print))
85. Iborra-Marcos Á, Ramos-Álvarez JA-O, Rodriguez-Fabián G, et al. Intratissue Percutaneous Electrolysis vs Corticosteroid Infiltration for the Treatment of Plantar Fasciosis. (1944-7876 (Electronic))
86. García Naranjo J, Barroso Rosa S, Loro Ferrer JF, Limiñana Cañal JM, Suarez Hernández E. A novel approach in the treatment of acute whiplash syndrome: Ultrasound-guided needle percutaneous electrolysis. A randomized controlled trial. (1877-0568 (Electronic))
87. Santafe M, R M, Minaya-Muñoz F, Valera-Garrido F. Action of galvanic current on an experimentally generated muscle lesion: preliminary findings. *Revista Fisioterapia Invasiva / Journal of Invasive Techniques in Physical Therapy*. 12/01 2019;02:108-109. doi:10.1055/s-0039-3401881
88. Valera-Garrido F, Rubio S, Minaya-Muñoz F, Rodriguez JL, Navandar A. Ultrasound-Guided Percutaneous Needle Electrolysis and Rehab and Reconditioning Program for Rectus Femoris Muscle Injuries: A Cohort Study with Professional Soccer Players and a 20-Week Follow-Up. *Applied Sciences*. 11/08 2020;10doi:10.3390/app10217912
89. Rubio S, Valera-Garrido F, Minaya-Muñoz F, Navandar A. Percutaneous needle electrolysis and exercise reduce the time for return to competition after an injury to the hamstrings: Two cases in professional football players. *Revista Fisioterapia Invasiva / Journal of Invasive Techniques in Physical Therapy*. 12/01 2019;02:121-122. doi:10.1055/s-0039-3402501
90. Schlegel TF, Bushnell Bd Fau - Godfrey J, Godfrey J Fau - Boublik M, Boublik M. Success of nonoperative management of adductor longus tendon ruptures in National Football League athletes. (1552-3365 (Electronic))
91. García VV, Duhrkop DC, Seijas R, Ares O, Cugat R. Surgical treatment of proximal ruptures of the rectus femoris in professional soccer players. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*. 2012/03/01 2012;132(3):329-333. doi:10.1007/s00402-011-1372-8
92. Ueblacker P, Müller-Wohlfahrt H-W, Hinterwimmer S, Imhoff AB, Feucht MJ. Suture anchor repair of proximal rectus femoris avulsions in elite football players. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2015/09/01 2015;23(9):2590-2594. doi:10.1007/s00167-014-3177-0
93. Isner-Horobeti ME, Dufour Sp Fau - Vautravers P, Vautravers P Fau - Geny B, Geny B Fau - Coudeyre E, Coudeyre E Fau - Richard R, Richard R. Eccentric exercise training: modalities, applications and perspectives. (1179-2035 (Electronic))
94. Melegati G, Tornese D, Gevi M, et al. Reducing muscle injuries and reinjuries in one italian professional male soccer team. (2240-4554 (Print))
95. McHugh MP, Nesse M. Effect of stretching on strength loss and pain after eccentric exercise. (0195-9131 (Print))
96. Warneke KA-O, Konrad A, Wilke J. The knowledge of movement experts about stretching effects: Does the science reach practice? (1932-6203 (Electronic))

INSTITUTO DE **CIÊNCIAS BIOMÉDICAS ABEL SALAZAR**