



Regresso ao Jogo Pós-Rotura Muscular (I - II Grau) dos Ísquio-tibiais em Jogadores de Futebol.

Rui Manuel Avelãs dos Santos Gil

Porto, 2009

Regresso ao Jogo Pós-Rotura Muscular (I - II Grau) dos Ísquio-tibiais em Jogadores de Futebol.

Monografia realizada no âmbito da disciplina de
Seminário do 5º ano da licenciatura em Desporto e
Educação Física, na área de Desporto de Rendimento
– Opção de Futebol, da Faculdade de Desporto da
Universidade do Porto

Orientador: Prof. Doutor Leandro Massada
Rui Manuel Avelãs dos Santos Gil

Porto, 2009

Provas de Licenciatura

Gil, R. (2009). *Regresso ao jogo pós-rotura muscular (I - II grau) dos ísquio-tibiais em jogadores de futebol*. Porto: R. Gil. Dissertação de Licenciatura apresentada à Faculdade de Desporto da Universidade do Porto.

PALAVRA-CHAVES: ÍSQUIO-TIBIAIS; ROTURA, MÚSCULO, LESÃO; FUTEBOL

AGRADECIMENTOS

Este estudo, embora possuindo um pendor individual, é o resultado da colaboração e do estímulo de várias pessoas que marcaram indelevelmente a sua feitura, contribuindo de variegadas maneiras para a sua concretização.

Assim pretendo prestar a minha homenagem a meus pais pelo amor incondicional, pelo apoio e pelo muito sacrifício dispendido para criar as condições que me auxiliaram a ser o ser humano que hoje sou. Os valores de ordem ética e moral, de disciplina e de trabalho que me inculcaram têm sido fundamentais para o meu percurso e para a minha progressão. Impelem-me a ir mais além. A meus pais e a meus irmãos sempre grato.

Expresso a minha gratidão ao Prof. Doutor Leandro Massada, que como orientador me auxiliou a elaborar e a concretizar este trabalho. Sem ele nada disto seria possível.

Ao Prof. Doutor José Augusto Santos que me ajudou com os seus preciosos e constantes feedbacks e por todo o valioso apoio que me concedeu ao longo do meu percurso académico.

À Prof. Doutora Maria Dulce Madeiro pela cedência da frequência nas aulas de anatomia na Faculdade de Medicina da Universidade do Porto, pela disponibilidade preciosa na ajuda da visualização dos cadáveres e pela leitura da monografia com as suas valiosas sugestões.

Ao Prof. Doutor Ricardo Rodrigues pela colaboração no texto.

Ao Pedro Novais e ao Nuno Reis pelo seu apoio constante.

À Prof. Teresa Marinho pela sua colaboração.

À Sara, pela paciência, pelo estímulo, pelo apoio e por sempre acreditar.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS.....	I
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE QUADROS.....	IX
ABREVIACÕES.....	XI
RESUMO.....	XIII
ABSTRACT.....	XV
RESUMÉ.....	XVII
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. OBJECTIVOS.....	2
1.2. METODOLOGIA.....	3
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	5
2.1. MÚSCULOS ÍSQUIO-TIBIAIS.....	5
2.1.1. Estrutura do músculo esquelético.....	5
2.1.2. Contracção/Relaxamento muscular.....	7
2.1.3. Tipos de fibras.....	9
2.1.4. Tipos de contracção muscular e produção de força.....	10
2.1.5. Músculo protagonista ou agonista, antagonista, fixador e sinergista.....	11
2.1.6. Músculos da coxa.....	12
2.1.7. Função anatómica dos ísquio-tibiais.....	12
2.1.8. Características funcionais.....	18
2.1.9. Características da biomecânica da corrida.....	18
2.1.9.1. Caracterização da biomecânica dos ísquio-tibiais na corrida.....	19
2.2. LESÕES MUSCULARES.....	20
2.2.1. Epidemiologia.....	20
2.3. ROTURA MUSCULAR DOS ÍSQUIO-TIBIAIS.....	24
2.3.1. Epidemiologia.....	24
2.3.2. Factores predisponentes.....	26
2.3.2.1. Lesões anteriores e inadequada reabilitação.....	27
2.3.2.2. Propriedade dos músculos ísquio-tibiais.....	29
2.3.2.3. Força e desequilíbrio muscular.....	30
2.3.2.4. Aquecimento e flexibilidade.....	31

2.3.2.5. Fadiga e deficiente condição física	32
2.3.2.6. Combinação de vários factores de risco	33
2.3.3. Mecanismos de lesão.....	34
2.3.4. Classificação	36
2.3.5. Princípios de avaliação da lesão no campo	38
2.3.6. Sintomas.....	39
2.3.7. Exame físico	40
2.3.8. Limitações funcionais	41
2.3.9. Detecção/Diagnóstico.....	42
2.3.10. Prognóstico.....	44
2.3.11. Organização da equipa técnica e o seu papel na recuperação da lesão	45
2.3.11.1. Preparador /Recuperador Físico	47
2.3.12. Recidiva.....	50
2.3.13. Reabilitação e Tratamento	51
2.3.14. Processo inflamatório	53
2.3.15. Reabilitação e Tratamento conservador	56
2.3.15.1. Fase I (aguda) e Tratamento: 1 – 7 dias	57
2.3.15.1.1. Imobilização	58
2.3.15.1.2. Mobilização	59
2.3.15.1.3. Gelo.....	60
2.3.15.1.4. Compressão.....	61
2.3.15.1.5. Elevação	61
2.3.15.1.6. Medicação.....	61
2.3.15.2. Fase I (aguda) e Reabilitação: 1 – 7 dias.....	63
2.3.15.3. Fase II (Subaguda): dia 2/3 a > 3 semanas	63
2.3.15.3.1. Estimulação eléctrica.....	65
2.3.15.4. Fase III (remodelação): 1 – 6 semanas.....	65
2.3.15.4.1. Flexibilidade	68
2.3.15.4.2. Proprioceptividade	69
2.3.15.5. Fase IV (funcional): 2 semanas a 6 meses	70
2.3.15.5.1. Coordenação	72
2.3.15.6. Fase V (Transição e regresso à competição): 3 semanas a 6 meses.....	73
2.3.15.7. Exemplo de um programa de reabilitação e tratamento conservador	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Estrutura e ultra-estrutura do músculo esquelético.....	7
Figura 2.	Anatomia do grupo muscular dos ísquio-tibiais representado esquematicamente. Semitendinoso, semimembranoso e bicípite femoral (longa e curta porção).....	17
Figura 3.	Paradigma da avaliação da lesão no campo.....	39
Figura 4.	Intercâmbio de informação dos componentes da equipa técnica.....	46
Figura 5.	Medicina desportiva é um termo abrangente e inclui todos os profissionais que estão preocupados com a melhoria da saúde e da performance dos atletas.....	49
Figura 6.	Efeito da lesão desportiva na performance.....	51
Figura 7.	Ciclo da lesão desportiva.....	56
Figura 8.	Técnica de alongamento unilateral dos ísquio-tibiais (inclinação pélvica anterior)	82
Figura 9.	Exemplo de alongamento activo unilateral dos ísquio-tibiais (exercício excêntrico) realizado durante a reabilitação – “largar e capturar”.....	83
Figura 10.	Exemplo de um exercício isotónico concêntrico unilateral dos ísquio-tibiais com elásticos Thera-Band realizado durante a reabilitação.....	83
Figura 11.	Exemplo de um exercício isotónico concêntrico/excêntrico bilateral dos ísquio-tibiais (protocolo de exercícios de resistência (carga) progressiva utilizando o conceito de linha de trabalho) realizado durante a reabilitação.....	83
Figura 12.	Reforço excêntrico dos ísquio-tibiais, com simulação do ciclo da corrida com resistência (carga) elástica Thera-Band.....	84
Figura 13.	Prancha em decúbito ventral.....	88
Figura 14.	Prancha em supino.....	88
Figura 15.	Prancha lateral.....	88
Figura 16.	Posição inicial de um push-up.....	88
Figura 17.	Apoio unipodal com rotação do tronco e flexão da pelve levando a mão à frente da perna.....	88
Figura 18.	Treino de força excêntrica usando “Nórdic Hamstring”.....	93

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1.	Características do tipo de fibras no músculo esquelético.....	9
Quadro 2.	Comparação da percentagem da rotura muscular dos ísquio-tibiais das várias ligas europeias de futebol profissional.....	25
Quadro 3.	Percentagem total da localização da rotura muscular dos ísquio-tibiais no futebol profissional inglês.....	25
Quadro 4.	Percentagem total do grau da rotura muscular no futebol profissional italiano...	26
Quadro 5.	Relação da incidência total de roturas musculares e rotura muscular dos ísquio-tibiais por 1000h de jogo ou treino.....	26
Quadro 6.	Sintomas e sinais das roturas musculares.....	40
Quadro 7.	Quadro clínico e funcional das roturas musculares.....	43
Quadro 8.	Resumo dos estudos sobre roturas musculares dos ísquio-tibiais realizados na AFL.....	44
Quadro 9.	Várias competências do recuperador físico.....	49
Quadro 10.	Exemplo de um programa de reabilitação pós-rotura muscular (I - II grau) dos ísquio-tibiais para jogadores de futebol de alto nível, que exige vários esforços máximos anaeróbios com um curto período de recuperação.....	76
Quadro 11.	Exemplo de progressões (corrida, alongamentos, força e propriocepção) de um programa de reabilitação pós-rotura muscular (I - II grau) dos ísquio-tibiais para jogadores de futebol de alto nível, que exige vários esforços máximos anaeróbios com um curto período de recuperação.....	78
Quadro 12.	Nível de força da resistência (carga) ao alongamento (em kilos) das bandas elásticas “Thera-Band” que é proporcional ao comprimento e rigidez (diferentes cores) do dispositivo elástico.....	80
Quadro 13.	Protocolo para exercícios isotónicos concêntricos com resistência (carga) progressiva.....	80
Quadro 14.	Protocolo para exercícios isotónicos concêntricos/excêntricos com resistência (carga) progressiva.....	81
Quadro 15.	Factores que podem orientar a decisão do regresso à competição.....	82

Quadro 16.	Exemplo de um programa de reabilitação pós-rotura muscular (I - II Grau) dos ísquio-tibiais para jogadores de futebol de alto nível com reabilitação individual em agilidade progressiva e estabilização do tronco.....	86
Quadro 17.	Tendências actuais na implementação dos programas de prevenção das roturas musculares dos ísquio-tibiais para jogadores de futebol de alto nível...	91
Quadro 18.	Matriz de prevenção das roturas musculares dos ísquio-tibiais: potenciais medidas de prevenção da lesão.....	92
Quadro 19.	Programa de treino de força excêntrica “Nordic Hamstring”, de prevenção das roturas musculares dos ísquio-tibiais para jogadores de futebol de alto nível.....	92

ABREVIACÕES

ADM	amplitude de movimento
AFL	Australian Football League
BF	proximal: longa porção do bicípите femoral (músculo/tendão) distal: comum bicípите femoral (músculo/tendão)
BF _{lp}	longa porção do bicípите femoral (músculo)
BF _{cp}	curta porção do bicípите femoral (músculo)
AINS	Anti-inflamatório não-esteróide
FNP	facilitação neuromuscular proprioceptiva
IMR	imagem por ressonância magnética
I/Q	relação da força muscular dos ísquio-tibiais - para – quadricípите femoral
JMT	junção miotendinosa
SM	semimembranoso (músculo/tendão)
ST	semitendinoso (músculo/tendão)
TAC	tomografia axial computadorizada
US	ultra-sonografia

RESUMO

As roturas musculares agudas dos músculos ísquio-tibiais são comuns, especialmente no futebol, ocorrendo na sua grande maioria durante a corrida ou sprint. Muitas vezes propiciam uma performance atlética de baixo nível e contribuem para tempo perdido na actividade desportiva. Dadas as altas taxas de recidivas, o programa de tratamento e reabilitação pós-lesão é um factor importante. Objectivos: o presente trabalho teve como finalidade criar um programa de reabilitação e tratamento conservativo eclético pós-rotura muscular aguda (*I - II grau*) dos ísquio-tibiais para jogadores de futebol. Além disso, é nosso propósito descrever a gestão, a avaliação, a recuperação e a prevenção de um jogador de futebol pós-rotura muscular aguda (*I - II grau*) dos ísquio-tibiais, e relacionar a organização e o papel dos vários intervenientes da equipa técnica (*médico, fisioterapeuta e preparador/recuperador físico*) na recuperação da lesão. Metodologia: para a realização deste trabalho foi efectuada uma revisão da literatura. Conclusões: Diversos factores etiológicos têm sido propostos como estando relacionados com a lesão da unidade miotendinosa. O tratamento conservador eclético proposto é dividido por fases, é destinado inicialmente a limitar a dor e a inflamação com repouso e imobilização imediatamente após a lesão, com posterior reabilitação e aumento gradual da mobilização voltada para estimular o processo de reparação e restaurar a funcionalidade normal, focando progressivamente: exercícios de fortalecimento, alongamento, proprioceptivos e actividades de corrida. IRM e US são úteis em determinar o diagnóstico ou prognóstico, mas o timing correcto para o regresso à competição após uma rotura muscular dos ísquio-tibiais não foi definido. Muitos dos programas de prevenção das roturas musculares dos ísquio-tibiais foca o treino específico de exercício excêntrico, com exercícios “Nordic Hamstring”. O processo de diagnosticar, avaliar, recuperar e prevenir as roturas musculares do ísquio-tibiais é elaborado e organizado por uma equipa técnica, geralmente multi profissional.

PALAVRAS-CHAVE: ÍSQUIO-TIBIAIS, ROTURA, MÚSCULO, LESÃO, FUTEBOL.

ABSTRACT

The acute strains of hamstrings muscles are common, especially when speaking about football, and they occur mostly while running or sprinting. Often, they render favourable a low performance and contribute to a loss of time within sportive activity. Given the high rates of recidivism, the post injury treatment and rehabilitation program becomes extremely important. The main goal of this research was to design a rehabilitation program and an eclectic preservative treatment post acute strain (*I - II level*) of hamstrings muscles for football players. Moreover, it is our purpose to describe the management, assessment, recovery and the preventive measures taken to recover a football player from these strains, and connect the organization and the role of the supporting team (*physician, physiotherapist and athletic trainer*) when recovering from the injury. The methodology consisted in a literature revision. The outcomes were as follows: Several etiological factors have been named as connected with the injury of myotendinous unit. The proposed eclectic preservative treatment is divided into phases and initially limits the pain and the inflammation through rest and immobilization immediately after the injury, with following rehabilitation and gradual increasing of mobility which heads to urge the repairing process in order to restore the normal function, progressively focusing: strengthen, stretching, proprioceptives drills and running activities. Magnetic resonance imaging and ultrasound are useful to determine diagnosis or the prognostic, but the correct timing to return competition after an hamstrings muscles strain wasn't defined. Many hamstrings muscle strains preventing programs give special attention to the specific training of eccentric drills with "Nordic Hamstring". The process of diagnosis, assessment, recovery and prevention of hamstrings muscles strains is designed, generally, and organised by a multi professional technical team.

KEYWORDS: HAMSTRINGS, STRAIN, MUSCLE, INJURY, SOCCER.

RESUMÉ

Las déchirures musculaires poignantes des muscles ischio-jambiers sont vulgaires, spécialement dans le football, surtout pendant la course ou le sprint. Beaucoup de fois ils rendent propice une performance athlétique de niveau minimum et contribuent pour le temps perdu dans l'activité sportive. Les taux de récurrences sont hauts et à cause de cela le programme de traitement et réhabilitation post lésion est très important. Le but de cet étude a eu la finalité d'élaborer un traitement de réhabilitation et un traitement conservateur éclectique post déchirure musculaire poignante (*I - II degré*) des ischio-jambiers chez les joueurs de football. D'autre part c'est notre but décrire le management, l'évaluation, la récupération et la prévention d'un joueur de football post déchirure musculaire aiguë (*I - II degré*) des muscles ischio - jambiers , et faire la liaison de l'organisation et du rôle des divers intervenants de l'équipe technique (*médecin, physiothérapeute, et préparateur physique*) dans la récupération de la lésion. La méthodologie employée pour cette étude a été la révision de la littérature. Les résultats obtenus ont été les suivantes : plusieurs facteurs étiologiques eurent été présentés en liaison avec la lésion de l'unité myotendineuse. Le traitement conservateur éclectique proposé c'est fractionné en phases, et initialement va confiner la douleur et l'inflammation avec du repos et de la immobilisation immédiatement après la lésion, avec réhabilitation postérieure et une accroissement graduelle de la mobilisation destinée à stimuler le processus de réparation et rétablir la fonctionnalité normale, en mettant en évidence progressivement : des exercices de rétablissement, allongement, proprioceptives et activités de course. La Résonance Magnétique et les Ultrasons sont utiles pour déterminer le diagnostic ou le pronostic, mais le timing pour retourner aux terrains après une déchirure myotendineuse aux ischio – jambiers n'a pas été déterminée. Beaucoup des programmes de prévention des déchirures musculaires des ischio – jambiers mettent en évidence l'entraînement spécifique de l'exercice excentrique avec des exercices «Nordic Hamstring». Le processus de diagnostiquer, estimer, récupérer et prévenir les déchirures musculaires aux ischio-jambiers c'est élaboré et organisé par

une équipe technique multi professionnel.

MOTSCLEF : ISCHIO – JAMBIER, DÉCHIRURE, MUSCLE, LÉSION, FOOTBALL.

1. INTRODUÇÃO

As roturas musculares agudas (*I - II grau*) dos músculos ísquio-tibiais são comuns nos jogadores de futebol, conduzindo à dor significativa e à invalidez e representando uma das principais causas do tempo perdido da actividade desportiva (Garrett et al., 1989; Woods et al., 2004), o que as torna uma das lesões mais frustrantes para atletas, treinadores, médicos, fisioterapeutas e preparadores/recuperadores físicos (Woods et al., 2004; Peterson & Holmich, 2005).

No futebol estão frequentemente associadas ao correr, saltar, chutar, em aceleração ou mudanças de direcção (Garrett et al., 1984; Clanton & Coupe, 1998). Na análise da literatura, as roturas musculares dos ísquio-tibiais estatisticamente analisadas representam 12-28% de todas as lesões relatadas no futebol (Woods et al., 2002; Árrnason et al., 2004; Woods et al., 2004; Volpi et al., 2004), o que significa que uma equipa com 25 jogadores pode esperar 10 destas lesões em cada época desportiva (Ekstrand, 2008), resultando numa média de 90 dias e 15 jogos perdidos por época em cada clube (Woods et al., 2004)

O programa de reabilitação pós-lesão é um factor importante na tentativa de evitar uma recidiva uma vez que representa 12-14% no futebol (Dadebo et al., 2004; Woods et al., 2004). O risco de recorrência persiste por 3 meses após o regresso do jogador ao jogo, com o risco cumulativo para a restante época (Orchard & Best, 2002). Dadas as altas taxas de recidivas, as roturas musculares dos ísquio-tibiais proporcionam um grande desafio para a equipa técnica (*médico, fisioterapeuta e preparador/recuperador físico*). O conhecimento em torno do melhor tratamento e das medidas preventivas é, portanto, fundamental (Hoskins e Pollard, 2005)

A gestão e tratamento das roturas musculares dos ísquio-tibiais evoluíram através de empirismo e não através de resultados baseados em objectivos de investigação (Hoskins & Pollard, 2005). Poucos estudos, entretanto, têm investigado diferentes tratamentos para as roturas musculares dos ísquio-tibiais, e do nosso conhecimento, existe apenas um estudo

prospectivo, do tratamento na literatura (Sherry & Best, 2004), e não existem experiências controladas que tenham comparado os diferentes protocolos de tratamento (Drezner, 2003).

Este trabalho irá usar as evidências actuais disponíveis para documentar os métodos de tratamento, de reabilitação e de prevenção, com uma breve revisão dos factores etiológicos, mecanismos de lesão, classificação, princípios de avaliação no campo, sintomas, exame físico, limitações funcionais, diagnóstico, prognóstico, recidiva, processo inflamatório. Irá descrever os potenciais factores locais e não locais que podem predispor à ocorrência da rotura muscular dos ísquio-tibiais. Ao fazê-lo, irá fornecer um ensaio reflexivo, sobre como podemos minimizar esses factores, sobre o paradigma da gestão, avaliação, recuperação e prevenção pós-rotura muscular aguda dos ísquio-tibiais e sobre a organização da equipa técnica e do seu papel na recuperação da lesão. Será proposto na parte final do trabalho um programa de reabilitação e tratamento conservativo eclético¹ para as roturas musculares agudas dos ísquio-tibiais focado em estudos que tenham sido objecto de revisões anteriores.

1.1. OBJECTIVOS

O objectivo deste trabalho é a criação de um programa de reabilitação e tratamento conservativo eclético pós-rotura muscular aguda (*I - II grau*) dos músculos ísquio-tibiais para jogadores de futebol. Descrever a gestão, a avaliação, a recuperação e a prevenção de um jogador de futebol pós-rotura muscular aguda (*I - II grau*) dos ísquio-tibiais, e relacionar a organização e o papel dos vários intervenientes da equipa técnica (*médico, fisioterapeuta e preparador/recuperador físico*) na recuperação da lesão.

¹ Eclético – é um método científico que busca a conciliação de teorias distintas.

1.2. METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho foi efectuada uma revisão da literatura focada em pesquisas informatizadas através da Academica Search, Scopus, Sports discus (de 1970 a 2009). Os seguintes termos de pesquisa foram utilizados individualmente ou em várias combinações: ísquio-tibiais (*hamstrings*), rotura (*strain*), lesão (*injury*), músculo (*muscle*), futebol (*soccer*). Só foram consideradas publicações em língua Inglesa.

Outras referências foram identificadas a partir de revisões existentes ou outros documentos citados nas publicações pesquisadas. Todos os trabalhos foram considerados na revisão, devido a uma falta de quantidade de evidências de alto nível; ênfase especial não poderia ser dada à metodologia utilizada. Relatórios inéditos e resumos não foram considerados. Esta não é uma revisão sistemática.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. MÚSCULOS ÍSQUIO-TIBIAIS

2.1.1. ESTRUTURA DO MÚSCULO ESQUELÉTICO

O *músculo*² (ver Figura 1) faz parte do tecido biológico que responde a estímulos provenientes quer do meio interior quer do meio exterior, de uma única forma, através da contracção. É um dos quatro principais tipos de tecido presentes no organismo humano; os outros são o tecido epitelial (*que tem como função principal o revestimento de superfícies internas e externas*), o tecido conjuntivo (*que serve de suporte ou é responsável pela ligação de estruturas*) e o tecido nervoso (*responsável pela condução do impulso nervoso e pelas funções de regulação e controlo*), cuja contracção muscular é utilizada para movimentar o corpo ou para mover as substâncias internas do corpo.

O músculo esquelético enquanto órgão pode ser separado em duas porções bem distintas, o ventre muscular e o tendão, este último unindo o ventre muscular aos locais de fixação³ do músculo.

O *tendão* é uma estrutura de cor branca e lúzida, formado por tecido conjuntivo (*é muito pouco vascularizado, constituído por células e substâncias intercelulares e contém glicoproteínas e 60-80% de água*) denso e modelado, com elevada percentagem de fibras de colagénio (*são formadas pela reunião de fibrilhas que têm como unidade básica molecular o tropocolagénio*). A função do tendão é de transmitir com eficácia as forças desenvolvidas pelas forças musculares esqueléticas aos locais de fixação do músculo. Por este motivo, o tendão é em geral uma estrutura de elevada resistência á tensão, que transmite sem alteração a força entre o ventre muscular e as alavancas ósseas.

² Consultar: Standring, S., Wigley, C., Collins, P., & Williams, A. (2005) e Powers, K.S., & Howley E.T. (2000)

³ O músculo fixa-se num ponto proximal a que chamamos origem, e fixa-se num ponto mais distal a que chamamos inserção. A origem é o ponto de fixação do músculo menos móvel, a inserção é o ponto de fixação do músculo mais móvel.

O *ventre* muscular é constituído maioritariamente por fibras musculares responsáveis pela geração da tensão muscular. Cada *fibra* muscular individual é um cilindro fino e alongado que possui o comprimento do músculo. A camada mais externa que a envolve é designada por *epimísio*. À medida que nos movemos mais para o interior do epimísio, um tecido conjuntivo designado por *perimísio* envolve os feixes individuais de fibras musculares. Esses feixes individuais de fibras musculares são designados por *fascículos*. Cada fibra muscular de um fascículo é revestida por um tecido conjuntivo designado por *endomísio*.

Cada fibra muscular é envolvida por uma membrana celular – *sarcolema* – e é constituída, como qualquer célula, por múltiplos organelos localizados no sarcoplasma (*citoplasma da célula muscular*), a qual contém proteínas celulares, organelos e *miofibrilas*. No sarcoplasma das fibras existe ainda uma rede de canais membranosos que envolve cada miofibrila e corre paralelamente a cada uma – o *retículo sarcoplasmático* – cuja principal função é a de libertar e armazenar cálcio (Ca^{2+}) durante as fases de contracção e relaxamento. Este espaço é penetrado por uma rede extremamente densa de pequenos *túbulos T* que asseguram a comunicação e o transporte de substâncias por toda a fibra muscular.

As miofibrilas não são mais que as unidades contrácteis do músculo que podem ser subdivididas em unidades mais reduzidas denominadas por *sarcómeros*. Estes são formados por um arranjo preciso de dois tipos de miofilamentos contrácteis, finos e espessos e por outras proteínas e filamentos de suporte, sendo limitado por uma linha de coloração mais escura, designada por *linha Z*. O estriamento das miofibrilas resulta da alternância ao longo do seu comprimento de zonas mais escuras e zonas mais claras. A zona mais clara ou menos densa é conhecida como *banda I*, sendo formada pelos miofilamentos contrácteis finos e é ocupada ao centro pela linha Z. A zona mais escura é a *banda A* e é uma zona de maior densidade, sendo ocupada pelos miofilamentos contrácteis espessos em sobreposição com os miofilamentos contrácteis finos. A meio da banda A distingue-se uma zona mais clara, a chamada *banda H*.

O miofilamento fino ou filamentos de actina é composto por três proteínas diferentes: a proteína contráctil – *actina* – e mais duas proteínas reguladoras: a tropomiosina e o complexo troponinas. O miofilamento espesso é formado pela proteína contráctil – *miosina* – das quais a mais abundante é a proteína C.

A miosina é composta por dois filamentos entrelaçados terminando numa protuberância designada por cabeça da miosina. São estas estruturas que ao contactarem com a actina permitem a contracção do músculo.

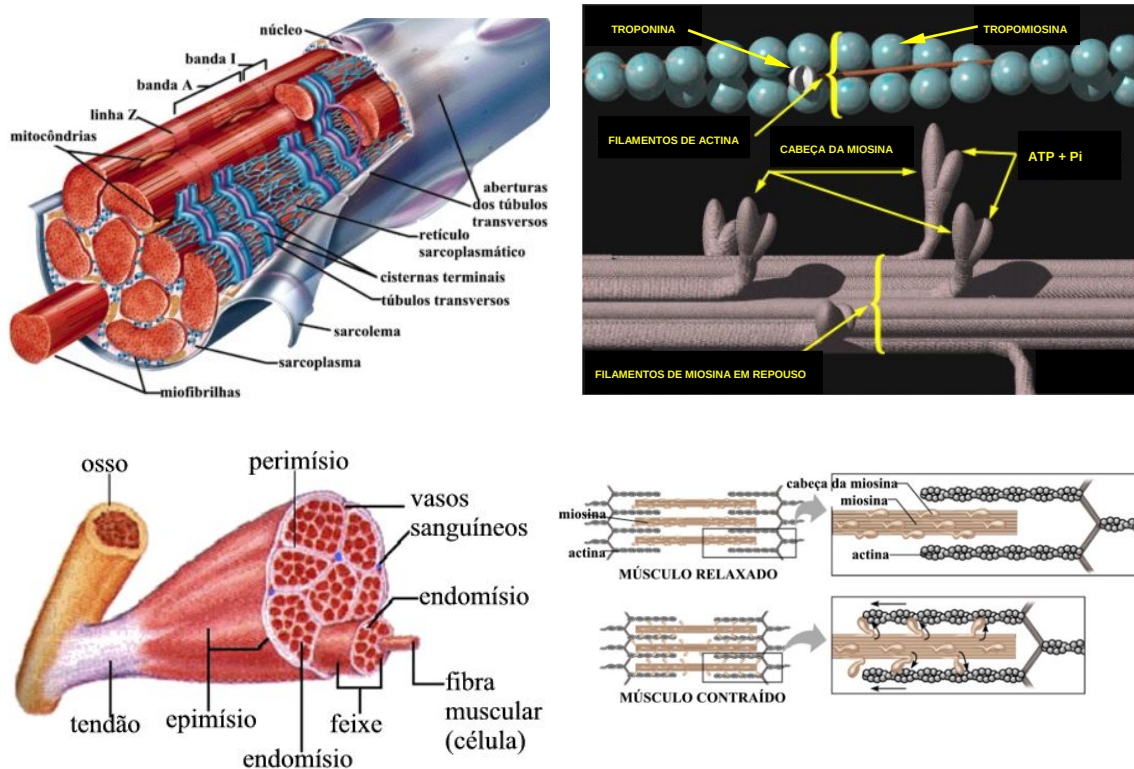


Figura 1 – Estrutura e ultra-estrutura do músculo esquelético.

2.1.2. CONTRACÇÃO/RELAXAMENTO MUSCULAR

Para que o músculo exerça a sua função necessita de um estímulo que provém de um impulso propagado através do nervo motor. Cada célula muscular esquelética está conectada ao ramo de uma fibra nervosa originária de uma célula nervosa. Essas células nervosas são denominadas

motoneurónios e estendem-se para o exterior a partir da medula espinhal. O motoneurónio e todas as fibras musculares que ele inerva formam uma *unidade motora*. A estimulação do motoneurónio inicia o processo de contracção. O local onde o motoneurónio e a célula muscular se encontram é designado por *junção neuromuscular*. Nessa junção, o sarcolema forma uma bolsa denominada *placa motora*. A placa motora é uma junção sináptica colinérgica. Quando um impulso nervoso atinge a extremidade do nervo motor, a excitação da fibra muscular tem início com a chegada de um impulso nervoso ao terminal sináptico do motoneurónio, o neurotransmissor *acetilcolina* é libertado e difunde-se na fenda sináptica para se ligar aos sítios receptores da placa motora, resultando numa despolarização designada por *potencial da placa motora*. O potencial da placa motora é seguido pelo desencadear de um *potencial de acção* ao longo de toda a fibra. O potencial de acção ou *potencial de acção muscular*, é transmitido através dos túbulos T e do *retículo sarcoplasmático* até ao interior da célula. Com a chegada do impulso, o retículo liberta para o interior da célula o cálcio (Ca^{2+}) que estava armazenado. Uma vez desencadeado, o potencial de acção muscular propaga-se ao longo de todo o sarcolema, dando então início a um conjunto de eventos que culminam na produção de força.

A contracção muscular, aqui entendida como a geração de tensão e trabalho mecânico pelas proteínas contrácteis, resulta da interacção cíclica entre a actina e a porção da miosina, com a entrada do cálcio (Ca^{2+}). Este liga-se à troponina, provocando a remoção da tropomiosina e permitindo, desta forma, que as cabeças da miosina entrem em contacto com a actina, iniciando assim o processo de contracção muscular. Este mecanismo multiplicado por milhares de conexões miosina – actina, formação e rotura cíclicas dos complexos de actomiosina, leva ao encurtamento do músculo e é responsável pela força produzida na contracção muscular e pelo deslocamento dos miofilamentos, produzindo deste modo trabalho mecânico. O relaxamento muscular depende de nova captação do cálcio, e ocorre quando o cálcio (Ca^{2+}) é de novo bombeado para o retículo e a tropomiosina volta a interpor-se, impossibilitando assim a contracção.

2.1.3. TIPOS DE FIBRAS

Existem três tipos de unidades motoras (ver Quadro 1): unidade motoras rapidamente fatigáveis, que têm grandes axónios⁴ que inervam muitas fibras glicolíticas rápidas (*ou Tipo IIb*); unidades motoras rápidas, resistentes à fadiga, que têm axónios de tamanho moderado que inervam muitas fibras glicolíticas de oxidação rápida (*ou Tipo IIa*); e unidades motoras lentas, que têm axónios pequenos que inervam algumas pequenas fibras de oxidação lenta (*ou Tipo I*). As unidades motoras rapidamente fatigáveis (*ou Tipo IIb*) são as que produzem a maior tensão, porque têm maior número de fibras musculares do que qualquer outro tipo de unidades motoras.

As fibras musculares dentro de cada unidade motora são todas do mesmo tipo, não podendo funcionar de forma independente, ou seja, se uma fibra é estimulada, todas as outras fibras dentro da unidade motora serão estimuladas (*princípio do “tudo ou nada”*). No entanto, um músculo completo contém unidades motoras diferentes e a porção de tipos de fibras musculares no músculo é principalmente influenciada pela predisposição genética, pela função do músculo e pelo *input* neural.

Uma vez que as unidades motoras lentas (*ou Tipo I*) têm um limiar de activação mais baixo, são recrutadas de início, quando o músculo age. Em exercícios de alta intensidade, as unidades motoras maiores (*ou Tipo IIb*) são recrutadas via estimulação de alta frequência. Quanto maior for o estímulo, maior o número de fibras estimuladas e maior a força da contracção. O facto de todos os músculos conterem fibras musculares de tipo I e II permite que ocorram níveis graduais de contracção muscular.

CARACTERÍSTICAS DO TIPO DE FIBRAS NO MÚSCULO ESQUELÉTICO			
Características	Tipo I	Tipo IIa	Tipo IIb
Tipo de fibra muscular	Oxidação lenta	Glicolítica oxidação rápida	Glicolítica rápida
Tipo de unidade motora	Lenta	Resistente à fadiga rápida	Rapidamente fatigável

⁴ Axónios - é uma parte do neurónio responsável pela condução dos impulsos eléctricos que partem do corpo celular, até outro local mais distante, como um músculo ou outro neurónio.

Tamanho da unidade motora	Pequena	Média	Grande
Velocidade de condução do neurónio motor	Lento	Rápido	Rápido
Tensão de contracção	Baixa	Moderada	Alta
Velocidade de contracção	Lenta	Rápida	Rápida
Resistência à fadiga	Alta	Alta	Baixa
Capacidade aeróbia	Alta	Média	Baixa
Capacidade anaeróbia	Baixa	Média	Alta
Actividade da enzima mitocondrial	Alta	Média	Baixa
Conteúdo de mioglobina	Alta	Média	Baixa
Densidade capilar	Alta	Média	Baixa

Quadro 1 – Características do tipo de fibras no músculo esquelético [adaptado Clanton & Coupe, (1998) e Birch et al., (2005)]

2.1.4. TIPOS DE CONTRACÇÃO MUSCULAR E PRODUÇÃO DE FORÇA

A quantidade de força gerada numa fibra muscular está relacionada com o número de pontes cruzadas da miosina que está em contacto com a actina. No entanto, a quantidade de força exercida durante a contracção muscular num grupo de músculos é complexa e depende de três factores principais: (1) a quantidade e os tipos de unidade motora recrutada; (2) o comprimento inicial do músculo; (3) a natureza da estimulação nervosa das unidades motoras.

Quando um músculo desenvolve força, se a carga externa aplicada ao músculo é idêntica à quantidade de força que este desenvolve, então não ocorrerá alteração do comprimento muscular (*não há aproximação entre a origem e a inserção do musculo*). Este tipo de contracção é denominado *isométrica ou estática*. Se a força é inferior á força produzida pelo músculo, então observa-se uma contracção de encurtamento designada por *concêntrica ou miométrica*. Finalmente, se a força externa for superior à força desenvolvida pelo músculo, então ocorrerá uma contracção de alongamento designada por *excêntrica (stretching contraction)* ou *pliométrica*. Frequentemente os autores designam as contracções que implicam encurtamento ou alongamento muscular por contracções dinâmicas, isto para as distinguir das contracções

isométricas. Durante a actividade física a maioria dos músculos dos membros estão envolvidos em quantidades equivalentes de contracções concêntricas e excêntricas.

Há um comprimento ideal do músculo, o qual produz uma força máxima quando estimulado. A fibra muscular produz a sua tensão máxima quando há sobreposição de filamentos de actina e miosina (*número máximo de pontes cruzadas acopladas*), e este é o comprimento “ideal”. Os comprimentos acima ou abaixo do ideal acarretam redução da quantidade de força quando estimulados.

Quando uma fibra é alongada podem formar-se menos pontes cruzadas, e, concomitantemente, a tensão que pode ser desenvolvida é diminuída. As contracções excêntricas recrutam um menor número de unidades motoras. Ao utilizarem menos unidades, a zona celular de dispersão das forças será menor e, por isso, a tensão por área terá obrigatoriamente de ser maior (Soares, 2007).

Durante o jogo de futebol, quando um jogador remata, os músculos da face anterior da coxa (ex: *quadricípite femoral*) contraem-se de forma concêntrica imprimindo potência ao gesto. Por outro lado, os músculos ísquio – tibiais actuam de forma excêntrica, actuando quase como opositores aos extensores (Soares, 2007).

Este jogo de contracção concêntrica – excêntrica é um dos processos mais exigentes do ponto de vista neuromuscular, dado ter de haver uma boa coordenação entre os diferentes grupos musculares (Soares, 2007).

2.1.5. MÚSCULO PROTAGONISTA OU AGONISTA, ANTAGONISTA, FIXADOR E SINERGISTA

Qualquer músculo pode actuar como protagonista (*ou agonista*), antagonista, fixador ou sinergista. A maneira como o músculo actua depende de um determinado número de factores que incluem a posição inicial, a direcção e velocidade de movimento, a fase de movimento e a resistência ao mesmo (Petty, 2008).

Músculo protagonista (*ou agonista*) e antagonista. Quando um músculo está activo durante o início e manutenção de um movimento, actua como protagonista ou agonista. Um músculo que se oponha ao protagonista é considerado antagonista. Tomam a designação de músculos fixadores os músculos que, sendo antagonistas entre si, se contraem para permitir a acção de um outro protagonista para fixar o osso. Sinergista, quando um músculo actua em duas ou mais articulações ou em articulações com mais que um grau de liberdade, mas o movimento necessário é apenas numa articulação ou num só plano; outros músculos contraem-se para eliminar o movimento (Petty, 2008).

Tomando o exemplo anterior, quando um jogador remata, os músculos passam a contrair-se de forma oposta: o quadricípite femoral a contrair-se concentricamente (*agonista*) e os ísquio-tibiais de forma excêntrica (*antagonistas*) (Soares, 2007).

2.1.6. MÚSCULOS DA COXA

Os músculos da coxa são classificados em músculos ântero-externos da coxa, músculos internos da coxa e músculos posteriores da coxa.

Os músculos ântero-externos são: sartório, tensor da fascia lata e quadricípite femoral (*recto anterior, vasto lateral, vasto intermedio e medial*⁵). Os músculos internos da coxa são: pectíneo, adutor (*curto, longo, magno*) e recto femoral. Os músculos posteriores da coxa são: bicípite femoral (BF), semitendinoso (ST), semimembranoso (SM) (Pina, 1999).

2.1.7. FUNÇÃO ANATÓMICA DOS ÍSKUIO-TIBIAIS

Os músculos posteriores da coxa inserem-se na tuberosidade isquiática e classificam-se como músculos *ísquio-fémoro-peroneais* quando se inserem no ísquio, fémur e perónio, e em músculos *ísquio-tibiais* quando se inserem no ísquio e na tibia. O único músculo ísquio-fémoro-peroneal é o músculo bicípite

⁵ Nomenclatura anglo-saxónica.

crural ou músculo bicípite femoral (*musculus biceps femoris*) e os músculos ísquio-tibiais são os músculos semitendinoso e semimembranoso (Pina, 1999).

Uma vez que os músculos posteriores da coxa englobam o músculo bicípite femoral, semitendinoso e semimembranoso, e na literatura o bicípite femoral encontra-se associado ao grupo dos ísquio-tibiais, decidimos também seguir a mesma nomenclatura. Sendo assim, o grupo dos ísquio-tibiais é o grupo muscular (*bicípite femoral, semitendinoso e semimembranoso*).

O termo ísquio-tibiais refere-se a três músculos anatomicamente separados, localizados na parte posterior do compartimento da coxa – a longa porção do bicípite femoral (BF lp), a curta porção do bicípite femoral (BFcp), o semimembranoso (SM), e o semitendinoso (ST) (ver Figura 2). Todos estes músculos possuem um completo ou quase completo tendão intramuscular que se estende por baixo de todo o comprimento do ventre do músculo (Garrett et al., 1989; Woodley & Mercer, 2005).

Como um grupo, os ísquio-tibiais são músculos biarticulares (*inseridos em duas articulações*), englobando tanto a articulação coxofemoral como a articulação do joelho, e são importantes na extensão da pelve e na flexão do joelho. Individualmente, no entanto, certas componentes fornecem rotações fortes sobre a perna e joelho, adicionando estabilidade à articulação (Gokaraju et al., 2008).

OS músculos ísquio-tibiais incluem especificamente o BF, ST e SM embora o adutor magno também pode ser incluído em resultado da sua função, uma vez que assume um papel preponderante na rotação lateral da coxa (Gokaraju, 2008).

a) O BF é um músculo do grupo dos ísquio-tibiais, e muito propício a lesões. É um músculo alongado que ocupa a porção posterior - lateral da coxa, e é constituído por duas porções: *longa porção de fixação ísquiática* e pela *curta porção de fixação femoral*. As duas porções fixam-se inferiormente através de um tendão comum no perónio.

- *BF lp ou porção isquiática* – fixa-se proximalmente na porção posterior da

tuberosidade isquiática por intermédio de um tendão conjunto com o ST.

- *BFcp ou porção femoral*: fixa-se proximalmente na porção inferior do interstício da linha áspera e no ramo externo de bifurcação inferior da linha áspera.
- As duas porções do BF dirigem-se inferolateralmente, dando origem a um tendão comum, que se insere na apófise estiloide do perónio e no côndilo lateral da tíbia – fixação distal.
- As duas porções do BF são inervadas separadamente pelo nervo ciático; BFfp é alimentada pela componente tibial e o BFcp pela componente perónial.
- O BF tem como função a extensão da pelve e a flexão da articulação do joelho, e auxilia na rotação lateral da perna (Pina, 1999, Williams et al., 2005).
- O tendão proximal da longa porção do BF é relativamente longo, com um comprimento médio de 27,1 cm (*intervalo 23,4-30,2 cm*), estendendo-se por 61,9% do comprimento total do músculo. Estreita distalmente, para formar um pequeno tendão fibroso conjuntamente com a expansão da aponevrose⁶ na face medial do músculo (Pollard & Quodling, 1999). Os primeiros fascículos do músculo surgem a partir da face lateral do tendão, que se estende ao longo de 20,6 cm, formando assim a proximal junção miotendinosa (JMT) que compreende 46,8% do comprimento do músculo (Pollard & Quodling, 1999; Koulouris & Connell, 2005; Woodley & Mercer, 2005);
- O tendão distal da curta porção do BF é o mais distal de todos os tendões dos músculos ísquio-tibiais, tomando a forma de uma ampla hélice aponevrótica. A aponevrose cobre toda a face lateral da longa porção inferior do ventre do músculo, e, em menor escala, a curta porção. O comprimento da extremidade distal do tendão é variável (*intervalo 24,1-33,9 cm*), medindo em média 27,5 cm e 62,6% da extensão do comprimento do músculo.

⁶ Aponevrose - é qualquer membrana constituída por fibras conjuntivas que serve de meio de fixação a um músculo.

Consequentemente, a JMT distal é longa, ocupando 41,4% do comprimento do músculo (Pollard & Quodling, 1999; Koulouris & Connell, 2005; Woodley & Mercer, 2005);

- A lesão neste músculo decorre durante a descolagem do pé na fase do ciclo da corrida (Heiderscheit et al., 2005).

O tendão do BFcp é visualmente indistinguível do BFfp. A distal JMT (*formada por fascículos para a fixação distal do tendão da longa porção*) compreende 10,7 cm (*intervalo 9,2-12,8 cm*), ocupando, portanto, 36,5% do comprimento total do músculo. As lesões musculares dos ísquio-tibiais ocorrem tipicamente na região da JMT, que é uma zona de transição em que miofibrilas e as bainhas de tecido conjuntivo do músculo se combinam para formarem o tendão. A interfacemiotendinosa foi adaptada para dissipar energia devido ao aumento juncional da área de superfície. Microscopicamente as roturas são vistas tipicamente de perto, embora na realidade não, na JMT. Esta região adjacente à JMT é mais susceptível à lesão do que qualquer outro componente da unidade muscular (Woodley & Mercer, 2005).

b) O SM encontra-se situado na porção pósteromedial da coxa, sendo o mais profundo dos músculos da região e situando-se anteriormente do ST. Fixa-se proximalmente na face lateral da tuberosidade isquiática. Os seus feixes dirigem-se para baixo, passam atrás do côndilo medial do fémur e originam três tendões:

- i. O *tendão directo* que continua na direcção do músculo e termina na porção posterior do côndilo medial da tíbia – fixação distal.
 - ii. O *tendão reflectido* que contorna para diante a goteira horizontal situada na tuberosidade medial da tíbia, terminando na sua extremidade – fixação distal.
 - iii. O *tendão recorrente* que constitui o ligamento poplíteo oblíquo da articulação do joelho dirige-se para cima e para fora, inserindo-se no espaço situado entre os dois côndilos femorais – fixação distal.
- SM é innervado pela divisão tibial do nervo ciático, derivados da L5, S1 e 2;

- O SM e o ST têm ambos a mesma acção: extensão da articulação coxofemoral, flexão da articulação do joelho, e auxiliam na rotação medial do joelho (Pina, 1999; Williams et al., 2005).
- O tendão proximal do SM é o mais longo de todos os músculos ísquio-tibiais, com a porção lateral do tendão, que estende o mais distal, sobre a face posterior do músculo. O tendão proximal mede 31,9 centímetros em média, portanto, ocupando 72,7% do comprimento do músculo. O tendão do SM, na sua extremidade distal é mais espesso e mais curto do que em relação ao ST. No entanto, o tendão proximalmente aumenta, formando uma longa e ampla aponevrose, o que dá ao tendão distal um comprimento médio de 26,1 cm, abrangendo 59,4% do comprimento do músculo. Os fascículos do músculo distalmente inserem-se na face lateral do tendão, com a distal JMT a 44,0% do comprimento do músculo. (Pollard & Quodling, 1999; Koulouris & Connell, 2005; Woodley & Mercer, 2005).
- A lesão neste músculo decorre com mais frequência durante a fase de balanço no ciclo da corrida (Heiderscheit et al., 2005).

c) O ST encontra-se situado na porção póstero-medial da coxa, sendo mais superficial que o SM. Fixa-se proximalmente na face posterior da tuberosidade isquiática, por intermédio de um tendão comum com a longa porção do BF. Inferiormente fixa-se na extremidade superior da tíbia, adiante da tuberosidade medial, por intermédio de um tendão comum com o sartório e o gracil, designado – pata de ganso – fixação distal.

- ST é innervado pela divisão tibial do nervo ciático, derivados de L5, S1 e 2.
- Têm como função a extensão da articulação coxofemural e flexão da articulação do joelho, e auxilia na rotação medial do joelho (Pina, 1999, Williams et al., 2005).
- Em geral, o tendão proximal do ST é relativamente curto, com um comprimento médio de 12,9 cm (*intervalo 8,5-17,7 cm*), ocupando, portanto, 29,4% do comprimento do músculo. O tendão distal do ST passa ao longo da face medial da articulação do joelho, e é longo e fino, com um

comprimento médio de 25,0 cm (*intervalo 22,1-30,0 cm*). Quando considerados isoladamente, o tendão distal ST é o mais longo tendão dos músculos ísquio-tibiais, medindo em média 11 cm (*intervalo 9,0-13,1 cm*). O tendão proximal expande-se para formar uma pequena aponevrose sobre a face anterior do músculo, com a distal JMT medindo em média 13,9 cm, e ocupando 31,6% do comprimento do músculo (Pollard & Quodling, 1999; Koulouris & Connell, 2005; Woodley & Mercer, 2005).

- A lesão neste músculo tal como no SM decorre com mais frequência durante a fase de balanço no ciclo da corrida (Heiderscheit et al., 2005).

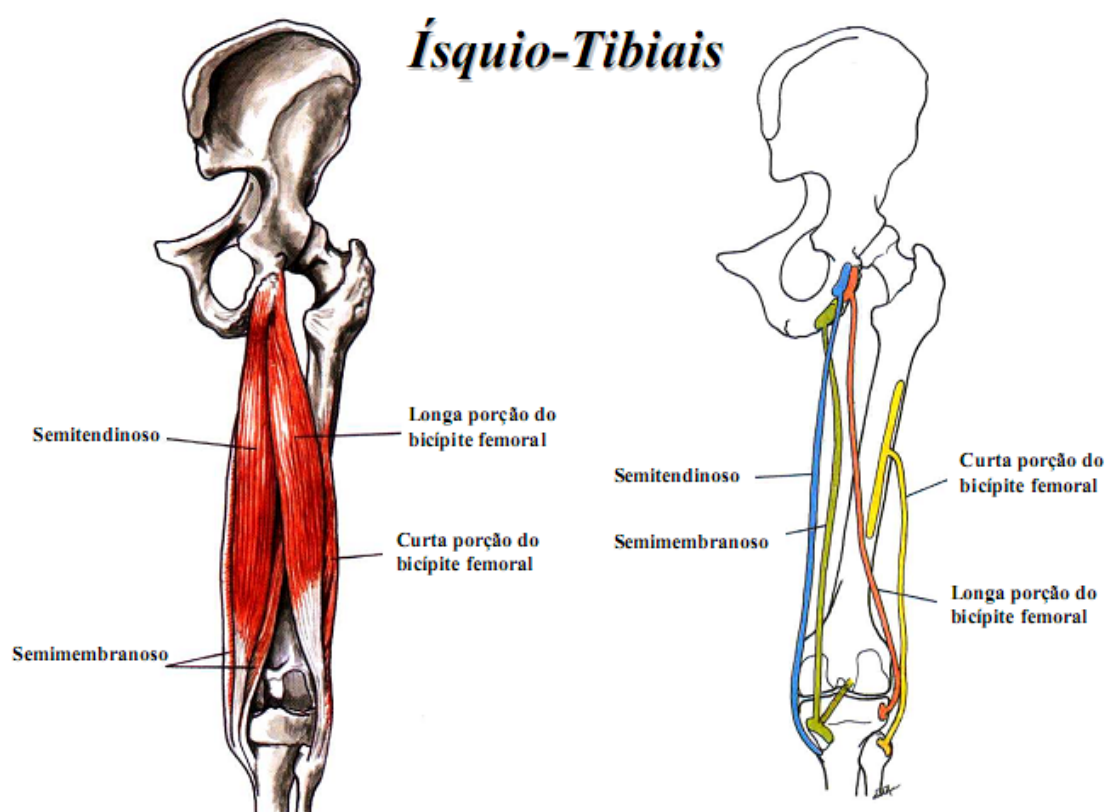


Figura 2 – Anatomia do grupo muscular dos ísquio-tibiais representado esquematicamente. Semitendinoso, semimembranoso e bicipite femoral (*longa e curta porção*) [adaptado Pina, (1999)]

2.1.8. CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS

Garrett et al. (1984) determinou em cadáveres, o tipo de fibras que compõem os músculos ísquio-tibiais. Os resultados mostraram que as fibras dominantes foram as do tipo II (*acima de 50%*) em todos os músculos ísquio-tibiais analisados (*10 indivíduos*). Também se observou uma maior percentagem de fibras tipo II em relação ao músculo do quadrícipite femoral. As fibras tipo II, ou fibras de contracção rápida, são mais susceptíveis às actividades que requerem velocidade e força devido à sua rápida contractilidade e capacidade para metabolizar o glicogénio. Enquanto as fibras tipo I, ou fibras de contracção lenta estão mais associadas a actividades com esforços de baixa intensidade onde a capacidade aeróbia (*ou metabolismo lipídico*) é preferencialmente dominante. Garrett et al. (1984) concluiu que os músculos ísquio-tibiais requerem treino específico recorrendo a meios de alta intensidade e rápida actividade. Em todo o caso, a classificação individual do tipo de fibras diz respeito às fibras musculares individuais e não a todo o músculo; ou seja, os músculos não podem ser classificados como músculos de contracção rápida ou lenta, i.e., rápidos ou lentos. (Petty, 2008).

2.1.9. CARACTERÍSTICAS DA BIOMECÂNICA DA CORRIDA

As mudanças que ocorrem durante a corrida são susceptíveis de resultar de esforços conscientes e inconscientes para minimizar ou maximizar uma variedade de especificidade de critérios, tais como a energia metabólica despendida, stress muscular, potência muscular, fadiga e outros factores (Williams, 2000).

Correr é uma parte integrante do futebol. Na verdade os futebolistas podem abranger cerca de 10/13 km durante um único jogo. A acção da corrida pode ser dividida em duas fases, balanço e apoio (Howe & Hanchard, 2003).

A biomecânica da corrida é composta por 5 fases: ciclo da corrida; velocidade de corrida; pronação; forças aplicadas durante a corrida; pé de impacto (Grimshaw et al., 2007).

A descrição do estilo da corrida pode efectuar-se como segue: durante a corrida o ciclo é dividido na fase de apoio (*quando o pé está no solo*) e na fase de balanço (*quando o pé se encontra fora do contacto com o solo*). A fase de apoio é dividida em: fase de amortecimento (*inicia-se quando o pé entra em contacto com o solo*), suporte (*pé suporta o corpo através da transição do calcanhar para os dedos dos pés*), impulsão (*as forças são distribuídas em todo o antepé efectuando um arco no sentido de deixar o solo*). A fase de balanço é dividida em: balanço atrás; balanço à frente; pé descendente. A velocidade é o produto do comprimento da passada e da sua frequência. Com o aumento da velocidade o comprimento da passada diminui e aumenta a frequência. Durante a corrida a articulação subtalar (*a articulação entre o talos e o calcâneo, na parte posterior do pé*) efectua um padrão de movimento conhecido como pronação do pé (*eversão do calcâneo associada a uma rotação medial e dorsiflexão do talos*) que contribui para absorver o impacto que ocorre após o contacto do calcanhar com o solo; a supinação do pé (*inversão do calcâneo associada a uma rotação lateral e flexão plantar do talos*) durante a corrida é importante para "travar" os ossos da articulação do pé e promover uma alavanca rígida para a impulsão. O pico da força de impacto vertical em corrida situa-se entre 2-2,5 vezes o peso corporal. O tamanho da força de impacto varia com o peso corporal e com a velocidade de corrida. O pé de impacto caracteriza o movimento do pé, uma vez que atravessa as três fases de apoio: amortecimento, suporte e impulsão. (Williams, 2000; Howe & Hanchard, 2003; Grimshaw et al., 2007).

2.1.9.1. CARACTERIZAÇÃO DA BIOMECÂNICA DOS ÍSQUIO-TIBIAIS NA CORRIDA

A electromiografia mostra que no início da fase de amortecimento do pé, o BF e o SM contraem simultaneamente (*com os músculos vastos lateral e medial*) proporcionando estabilidade ao joelho. Durante a fase de suporte, o ST activa e assiste o BF e o SM na estabilidade do joelho e na extensão da pelve. Antes da descolagem do pé do solo (*fase de impulsão*), os níveis da actividade BF juntamente com o músculo tricípite sural aumentam ainda mais, bem como

o SM e os ST que são altamente activados. Este elevado nível de actividade continua através da flexão do joelho. Na fase de balanço, a contracção dos ísquio-tibiais é usada para controlar a rápida extensão do joelho causada pela contracção do grupo do quadricípite femoral relativamente mais fortes. A contracção dos ísquio-tibiais aumenta para finalmente desacelerar o balanço da tíbia, a fim de posicionar a perna para a próxima fase ou ciclo. Durante a fase de balanço atrás a actividade dos ísquio-tibiais é mais calma até ocorrer a fase de balanço à frente. Na parte final da fase de balanço à frente, o SM aumenta o nível de actividade e desacelera excentricamente a flexão da pelve. O BF é inactivo durante este período. No último terço da fase de balanço, os músculos ísquio-tibiais tornam-se activos excentricamente para controlar a extensão do joelho e desacelerar o avanço da tíbia. Além disso, a contracção progressiva dos ísquio-tibiais trabalha em conjunto com o ligamento cruzado anterior impedindo que a tíbia se desloque anteriormente pela força do quadricípite femoral. Pouco antes da fase de apoio do pé, os músculos ísquio-tibiais trabalham concentricamente a preparação para o peso carregado. O ciclo é então repetido para o lado contralateral e assim sucessivamente (Elliott & Blanksby, 1979; Sutton, 1984; Agre, 1985; Draganich et al., 1989; Gage et al., 1995; Howe & Hanchard, 2003; Donaldson & Dreesse, 2007; Gokaraju et al., 2008).

2.2. LESÕES MUSCULARES

2.2.1. EPIDEMIOLOGIA

Na análise da literatura podemos notar quantos autores se mostraram interessados na individualização estatística das lesões no futebol, na sua origem e evolução, essencialmente na quantificação do tempo que precede a recuperação fundamental para o prosseguimento da época desportiva do jogador de futebol.

Lesão, através da definição estabelecida pela FIFA (*Federation Internationale de Football Association Medical Assessment and Research*

Centre), é qualquer queixa física prolongada, por parte de um jogador, que resulta de um jogo ou de um treino, independentemente da necessidade de assistência médica ou afastamento da actividade, que o impeça de participar em, pelo menos, um treino ou jogo. Deste modo, aconselha também que as lesões se classifiquem segundo a localização, o tipo, região do corpo, mecanismo de lesão (*traumática ou sobrecarga*) e reincidência (Fuller et al., 2006).

A gravidade da lesão foi definida contabilizando o número de dias decorridos a partir da data da lesão até ao retorno em pleno à participação no treino ou disponibilidade para o jogo (Junge et al., 2004; Fuller et al., 2006; Waldén et al., 2007). Assim as lesões podem ser ligeiras (0 dias), mínimas (1-3 dias), leves (4-7 dias), moderadas (8-28 dias), severas ou graves (> 28 dias).

A incidência da lesão assenta no número de lesões por cada 1000 horas de treino ou jogo (*competição*) (Hawkins & Fuller, 1999; Fuller et al., 2006; Ekstrand, 2007; Waldén et al., 2007).

A maioria das lesões no futebol de alto nível é de natureza ligeira (0 dias), ou mínima (1-3 dias) (Hawkins & Fuller, 1996; Giza & Micheli 2005; Hägglund et al., 2005; Walde et al., 2007), a incidência é de seis a nove lesões por 1.000 horas de exposição total (*três a cinco lesões por 1000 horas de treino e 24 a 30 lesões por 1000 horas de jogo*) (Ekstrand, 2008), sendo a rotura muscular uma das lesões mais comuns (Hawkins & Fuller, 1996; Junge et al., 2004; Ekstrand, 2008). A maioria das lesões localiza-se nos membros inferiores, sendo a coxa a região mais comum nas lesões subtipo a alto nível no futebol, com uma lesão de incidência de 1.6/1000h de exposição, o que significa que uma equipa com 25 jogadores pode esperar 10 destas lesões em cada época desportiva (Ekstrand, 2008).

Ekstrand (2008), analisou 800 000 horas de prática em grupos de jogadores de futebol, em equipas qualificadas para a liga dos campeões entre 2001 e 2005 (*17 equipas de nove países diferentes*), e equipas da primeira divisão do campeonato sueco entre 2001 e 2002 (*14 equipas*), conseguindo individualizar estatisticamente todas as lesões (6,300) com uma incidência de 1.6/1000 horas de exposição. A lesão muscular da coxa foi a mais comum das

lesões e representou 23% de todas as lesões. A lesão dos músculos posteriores da coxa (*ísquio-tibiais*) foi a mais típica, que ocorre com mais frequência durante uma rápida explosão de velocidade. A frequência com que ocorrem estas lesões no futebol de alto nível pode ser o reflexo da corrida de velocidade do futebol moderno. A distribuição por tipo é de: 31% por sobrecarga; 24% referem-se a roturas musculares; 22% às roturas de ligamentos; 15% a contusões; 2% a fracturas; 2% a distensões; 4% outras.

Junge et al. (2004) analisou a incidência, circunstâncias e características das lesões durante o Campeonato do Mundo de Futebol 2002, bem como a associação de alguns riscos de lesões para os jogadores. No estudo foram sujeitos a análise todos (100%) os jogadores com lesões, num total de 171 lesões registadas a partir de 64 jogos. Nas 32 equipas internacionais a pesquisa teve uma incidência de 2,7 lesões por jogo ou 81,0 lesões por 1.000 horas de jogo; aproximadamente 1 a 2 lesões por jogo. A região do corpo mais afectada foi a coxa com 18%. O número total de lesões (171) foi distribuído da seguinte forma: 84 contusões (49,1%); 37 roturas musculares (21,6%); 25 roturas de ligamentos (14,6%); 5 tendinites (2,9%) e 4 fracturas (2,3%). A análise do mesmo estudo mostrou o número de dias que decorreu desde a lesão até à data do retorno pleno à participação no treino e à disponibilidade para o jogo. As lesões que contribuíram para a ausência dos jogadores ao treino e ao jogo eram em número de 158, das quais: 52 ligeira (0 dias) (52,4%); 58 mínima (1-3 dias) (72,8%); 27 média (4-7 dias) (41,5%); 18 moderada (8-28 dias) (27,6%); 3 severa (> 28 dias) (5,7%).

Woods et al. (2002) realizou uma análise pormenorizada das lesões sofridas na pré-época do futebol profissional Inglês durante duas épocas competitivas entre 1997-98 e 1998-99. Durante o período do estudo, as lesões da pré-época (1025) foram documentadas, o que compreende 17% do número total das lesões sofridas durante as duas estações (6030). O número relativo de lesões sofridas em cada período da pré-época não diferiu significativamente. Um total de 947 (40%) jogadores sofreu pelo menos uma lesão durante os dois períodos da pré-época, com uma taxa média de 0,2 lesões por jogador por época. A gravidade das lesões durante a pré-época e a

época: 40% das lesões da pré-época foram classificadas como mínimas ou leves, comparadas com 31% das lesões na época. As lesões mais comuns durante a pré-época foram: roturas musculares (19%), fracturas (15%), roturas de ligamentos (13%), rotura meniscal (10%). As lesões moderadas mais frequentes foram: roturas (42%), entorses (25%), e tendinites (8%). A localização das lesões durante os períodos da pré-época e época, na sua maioria afectou o membro inferior (89%), sendo a coxa a região mais afectada (23%), das quais dois terços das lesões ocorreram por não – contacto.

Candel (2004) analisou 71 jogos da equipa espanhola Valência Clube de Futebol (40 jogos da liga nacional, 9 jogos da pré-época, 6 jogos de selecções nacionais, 16 jogos da liga dos campeões) apresentando estatisticamente a incidência da lesão muscular: 44% na época 2000-2001; 33% na época 2001-2002; 37% na época 2002-2003. O número médio de lesões musculares durante cada época foi de 69 lesões (ou seja, 38% do número total de lesões). O número médio de reabilitação por sessões dedicadas ao tratamento da lesão muscular foi de 666 por cada época (ou seja, 24% do número total de sessões de reabilitação). Considerando a classificação das lesões musculares (sobrecarga muscular, contractura, contusão, rotura muscular parcial e total), foram encontrados 36% de casos de sobrecarga muscular, 20% de casos de contracturas, 26% de contusões, 11% de roturas musculares parciais e 7% de roturas musculares totais. É interessante notar que o número de sessões de reabilitação para cada tipo de lesão muscular, foi de:

- 4,3 sessões de reabilitação (sobrecarga);
- 8,5 sessões de reabilitação (contracturas);
- 4.1 sessões de reabilitação (contusões);
- 16,6 sessões de reabilitação (roturas musculares parciais);
- 56 sessões de reabilitação (roturas musculares totais).

2.3. ROTURA MUSCULAR DOS ÍSQUIO-TIBIAIS

2.3.1. EPIDEMIOLOGIA

As roturas musculares nos músculos ísquio-tibiais são comuns nos jogadores de futebol, representando uma das principais causas do tempo perdido da actividade desportiva (Garrett et al., 1989). No futebol, estão associadas ao correr, saltar, chutar, aceleração ou mudança de direcção, solicitando aos músculos ísquio-tibiais vários tipos de tensões (*stress*) em locais anatomicamente diferentes (Garrett et al., 1989; Clanton & Coupe 1998; Brughelli, 2009)

As roturas musculares dos ísquio-tibiais estatisticamente analisadas representam 12-28% de todas as lesões relatadas no futebol (ver Quadro 2) (Árnason et al., 2004; Croiser, 2004; Woods et al., 2004; Volpi et al., 2004; Gabbe et al., 2006; Brughelli, 2008). Além disso, uma quantidade significativa de tempo e de prática desportiva é perdida após uma rotura muscular dos ísquio-tibiais (*18 dias em média*) (Woods et al., 2004) e o risco de recidiva é muito alto (Orchard & Seward, 2002; Dadebo et al., 2004; Woods et al., 2004;).

No futebol profissional Islandês (*liga de elite e 2ª divisão*) as roturas musculares dos ísquio-tibiais são as lesões mais comuns e as que detêm maior predominância, constituindo 12,7% de todas as lesões, com uma incidência de 3-3,7% por 1.000 horas de jogo e 0,4-0,6% por 1.000 horas de treino (Árnason et al., 2008)

Do mesmo modo, no futebol inglês, as roturas musculares dos ísquio-tibiais são responsáveis por 12% do total das lesões, com uma média de 5 lesões por clube, por época, resultando em 15 jogos perdidos e 90 ausências aos treinos diários. A rotura muscular do BF foi a mais dominante com 53% (ver Quadro 3) (Woods et al., 2004).

Na Liga profissional de futebol Italiano, as roturas musculares são as mais frequentes representando 30% (62 casos) de todas as lesões durante o período de 1995-2000: 39 lesões do 1º grau, 22 do 2º grau, e 1 do 3º grau (ver Quadro 4). Numa média de 242 sessões de treino e 66 jogos por época, as

lesões dos ísquio-tibiais representaram 28,1 % (29 casos) (Volpi et al., 2004). A lesão mais grave dos ísquio-tibiais, rotura muscular completa (3º grau) é uma lesão rara (Sallay, 1996; Klingel et al., 2002; Folsom & Larson, 2008).

A incidência total das roturas musculares foi avaliada em 8,4 lesões por 1.000 horas de jogo e 0,8 lesões por 1.000 horas de treino. A incidência das roturas musculares dos ísquio-tibiais foi estimada em 2,3-3,7 roturas musculares dos ísquio-tibiais por 1.000 h de jogo e 0,4-0,6 por 1.000 horas de treino (ver Quadro 5) (Árnason et al., 2008).

ROTURA MUSCULAR NAS VÁRIAS LIGAS EUROPEIAS DE FUTEBOL PROFISSIONAL	
Liga de Futebol Profissional	Rotura muscular dos ísquio-tibiais
Italiana	28,1%
Islandesa	12,7%
Inglesa	12%

Quadro 2 – Comparação da percentagem da rotura muscular dos ísquio-tibiais das várias ligas europeias de futebol profissional [adaptado Árnason et al., (2004), Woods et al., (2004) e Volpi et al., (2004)]

LOCALIZAÇÃO DA ROTURA MUSCULAR DOS ÍSKUO-TIBIAIS		
Músculo	Nº	%
Bicípíte Femoral	396	53
Não especificado	139	19
Semitendinoso	116	16
Semimembranoso	98	13
Total	749	101

Quadro 3 – Percentagem total da localização da rotura muscular dos ísquio-tibiais no futebol profissional inglês [adaptado Woods et al., (2004)]

PERCENTAGEM DA ROTURA MUSCULAR POR GRAVIDADE		
Gravidade	Nº	%
1º	39	63
2º	22	35
3º	1	2
Total	62	100

Quadro 4 – Percentagem total do grau da rotura muscular no futebol profissional italiano [adaptado Volpi et al., (2004)]

INCIDÊNCIA DA ROTURA MUSCULAR E DA ROTURA MUSCULAR DOS ÍSQUIO-TIBIAIS		
Incidência por 1000h	Roturas musculares	Rotura muscular dos ísquio-tibiais
Jogo	8,4	2,3-3,7
Treino	0,8	0,4-0,6

Quadro 5 – Relação da incidência total de roturas musculares e rotura muscular dos ísquio-tibiais por 1000h de jogo ou treino [adaptado Árnason et al., (2008)]

2.3.2. FACTORES PREDISPOENTES

Estudos sobre as causas das roturas dos ísquio-tibiais remontam à década de 1970, e desde então vários factores têm sido implicados na etiologia (Burkett, 1970). No entanto, apenas alguns são baseados em provas, enquanto outros repousam essencialmente com base em pressupostos teóricos (Massada, 2003; Croisier, 2004; Petersen & Hölmich, 2005). Factores de risco predisponentes são geralmente divididos em duas categorias principais: internos (*intrínsecos: relacionados com o próprio atleta*) e externos (*extrínsecos: relacionados com o ambiente*) (Agre, 1985; Massada, 1989; Worrell, 1994; Orchard, 2001; Verrall et al., 2001; Croisier, 2004; Arnason et al., 2004; Hägglund et al., 2006).

Os factores de risco (Tornese et al., 2006) podem ser relacionados com:

1. A actividade desportiva:

- Participação em actividades desportivas que envolvam contracção excêntrica dos ísquio-tibiais;

2. Com o jogador:

- Má postura;
- Desequilíbrio muscular antagonistas/agonistas (*relação ísquio-tibiais/quadrícipite femoral – I/Q <de 50% - mínimos recomendados 50-60%*);
- Diferença bilateral [diferença acima dos 10% entre a força de um membro e o membro do lado contrário (*<10% normais; [10% e 20%] possivelmente anormal; >20% provavelmente anormais*)];
- Fraca flexão e inclinação anterior da pelve (*pode ser devido ao rápido crescimento na adolescência*);
- Comprimento desigual dos membros inferiores;
- Lesão anterior;
- Músculos biarticulares;
- Larga quantidade de fibras tipo II;
- Inadequada gestão e recuperação de lesões anteriores;
- Má técnica (*mau estilo na biomecânica da corrida*);
- Défice de condição física;
- Fadiga ou excesso de fadiga;
- Falta de aquecimento;
- Inadequada flexibilidade.

2.3.2.1. LESÕES ANTERIORES E INADEQUADA REABILITAÇÃO

A lesão anterior demonstra ser o factor de risco mais importante para a futura lesão (Orchard, 2001; Hägglund et al., 2006). São, aliás, vários os estudos que demonstram a presença de fibrose em músculos de atletas que tiveram história de rotura muscular (Soares, 2007). A razão para isso pode advir do local da lesão que sofre uma remodelação com consequente formação cicatricial. O tecido cicatricial não é tão funcional como o tecido muscular original, e, por conseguinte, promove o aumento do risco de lesão (Taylor et al., 1993; Garrett, 1996). A reincidência pode ocorrer próximo do local da lesão ou

a uma distância dentro do mesmo grupo muscular (Slavotinek, 2007). Estudos experimentais (Järvinen, 1976; Kääriäinen et al., 1998) sugerem que, embora esteja longe de existir uma completa cicatrização, o tecido cicatrizado atinge igual ou maior força muscular em comparação com um músculo normal em cerca de dez dias após a lesão. Neste momento a lesão reincidente é mais susceptível de ocorrer na junção entre a cicatriz e o tecido muscular normal, ou, possivelmente no músculo, ou seja, noutro local que não dentro do tecido cicatricial em si.

Uma lesão anterior também pode levar à redução da amplitude de movimento (ADM) e de défice na força e flexibilidade, afectando, assim, indirectamente o risco de lesão (Garrett, 1996; Orchard, 2001; Petersen & Hölmich, 2005). Permanece incerto se a diminuição da flexibilidade dos ísquio-tibiais é uma causa ou consequência da lesão (Petersen & Hölmich, 2005). Lesões anteriores dos músculos dos gastrocnêmios, lesões do joelho ou da virilha também têm sido associadas a um aumento da probabilidade de roturas dos ísquio-tibiais (Orchard, 2001; Verrall et al., 2001). A razão para estas ocorrências pode prender-se com a mudança das propriedades biomecânicas dos membros inferiores, aumentando assim a susceptibilidade das lesões nos ísquio-tibiais (Verrall et al., 2001).

As lesões dos ísquio-tibiais ocorrem durante o seu período de máxima activação excêntrica para desacelerar o avanço do pé e da perna no final da fase de balanço à frente, até a perna estar parada a cerca de 30º da extensão do joelho (Tornese et al., 2006).

O treino excêntrico (*carga muscular que envolve a aplicação de uma força externa com aumento da tensão muscular durante o alongamento físico da unidade músculo-tendínea*) dos ísquio-tibiais é justificado porque a activação excêntrica é uma parte integrante do seu repertório funcional. O facto de muitas vezes os músculos ísquio-tibiais serem danificados durante o exercício excêntrico não é a única consideração que deve ser tida em linha de conta na elaboração de um programa de recuperação. A velocidade angular e o ângulo da articulação são igualmente importantes (Tornese et al., 2006). Além disso, Ekstrand e Gillquist (1983) mostraram que os atletas que

retornaram à actividade desportiva após a lesão, não só aumentam o risco de recorrência de lesão, mas também a possibilidade de uma lesão mais grave, caso não tivessem sido totalmente recuperados da lesão anterior. Num estudo realizado por Croisier e Crielaard (2000), os resultados sugeriram que lesões recorrentes podem ser o resultado de insuficiente reabilitação após uma lesão inicial.

2.3.2.2. PROPRIEDADE DOS MÚSCULOS ÍSQUIO-TIBIAIS

A alta incidência de lesão do grupo dos músculos ísquio-tibiais pode ser, em parte, devido ao facto dos músculos ísquio-tibiais serem biarticulares, funcionando entre duas articulações, e são, portanto, sujeitos ao aumento do alongamento e força extrínseca. Além disso, existe uma maior proporção nos músculos ísquio-tibiais de fibras de contracção rápida (*tipo II*), comparada com outros músculos da coxa e da perna. Os músculos ísquio-tibiais são constituídos geralmente por fibras musculares tipo II (*superior a 50%*). Estas fibras de contracção rápida são capazes de produzir uma maior força e velocidade. Permitem gerar maiores valores de tensão devido à posse de um débito de força mais elevado e de um maior poder de contracção, factos que predispõem à sua falência mecânica (Garrett et al., 1984; Garrett, 1996; Massada, 2003).

O envolvimento dos músculos ísquio-tibiais no exercício de alta intensidade gera um aumento da produção de força intrínseca nesses músculos, o que acontece durante o *sprint*. Ambas as propriedades podem predispor os músculos ísquio-tibiais para lesões (Garrett et al., 1984; Garrett, 1996; Massada, 2003). Além disso, as especificidades do BF podem ajudar a explicar a sua maior taxa de lesões, e a razão por que é o músculo do complexo ísquio-tibiais que sofre lesões com mais frequência (Garrett et al., 1989, Koulouris & Connell, 2003). O BF tem uma porção curta e uma porção longa que se fundem em baixo num só tendão que se insere no perónio. O facto de apresentar duas porções implica também dois tipos de enervação diferenciados, dupla enervação efectuada pelos nervos tibial e peronial, ramos

do mesmo nervo, o que exige uma elevada coordenação neuromuscular. Esta enervação dupla, teoricamente, poderá determinar a contracção simultânea do quadricípite femoral e do BF, o que resultaria na rotura muscular dos ísquio-tibiais (Heiser et al., 1984; Massada, 2003). Por outro lado, para além da coordenação, também diferentes porções com distintas enervações contribuirão para a assíncrona estimulação, e para uma menor capacidade para absorver energia e uma contracção adicional inoportuna dessas duas partes do BF. Isto pode causar uma redução na capacidade de gerar tensão eficaz para controlar cargas impostas ao músculo (Sutton, 1984; Woods et al., 2004; Soares, 2007).

2.3.2.3. FORÇA E DESEQUILÍBRIO MUSCULAR

O risco associado à força muscular é normalmente expresso por duas variáveis: diferenças bilaterais (*direita e esquerda*) e diferença entre antagonistas e agonistas (Soares, 2007).

A força dos ísquio-tibiais é frequentemente expressa em relação à força com o quadricípite femoral, rácio ísquio-tibiais/quadricípite femoral (I/Q) (*mínimos recomendados [50-60%]*), que pode reflectir predisposição para a lesão (Aagaard et al., 1998). Esta predisposição pode resultar da diminuição da capacidade dos ísquio-tibiais em resistirem a extensão de cargas; o que se acredita ser crítico no início da lesão (Bahr & Holme 2003). Brockett et al. (2004) constatou que numa lesão anterior dos ísquio-tibiais, o pico do torque (*momento angular*) foi significativamente menor comparado com o músculo contra-lateral não lesionado, cujos ângulos óptimos da flexão do joelho se estabeleceram entre 16º e 34º. Se um valor típico para um ileso dos ísquio-tibiais é cerca de 20º, os individuais com valores significativamente mais elevados estão potencialmente em risco.

A baixa força dos ísquio-tibiais, diminuiu o rácio I/Q (*flexão/extensão - mínimos recomendados 50-60%*) ou diferenças bilaterais (*<10% normais; [10% e 20%] possivelmente anormal; >20% provavelmente anormais*) têm mostrado ser um importante factor predisponente de lesões musculares dos ísquio-tibiais

(Jönhagen et al., 1994; Kannus, 1994; Orchard et al., 1997; Gidwani & Bircher, 2007; Gokaraju et al., 2008). No entanto, esta conclusão tem sido contrariada por Bennell et al. (1998).

Croisier et al. (2002) concluiu que a persistência de fraqueza e desequilíbrio muscular pode predispor à recorrência de roturas musculares dos ísquio-tibiais. Orchard et al. (1997) constatou que as roturas musculares dos ísquio-tibiais foram significativamente associadas com um baixo rácio do pico do torque entre flexores / extensores avaliados com um dinamómetro isocínético, enquanto que Bennell et al. (1998) encontrava em jogadores da AFL (Australian Football League) nenhuma correlação entre o pico de torque isocínético na pré-época e subsequente risco de lesão dos ísquio-tibiais. Askling et al. (2003) relatou que na pré-época específica o reforço excêntrico dos ísquio-tibiais reduziu a incidência de roturas em 30 jogadores de futebol suecos.

O reforço muscular, em qualquer caso, tem sido preconizado para evitar lesões dos ísquio-tibiais (Stanton, 1989), à luz de estudos com animais que evidenciam que um músculo mais forte absorve mais energia antes de falhar (Garrett, 1990). O papel da força muscular permanece um tanto obscura no que diz respeito ao risco primário de lesões dos músculos ísquio-tibiais nos atletas.

2.3.2.4. AQUECIMENTO E FLEXIBILIDADE

Os movimentos extremamente potentes e repetidos realizados no jogo de futebol, com ampla solicitação dos ciclos de encurtamento e estiramento, requerem uma unidade músculo – tendão suficientemente complacente para armazenar e libertar energia de forma a não comprometer a integridade destas estruturas (Soares, 2007).

Safran et al. (1989) concluiu que aquecimento combinado com flexibilidade aumentou a elasticidade do músculo, e assim, uma maior força e grau de flexibilidade muscular obrigaram a “rasgar” o músculo. Isso deve-se a uma diminuição da viscosidade e a um aumento concomitante da flexibilidade e

velocidade de contracção (Kujala et al., 1997), pelo aumento local e geral da circulação sanguínea, determinada pelo aquecimento muscular promovido pelo aumento da temperatura corporal (Massada, 1989). Alguns estudos clínicos descrevem que as lesões musculares têm maior probabilidade de ocorrer sem um adequado aquecimento e flexibilidade (Agre & Baxter, 1987; Worrell & Perrin, 1992; Dvorak et al., 2000).

Uma massa muscular sujeita a um programa progressivo de aquecimento muscular é menos propensa à lesão, mostrando maior capacidade de se contrair a velocidades mais elevadas pela redução dos tempos de reacção neuromusculares. As acelerações do movimento serão mais rápidas, permitindo-se um aumento da coordenação motora pela melhoria condicionada na precisão do movimento. Outro aspecto importante do aquecimento muscular bem como da flexibilidade que consideramos de importância relevante relaciona-se com o possível papel protector a longo prazo das superfícies articulares. A diminuição da rigidez articular aumenta a capacidade de reacção rápida a estímulos de correcção de movimento com diminuição da probabilidade de lesão (Massada, 1989; Soares, 2007).

Dadebo et al. (2004) concluiu também que um maior número de roturas musculares dos músculos ísquio-tibiais ocorreu em equipas de futebol profissional no Reino Unido que não alongaram regularmente, e Witvrouw et al. (2003) mostra uma relação clara entre a diminuição da flexibilidade dos ísquio-tibiais e as lesões musculares em jogadores belgas, profissionais de futebol.

2.3.2.5. FADIGA E DEFICIENTE CONDIÇÃO FÍSICA

Observações clínicas mostraram que lesões dos músculos ísquio-tibiais são mais comuns no final dos jogos ou treinos (Massada, 1989; Hawkins & Fuller 1999; Woods et al., 2004).

A fadiga pode induzir alterações fisiológicas dentro do músculo reduzindo a capacidade de gerar força e resistência (*manter um nível elevado de contractilidade ao longo do tempo*), bem como alterar a coordenação, técnica e concentração, predispondo o jogador para a lesão (Devlin, 2000,

Soares, 2007). Croisier (2004) sugeriu que as alterações cinemáticas na corrida podem ser consequência de fadiga, aumentando a carga de trabalho dos músculos estabilizadores à volta da pelve, aumenta a extensão do joelho na fase de balanço da passada por falência dos ísquio-tibiais. Esta alteração não só tem repercussões negativas na performance em sprint, como aumenta o risco de hiperextensão expondo assim o atleta a uma subsequente lesão (Soares, 2007). Essa carga de trabalho em consequência da fadiga provoca claramente uma diminuição acentuada da actividade eléctrica no BF (Rahnama et al., 2006). Esta falência funcional precoce do BF coloca este músculo em situação de maior risco, dado deixar de responder eficazmente, seja na relação sequencial contracção – relaxamento, seja em termos de capacidade de absorver energia por silenciamento de muitas unidades motoras (Soares, 2007). Além disso, a inadequada pré-época ou fases intermédias da época desportiva e os períodos de treino que permitiram um défice de condição física, resultante de deficientes adaptações neuromusculares, diminuição da flexibilidade e massas musculares inactivas ou cansadas, além de uma descoordenação motora, podem contribuir para um aumento da taxa de lesões dos músculos ísquio-tibiais (Massada, 1989; Arnason et al., 1996, Hawkins & Fuller, 1999; Heidt et al., 2000).

Na Dinamarca, a época futebolística inicia-se no Outono, tal como no resto da Europa Ocidental, enquanto na Suécia tem início na Primavera. Na Dinamarca, a pré-época dura cerca de 4 semanas, a partir da segunda metade de Julho, e existe uma fase intermédia da época desportiva focada no treino desde o final de Dezembro a Fevereiro. Na Suécia, a pré-época dura 12/16 semanas, geralmente a partir de Dezembro a Março. Existem autores que defendem que a pré-época permite mais tempo a ser dedicado ao fortalecimento muscular e condicionamento geral. Durante a época, de facto, a incidência de roturas musculares dos ísquio-tibiais nas equipas dinamarquesas foi quase duas vezes maior que nas equipas suecas (Hagglund et al., 2005).

2.3.2.6. COMBINAÇÃO DE VÁRIOS FACTORES DE RISCO

Devido à confusão e resultados mistos em relação aos factores de risco

das roturas musculares dos ísquio-tibiais, Worrell (1994) propôs um modelo teórico para estas lesões, a fim de considerar a complexa interacção entre factores etiológicos. Worrell (1994) concluiu que uma combinação de anomalias (*resistência, flexibilidade, de aquecimento, fadiga*) aumenta o risco da rotura muscular dos ísquio-tibiais e, portanto, os protocolos de reabilitação devem especificar e incidir sobre cada um destes factores. Devlin (2000) sugere que pode haver um limiar de uma etiologia multifactorial que produz uma lesão, ou alguns factores podem levar os ísquio-tibiais a serem mais predispostos para lesões do que outros músculos.

2.3.3. MECANISMOS DE LESÃO

O músculo esquelético é constituído por um tecido contráctil tendino-aponevrótico com um esqueleto. Nos longos músculos da coxa, a disposição das fibras curtas cria uma grande força isométrica, mas uma fraca velocidade de variação comprimento e encurtamento. A transição mioaponevrótica e miotendinosa, onde a rigidez do tecido conjuntivo se opõe ao tecido muscular, é a parte mais fraca do músculo, sendo a região mais frequentemente exposta a lesões musculares (Espregueira-Mendes & Arce, 2006).

A fim de evitar lesões dos ísquio-tibiais, é importante estabelecer o modo como elas acontecem (Petersen & Hölmich, 2005).

As lesões dos ísquio-tibiais são geralmente por não – contacto e ocorrem geralmente durante a execução do sprint e corrida (Woods et al., 2004). Estudos experimentais e clínicos têm demonstrado que as lesões dos ísquio-tibiais geralmente ocorrem na JMT (Garrett et al., 1989; Noonan & Garrett, 1992; Klingele et al., 2002). As lesões miotendinosas em laboratório, demonstraram que unidades miotendinosas submetidas a esticar biomecanicamente falham na JMT (Garrett et al., 1987). Isto é verdade para a rápida e lenta taxa de tensão no músculo, com fibras de diferentes arquitecturas. Além disso, na localização da JMT, falha a activação máxima com e sem fibra muscular por estimulação do nervo motor (Garrett et al., 1989, Klingele et al., 2002).

Durante a acção do sprint e corrida, os músculos ísquio-tibiais tornam-se altamente activos na parte final da fase de balanço quando trabalham excentricamente para desacelerar o balanço da tibia e controlar a extensão do joelho: nesta fase, os ísquio-tibiais desenvolvem uma tensão enquanto alongam (Stanton & Purdam 1989; Thelen et al., 2005; Petersen & Hölmich, 2005). Após a fase de balanço, os ísquio-tibiais permanecem activos até à posição da fase inicial, quando trabalham concentricamente como uns extensores activos da pelve (Stanton & Purdam 1989). Tem sido sugerido que é durante esta rápida transição entre a função excêntrica e concêntrica dos ísquio-tibiais que a activação máxima se aproxima do pico de extensão, e que fica mais vulnerável à lesão (Petersen & Hölmich 2005).

Os jogadores de futebol realizam o equivalente a 54,1 desacelerações durante um jogo, em que 40,4% das desacelerações pós-acção do sprint são seguidas por fintas. Isto vale para o significado expressivo da gravidade excêntrica colocada nos músculos. Além disso, 12,6% dos sprints envolvidos são seguidos por uma fase de desaceleração imediatamente à acção do sprint ou corrida (Bloomfield et al., 2009). Estes acontecimentos implicam uma rápida mudança da função muscular excêntrica para a concêntrica (Verrall et al., 2001).

Askling et al. (2002) sugeriu que as roturas dos ísquio-tibiais podem ser de pelo menos dois tipos diferentes, que ocorrem a alta velocidade, como descrito acima, e as outras que ocorrem em posições extremas durante o alongamento de movimentos lentos. Os resultados de alguns estudos mostram que as lesões agudas dos ísquio-tibiais também podem ocorrer mesmo em câmara lenta, movimentos aparentemente bem controlados, exercícios de alongamento realizados até ao limite da ADM. Durante um jogo de futebol, 41,8% das travagens ocorrem após o jogador permanecer de pé, em marcha, a trote e durante outros movimentos heterodoxos. Isto sugere que os jogadores precisam de ser explosivos de pé ou em movimentos de câmara – lenta, a fim de realizar actividades de alta intensidade (Bloomfield et al., 2009).

Um mecanismo comum para a maioria das graves lesões dos ísquio-

tibiais é a rápida flexão da pelve durante a excêntrica ipsilateral⁷ extensão do joelho, lesão constante sofrida durante o tempo de queda (Blasier & Morawa, 1990; Sallay et al., 1996; Klingele & Sallay, 2002).

2.3.4. CLASSIFICAÇÃO

As lesões musculares ocorrem independente da velocidade ou direcção de tensão muscular e das diferenças de arquitectura. Tais lesões resultam em alterações ultra estruturais nas quais o rasgo das miofibrilas da banda Z causa a degradação proteica com a libertação dos iões das ligações proteicas⁸ levando ao edema⁹. (Woodley & Mercer, 2005).

O quadro clínico das lesões musculares depende da gravidade da lesão e da natureza do hematoma¹⁰. A rotura muscular muitas vezes resulta num grande hematoma, porque os vasos sanguíneos intramusculares estão rasgados. No músculo lesionado, dois tipos diferentes de hematomas podem ser identificados: (1) Intramuscular: o extravasamento de sangue no interior da fascia intacta muscular limita o tamanho do hematoma. Neste caso, o extravasamento de sangue aumenta a pressão intramuscular, que comprime e, finalmente, limita o tamanho do hematoma. Os achados clínicos são dor e perda de função; (2); intermuscular: desenvolve-se à volta da fascia muscular quando o músculo é rompido e o extravasamento de sangue espalha-se no espaço intermuscular sem um aumento significativo na pressão dentro do músculo. O paciente não sente grande dor, enquanto a pressão na área lesada não aumenta (Kujala et al., 1997; Järvinen et al., 2000; Järvinen et al., 2005).

As roturas musculares dos ísquio-tibiais vão desde pequenas roturas de algumas miofibrilas sem perda da integridade estrutural a uma rotura completa das fibras dos músculos ísquio-tibiais (Clanton & Coupe, 1998).

⁷ Ipsilateral ou ipsolateral - significa "que fica do mesmo lado", "que se manifesta do mesmo lado."

⁸ Ligação proteica - é o processo pelo qual substâncias endógenas ou exógenas se ligam a proteínas, peptídeos, enzimas, precursores proteicos ou compostos relacionados.

⁹ Edema - refere-se a uma acumulação anormal de líquido no espaço intersticial devido ao desequilíbrio entre a pressão hidrostática e osmótica.

¹⁰ Hematoma - define-se como uma colecção (ou seja acumulação) de sangue num órgão ou tecido, geralmente bem localizado e que pode dever-se a traumatismo, alterações hematológicas ou outras causas.

A fase inicial da lesão (*primeiras 24 horas*) é acompanhada por uma resposta hemorrágica ao redor da ferida das fibras musculares. Esta é seguida de alterações necróticas das fibras musculares lesadas, edema e um aumento no número de macrófagos na área (*24-48 horas*). Após 48 horas, como o número de células inflamatórias na área aumenta, verifica-se também uma intensificação da actividade fibroblástica (Narvani et al., 2006).

As roturas musculares são muitas vezes classificadas num dos três grupos, de acordo com a sua gravidade: leve (*grau I*), moderada (*grau II*) e grave (*grau III*) (Kujala et al., 1997; Järvinen et al., 2000; Järvinen, et al., 2005):

- Grau I representa uma pequena perturbação (*rotura*) da integridade estrutural da unidade miotendinosa (*menos de 5% do músculo envolvido*); pequeno edema, inchaço e desconforto, ou apenas mínima perda de força e restrição dos movimentos (*função*). No entanto, estas lesões podem ser constrangedoras para o atleta.
- Grau II representa uma rotura parcial em que algumas fibras permanecem intactas (*superior a 5% do músculo envolvido*) com ou sem lesão fascial, mas também com uma clara perda de força e restrição de movimentos (*função*). Na literatura relativamente as lesões dos ísquio-tibiais, por exemplo, isolado SM ou isolado BF a rotura é geralmente considerada como uma rotura parcial dos músculos ísquio-tibiais, pois todo o complexo (*o BF, o ST, e os SM*) não é rompido (Sallay et al., 1996, McGreor et al., 2008).
- Grau III é caracterizado por rotura completa da unidade miotendinosa, resultando numa perda total da função muscular. Nas lesões dos ísquio-tibiais, a rotura completa do grupo muscular dos ísquio-tibiais geralmente ocorre por lesão da completa avulsão da tuberosidade isquiática (Drezner, 2003; Narvani & Tsiridis, 2006).

Normalmente, as roturas musculares dos ísquio-tibiais ocorrem na JMT, mas estudos anatómicos têm demonstrado que o longo tendão proximal e distal dos ísquio-tibiais estende-se até ao ventre do músculo, e assim a forma alongada das JMTs (*junções miotendinosas*), quase todas as áreas ao longo

do curso do músculo podem ser lesadas (Garrett, 1996; Kujala et al., 1997; Woodley & Mercer 2005). Segundo estes, as lesões dos músculos ísquio-tibiais poderiam também ser categorizadas em proximal, intermédia e distal (Mann et al., 2007):

- Proximal – lesões dos ísquio-tibiais que afectam a fixação do tendão em sítios da tuberosidade isquiática e proximal JMTs (Klinge, & Sallay, 2002; Grege et al., 2008).
- Intermédia – lesões dos ísquio-tibiais afectam as JMTs e o ventre muscular, causando roturas intramusculares (Kujala et al., 1997; De Smet & Best 2000; Mann et al., 2007).
- Distal – lesões dos ísquio-tibiais que afectam a distal JMTs, tendões ou sítios da distal fixação do tendão (Sebastianelli et al., 1990; Alioto et al., 1997; Schilders et al., 2006).

2.3.5. PRINCÍPIOS DE AVALIAÇÃO DA LESÃO NO CAMPO

O processo de avaliação de uma lesão desportiva é baseado num método científico que envolve: (1) verificação e declaração do problema, (2) recolha de dados sobre o problema, e (3) criação e testes de hipóteses para resolver o problema (Booher & Thibodeau, 1994a).

A avaliação do atleta lesionado no campo envolve: (1) Avaliação da gravidade da lesão – estrutura / grau; (2) Avaliação do risco para continuar a jogar; (3) Aplicação imediata do tratamento adequado (*crioterapia, massagem, protecção/suporte, retirada do jogador do recinto de jogo*).

Acções imediatas ao atleta no local da lesão (ver Figura 3): (1) Observar; (2) Determinar se o atleta está consciente; (3) Perguntar – onde é a dor?; (4) Como aconteceu?; (5) O que sente agora?; (6) O que ouviu / sentiu no momento – estoiro, rotura, violenta sensação?; (7) Avaliação – olhar / sentir / mover.; (8) Movimento activo / passivo / contra-resistência.; (9) Pode levantar – se? (membro inferior lesado); (10) Pode continuar? (Betts, 2006).

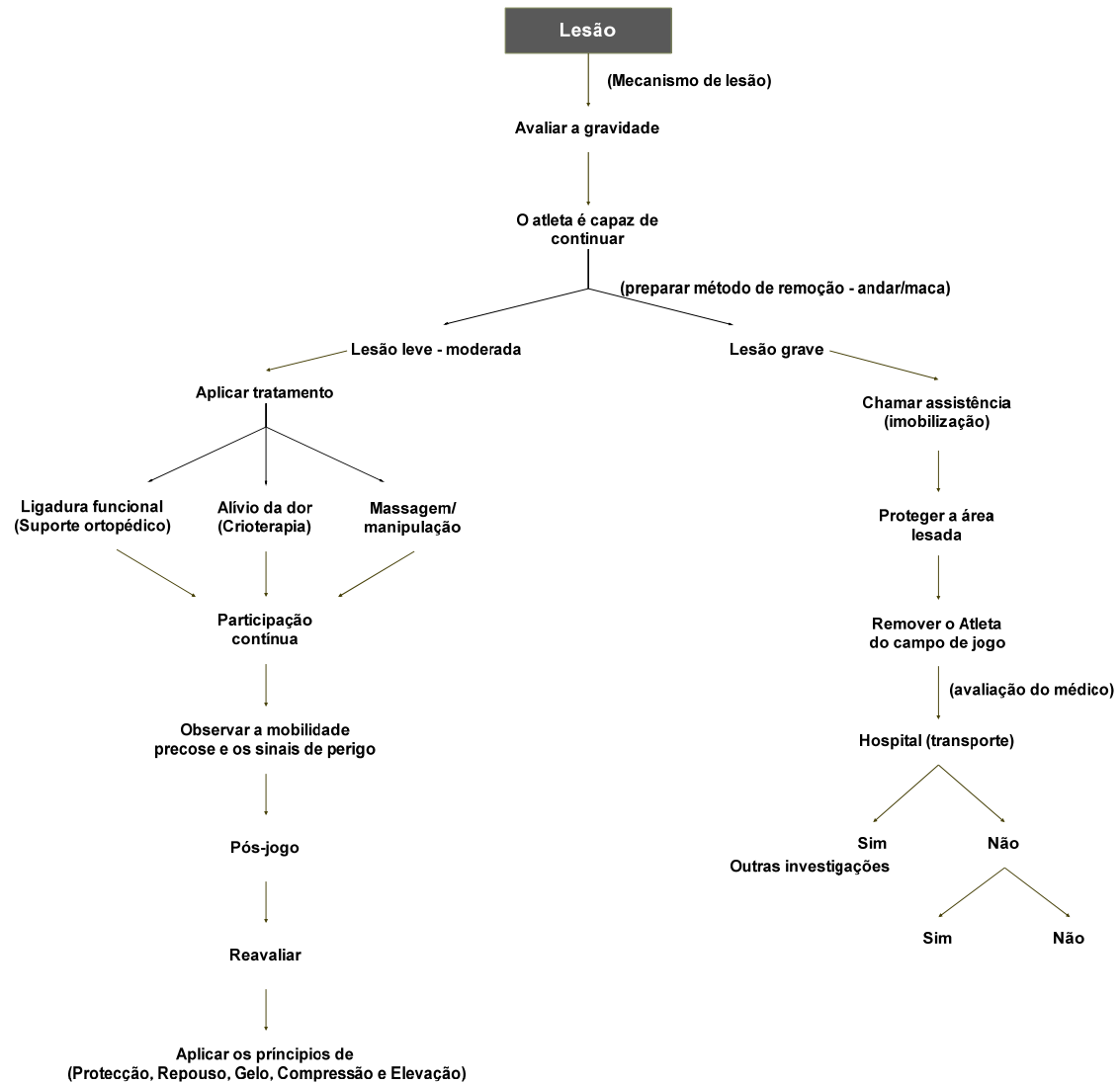


Figura 3 – Paradigma da avaliação da lesão no campo [adaptado Betts, (2006)]

2.3.6. SINTOMAS

No momento da lesão (ver Quadro 6), os jogadores tipicamente relatam um aumento de dor violenta e intensa na parte posterior da coxa. A claudicação por dor generalizada, sensibilidade no local da lesão e impotência funcional (*ADM diminuída*) é imediata, podendo o atleta cair. Dependendo da gravidade da lesão, o indivíduo pode ou não ser capaz de continuar a actividade e, ocasionalmente, não é capaz de suportar o peso sobre o membro afectado.

Inchaço e equimoses¹¹ são variáveis e podem prolongar-se por vários dias. Os movimentos passivos são dolorosos e a flexão activa do joelho contra a resistência é impossível. A palpação poderá detectar inicialmente uma tumefacção flutuante (Massada, 1989; Vetter & Hoch, 2008).

Raramente o atleta se queixa de sintomas de dormência, formigueiro, e fraqueza na parte distal. Se estes estiverem presentes, uma investigação mais aprofundada justifica-se na inflamação do nervo ciático (Vetter & Hoch, 2008). Rotura completa e avulsão proximal dos ísquio-tibiais podem causar ao redor do nervo ciático um grande hematoma ou tecido cicatricial (Street & Burks, 2000).

Gravidade	Sintomas	Sinais
Leve (1º grau)	Dor localizada, pequena dor no alongamento passivo e contracção activa nos músculos envolvidos; pequena incapacidade.	Pequeno espasmo, edema, equimose; sensibilidade local; pequena perda de função muscular e força.
Moderada (2º grau)	Dor localizada, dor moderada no alongamento passivo e contracção activa nos músculos envolvidos; incapacidade moderada	Moderado espasmo, edema, equimose; sensibilidade local; débil função muscular e força.
Grave (3º grau)	Dor forte; incapacidade.	Grande espasmo, edema, equimose, hematoma; perda da função muscular; defeito palpável pode estar presente.

Quadro 6 – Sintomas e sinais das roturas musculares [adaptado Clanton et al., (2003)]

2.3.7. EXAME FÍSICO

O edema e as equimoses podem não ser detectáveis durante vários dias após a lesão inicial, bem como a quantidade de sangramento, uma vez que dependem da gravidade da rotura. O sangramento numa rotura muscular dos ísquio-tibiais pode escapar através da rotura da fascia resultando numa equimose dentro do espaço interfascial, explicando a frequente equimose distal no local da lesão (Best, 1997). A parte posterior da coxa é inspeccionada para

¹¹ Equimose - é uma infiltração de sangue na malha dos tecidos. Surge com a rotura de capilares.

detectar defeitos visíveis e deformidades, assimetrias, edema e equimose. Os músculos ísquio-tibiais devem ser palpados no seu comprimento total, incluindo a fixação proximal perto da tuberosidade isquiática e distal na parte posterior do joelho. Um defeito palpável na região posterior da coxa, nos tecidos moles, no distal ventre muscular, indica uma lesão mais grave com uma possível rotura parcial ou total do músculo. A amplitude activa e passiva de movimento dos ísquio-tibiais deve ser testada e comparada com o lado contralateral. A ADM do joelho pode ser medida com a pelve a 90 graus em decúbito dorsal ou sentado. O défice de ADM do joelho e pelve é comum. Deve ser observado o ponto em que a dor limita a ADM (Vetter & Hoch, 2008).

A força muscular concêntrica e excêntrica e os testes dos ísquio-tibiais devem ser realizados tanto com o paciente sentado como inclinado. A fraqueza de flexão do joelho e extensão da pelve é comum. A assimetria dos ísquio-tibiais por vezes pode ser acentuada com a contracção muscular estática contra-resistência. (Vetter & Hoch, 2008).

Os resultados do exame neurológico devem ser normais excepto para o teste de força do grupo dos ísquio-tibiais, em casos raros, quando está associada uma inflamação do nervo ciático. Nestes casos, pode haver fraqueza, particularmente notável na flexão plantar, influenciada pela perda do reflexo do tendão de aquiles (Vetter & Hoch, 2008).

2.3.8. LIMITAÇÕES FUNCIONAIS

A maioria dos jogadores com uma rotura muscular dos ísquio-tibiais não tem défices residuais e regressa ao seu nível funcional anterior. No entanto, outros podem ter dificuldades com o andar ou correr, o tempo gasto com a recuperação atrasa o regresso à actividade desportiva. As roturas musculares cicatrizam lentamente e estão em alto risco de recidiva se o regresso à actividade desportiva for prematuro. Nas lesões mais graves, pode demorar até 1 ano para o regresso à competição; em alguns casos de rotura total, os jogadores nunca voltam ao nível funcional anterior (Salley et al., 1996).

2.3.9. DETECÇÃO/DIAGNÓSTICO

O diagnóstico da rotura muscular dos ísquio-tibiais começa com uma cuidadosa história da ocorrência da lesão, seguido por um exame clínico, consistindo na inspecção e palpação do músculo envolvido, bem como testar a amplitude e função do músculo lesionado com e sem resistência externa. O diagnóstico é fácil quando uma típica história de rotura muscular é acompanhada de provas objectivas de inchaço e / ou equimoses distais à lesão (Järvinen et al., 2007). Mas muitas das vezes, é difícil analisar com detalhe uma rotura muscular devido à dor e sensibilidade, pelo que a recomendação geral é dar seguimento à inspecção minuciosa com um novo exame clínico, no dia após à ocorrência da lesão. Quando existe suspeita de rotura total, o atleta deve imediatamente ser encaminhado para o tratamento hospitalar. Hematomas pequenos e profundos dentro do ventre muscular podem ser mais difíceis de diagnosticar clinicamente, mas técnicas de imagem tais como ultra-sonografia (US), tomografia axial computadorizada (TAC) ou ressonância magnética (RM) fornecem meios úteis para verificar e caracterizar com maior precisão a lesão (Kujala et al., 1997; Järvinen et al., 2007). Um raio-X é obrigatório no diagnóstico de uma lesão muscular. A ultra-sonografia é considerada a primeira escolha da técnica de imagem para o diagnóstico. O exame deve ser realizado entre 2 e 48 h após a lesão muscular para detectar e avaliar a extensão do hematoma, descontinuidade das fibras musculares, músculo aponevrótico, ou rotura miotendinosa (Kujala et al., 1997; Espregueira-Mendes et al., 2006; Narvani & Tsiridis, 2006; Dicky et al., 2007). A imagem por ressonância magnética (*IRM*) pode confirmar com precisão / excluir a existência de lesão muscular fornecendo com muito detalhe a caracterização da lesão, uma vez que é um exame altamente sensível e específico para o diagnóstico da lesão muscular (Järvinen et al., 2007). As indicações de *IRM* são: o estudo dos músculos profundos; o grau da lesão; os músculos que estão envolvidos; o desacordo entre o exame clínico e a ultra-sonografia; o nível profissional do perito (Espregueira-Mendes et al., 2006; Narvani & Tsiridis, 2006).

Existem opiniões diferentes quanto ao valor de um exame clínico, quando se trata de prever a duração do tempo necessário para o regresso à actividade desportiva. Uma determinação clínica do local da lesão, a classificação da região da parte medial posterior da coxa em superior, média, ou inferior, tem por exemplo demonstrado não ser uma mais valia na enunciação de um prognóstico na rotura muscular dos ísquio-tibiais (Verall et al., 2003). Por outro lado, o exame clínico, incluindo o registo da dor e o défice da ADM mostrou ser mais útil para predizer o tempo de recuperação após uma rotura muscular dos ísquio-tibiais (ver Quadro 7) (Schneider-Kolsky et al., 2006).

Grau	Dor e contractura	Inchaço e derrame	Perda de amplitude de movimento	Perda de função	Tempo de recuperação (dias)
Primeiro	+	Mínimo	Mínima	Mínima	7-20
Segundo	++	Moderado	Significativa	Significativa	21-50
Terceiro	+++	Extensivo	Grave	Completa	60-180

Quadro 7 – Quadro clínico e funcional das roturas musculares [adaptado Tornesse et al., (2006)]

O Quadro 8 apresenta um panorama dos estudos anteriores sobre roturas musculares dos músculos ísquio-tibiais verificadas por técnicas de imagem, enumerados no que diz respeito ao tamanho da amostra, grau da lesão, imagiologia e tempo de realização após a lesão, músculos e regiões envolvidas e tempo de regresso à actividade desportiva. Encontramos sete estudos que foram realizados na AFL (*Australian Football League*), o que não é surpreendente, uma vez que as roturas musculares dos ísquio-tibiais são a lesão mais comum, resultando num grande número de dias perdidos durante uma época. Na maioria dos estudos a ressonância magnética foi realizada num prazo de 10 dias após a lesão e mostrou que a longa porção do BF foi o músculo afectado com mais frequência. Também foi claramente demonstrado que a maioria das lesões foi situada proximalmente e envolveu a junção miotendinosa. O regresso à competição só foi referido em 6 dos estudos e variou de 3 a 4 semanas (*média*), mas os critérios para o regresso ao jogo não

foram apresentados de forma clara e / ou diferiu entre os estudos (Askling, 2008).

2.3.10. PROGNÓSTICO

Fazer previsões exactas de recuperação de tempo é essencial em todas as lesões. Não menos importante no caso das roturas musculares dos ísquio-tibiais, onde a prolongada recuperação e recidivas são comuns (Slavotinek et al., 2002; Conell et al., 2004; Gibbs et al., 2004; Schneider-Kolsky et al., 2006).

Como mencionado acima, existem indícios que a situação da lesão, bem como a sua localização, são factores importantes a considerar para se fazer uma estimativa de tempo acerca do regresso à competição (Askling, 2008). Foi demonstrado que o tamanho da lesão está associado ao tempo de regresso ao nível pré-lesão (Slavotinek et al. 2002; Conell et al., 2004; Gibbs et al., 2004).

Uma pesquisa recente indicou que os resultados dos testes clínicos de IRM podem ser vantajosos no prognóstico do tempo de reabilitação, pelo menos no caso das lesões leves e moderadas dos ísquio-tibiais em jogadores da AFL (*Australian Football League*) (Schneider-Kolsky et al., 2006).

Em termos numéricos, é preferível ter uma média de recuperação de rotura muscular dos ísquio-tibiais num jogador de futebol que regressa à competição desportiva em 3 semanas e com uma taxa de sucesso de 90% (*no primeiro jogo*), do que uma média de 8 semanas de recuperação ainda que com uma taxa de sucesso de 95% para 100% (Orchard et al., 2005).

Quadro 8 - Resumo dos estudos sobre roturas musculares dos ísquio-tibiais realizados na AFL (*Australian Football League*) verificada por técnicas de imagem [adaptado Askling, (2008)].

Autor, Ano	Amostra	Grau	Tempo de realização da imagem após a lesão	Músculo (s) lesado	Região (s) envolvidas	Tempo de regresso à competição
Slavotinek et al. 2002	30 Jogadores da AFL	1º Grau; 2º Grau.	IRM Intervalo de 6 dias	21 BFip; 5 BFcp; 9 ST.	28 JMT	13-48 Dias 4 Semanas (média)
Koulouris et al. 2003	154 Atletas - maioria jogadores da AFL	1º Grau; 2º Grau; 3º Grau.	IRM e/ou US Intervalo de 10 dias	124 BF 21 SM 9 ST	98 JMT	nd

Verall et al. 2003	68 Jogadores da AFL	1º Grau.	IRM Intervalo de 6 dias	49 BF 14 ST 5 SM	nd	27 Dias 4 Semanas (média)
Conell et al. 2004	42 Jogadores da AFL	1º Grau; 2º Grau.	IRM Intervalo de 3 dias	35 BF 3 SM 2 ST 2 lc	22 JMT 15 MF	4-56 Dias 4 Semanas (média)
Gibbs et al. 2004	17 Jogadores da AFL	1º Grau;	IRM Intervalo de 3 dias	8 BF 5 BF+ST 2 ST 2 SM	nd	20 Dias 3 Semanas (média)
Schneider-Kolsky et al. 2006	40 Jogadores da AFL	1º Grau; 2º Grau.	IRM Intervalo de 3 dias	nd	nd	7-28 Dias 3 Semanas (média)
Koulouris et al. 2007	31 Jogadores da AFL	1º Grau; 2º Grau.	IRM Intervalo de 3 dias	26 BFfp 3 SM 2 ST	16 JMT	26 Dias 4 Semanas (média)

nd – não disponível; IRM – Imagem por ressonância magnética; UT – ultra-sonografia;
JMT – junção miotendinosa; MF – miofascial; BF – bicipite femoral; BFfp – bicipite femoral longa porção;
BFcp – bicipite femoral curta porção; ST – semitendinoso; SM – semimembranoso;
lc – lesão conjunta, i.e, mais de uma lesão muscular envolvida; AFL - Australian Football League

2.3.11. ORGANIZAÇÃO DA EQUIPA TÉCNICA E O SEU PAPEL NA RECUPERAÇÃO DA LESÃO

O processo de recuperação envolve toda a equipa técnica (ver Figura 4) (*médico, fisioterapeuta, preparador físico, treinador e atleta*) que interagem reciprocamente através do intercâmbio de conhecimentos, experiências e informações (*resultado dos testes*) que vão desde a escolha do tratamento de reabilitação até à decisão de regressar em pleno à competição desportiva (Betts, 2006).

A elaboração do programa de recuperação de uma lesão é organizada por uma equipa técnica, geralmente multi profissional (ver Figura 5) (Volpi, 2006):

- a) Médico:** (1) Define o processo de diagnóstico, tratamento (*cuidados imediatos e posteriores*) não-operatório, cirurgia, gestão de reabilitação; (2) acompanha o curso da lesão e certifica-se que a eficácia das medidas terapêuticas está a ser aplicada: reabilitação, repouso activo, recuperação, reinício da actividade desportiva.
- b) Fisioterapeuta:** (1) Colabora no tratamento e na recuperação; (2) tem por

objectivo restaurar os movimentos e funções comprometidas depois de uma lesão.

- c) Preparador físico ou recuperador físico tem três objectivos a seguir em diferentes áreas de trabalho de campo: (1) completa recuperação desportiva; (2) um aumento na resistência, força muscular, coordenação, e outras capacidades; (3) adaptação a exercícios específicos com bola.

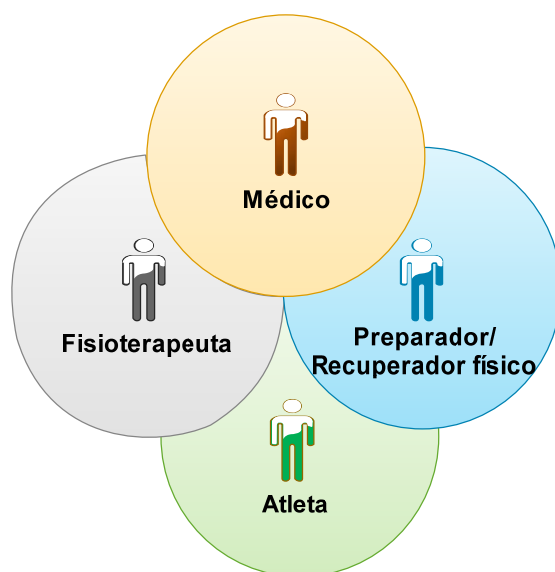


Figura 4 – Intercâmbio de informação dos componentes da equipa técnica

No caso das lesões musculares, a cura clínica alcançada através de procedimentos de reabilitação ou cirurgia não é suficiente para garantir um pleno reinício desportivo e deve-se, então, procurar uma cura funcional. Por outras palavras, os processos de cura devem ser adaptados às especificidades exigidas por cada desporto. A cura clínica e indicação médica de regresso à actividade são o prelúdio de três períodos: trabalho de campo diferenciado, trabalho de campo com o resto da equipa, e regresso à competição (Volpi, 2006).

O trabalho de campo com o resto da equipa marca a plena recuperação da função. Guiado pelo preparador /recuperador físico, o jogador irá participar em exercícios tácticos da equipa, ficando apto a participar em jogos menos

importantes e amigáveis. O retorno ao campo de futebol corresponde a uma plena participação efectiva num jogo oficial. É o momento em que o jogador se sente verdadeiramente recuperado (Volpi, 2006).

2.3.11.1. PREPARADOR /RECUPERADOR FÍSICO

A preparação desportiva do jogador tem sido definida como "a arte e a ciência de prevenção e gestão de lesões em todos os níveis de actividade desportiva." O prestador de serviços da preparação desportiva é o preparador físico/recuperador físico (Booher & Thibodeau, 1994a).

O preparador físico é o profissional responsável por administrar e gerir a preparação geral e mobilidade física do atleta. Em geral, a sua actividade consiste em planear e realizar o treino com o objectivo que permita ao atleta alcançar a condição física ideal, para prevenir lesões ou regressar aos níveis de forma desportiva¹² antes da lesão (Booher & Thibodeau, 1994a). O preparador físico possui três importantes contextos de relação: técnico-preparador físico; médico-preparador físico; fisioterapeuta-preparador físico (Vretaros, 2002).

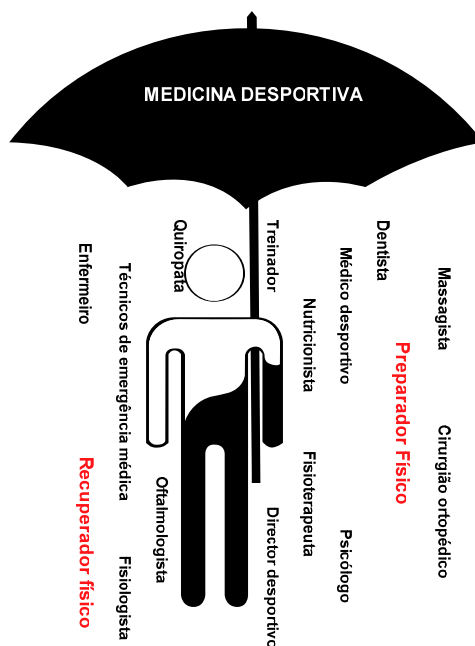
- Treinador – preparador físico: o preparador físico inserido neste contexto deve aproximar-se das acções desenvolvidas pelo treinador e auxiliá-lo nos casos em que a evolução técnica do atleta fica dependente da condição física. Deve discutir, analisar e avaliar com o treinador o sistema locomotor e criar condições de treino físico que propiciem uma evolução na característica técnica do jogador.
- Médico – preparador físico: o preparador físico deve dirigir-se constantemente ao médico desportivo para obter informações inerentes às causas das lesões apresentadas pelos atletas e traçar estratégias de prevenção.

¹² O conceito de forma desportiva é um conceito amplo que não se pode limitar à capacidade de rendimento durante um momento muito limitado do período de treino como é a competição. Portanto, a forma desportiva pós-lesão caracteriza-se por um estado de treino em que o desportista pode participar em competições com êxito (Manso, 1996).

- Fisioterapeuta – preparador físico: o fisioterapeuta transmite ao preparador físico os dados em relação ao comportamento do atleta durante as fases da reabilitação. Após o “OK” clínico do médico, contribui com o preparador físico para a elucidação de situações típicas pós-reabilitação, tais como: manifestações de algia, re-assimilação das acções motoras, prevenção de desequilíbrios musculares acentuados e melhoria na ADM.

O recuperador físico segundo NATABOC (*National Athletic Trainers' Association Board of Certification*), é um profissional altamente qualificado na avaliação, gestão e recuperação de lesões desportivas, e que tem desenvolvido uma posição junto da equipa de medicina desportiva. O seu papel e competências são classificados em seis grandes "domínios" (ver Quadro 9): (1) prevenção; (2) identificação e avaliação; (3) gestão / tratamento; (4) reabilitação; (5) organização e administração; (6) educação e aconselhamento. As competências identificadas dentro de cada um destes grandes domínios são ainda classificadas em objectivos comportamentais: (1) cognitivo (*conhecimento e habilidades intelectuais*); (2) psicomotor (*habilidades motoras e manipulativas*); (3) afectivo (*atitudes e valores*). Cada uma destas áreas é importante, e todas estão interligadas. Um recuperador físico deve ser capaz de combinar a informação médica e científica nas áreas de anatomia, fisiologia, cinesiologia, psicologia, fisiologia do exercício, saúde, física, nutrição e primeiros socorros com uma vasta gama de habilidades práticas complexas. Além disso, deve ter um conhecimento profundo sobre a modalidade desportiva (*futebol*), interesse no trabalho com atletas e deve possuir óptimas competências de comunicação e de liderança. O recuperador físico já não é um "mestre de tudo, mestre de nada", mas um profissional que deve ser proficiente em várias competências (Boother & Thibodeau, 1994a; Turocy, et al., 2000).

Figura 5 – Medicina desportiva é um termo abrangente e inclui todos os profissionais que estão preocupados com a melhoria da saúde e da performance dos atletas [adaptado Booher & Thibodeau, (1994a)]



COMPETÊNCIAS DO RECUPERADOR FÍSICO		
Prevenção	Identificação e avaliação	Gestão e tratamento
Exames de Pré-participação Participa no historial médico dos atletas (exames/rastreios físicos dos atletas) Condição desportiva Adequa a cada caso específico Observar atletas Reconhece problemas e lesões leves Avaliação técnica Reconhece uma lesão Determina a gravidade da lesão Observa o regresso à actividade Estratégias de reabilitação Previne recidiva Reforça anterior área lesada	Exames Identifica e observa o historial do atleta Examina o estado físico do atleta Palpação Procedimentos de movimentos Neurológico Circulatório Palpação	Primeiros socorros Aplica os princípios (protecção, repouso, gelo, compressão e elevação) Tratamentos Aplica as modalidades terapêuticas e os programas de exercícios Avaliação técnica Avalia os efeitos do tratamento através dos sinais e sintomas
Reabilitação	Organização e administração	Educação e aconselhamento
Amplitude de movimento Força muscular Resistência muscular Coordenação de movimentos Actividades funcionais Resistência cardiovascular Avaliação técnica Avalia os efeitos do programa de reabilitação	Ficheiro de registos Guarda o registo das lesões e o respectivo tratamento específico Gestão Inspeciona, e assegura a protecção e higiene das lesões Equipamento e materiais Compra e mantém Serviços de cuidados de saúde Participa na equipa médica desportiva	Anteriores lesões e estado actual Historial médico Requisitos necessários do desporto em causa Problemas pessoais do atleta ou relacionados com o clube

Quadro 9 – Várias competências do recuperador físico [adaptado Booher & Thibodeau, (1994a)]

Em resumo, o preparador/recuperador físico deve desenvolver conhecimentos e competências em cada uma destas funções, para providenciar uma óptima assistência aos atletas. Uma vez que é extremamente importante para quem tem responsabilidades junto da área médico desportiva. (Boother & Thibodeau, 1994a).

2.3.12. RECIDIVA

No futebol a recidiva é a complicação mais comum das roturas musculares dos ísquio-tibiais, representa 12-14% das roturas encontradas (Dadebo et al., 2004; Woods et al., 2004), o que a torna uma das lesões mais frustrantes para atletas, treinadores, médicos, fisioterapeutas e preparadores/recuperadores físicos (Woods et al., 2004; Peterson & Holmich, 2005).

Para as roturas musculares dos ísquio-tibiais, na verdade para todas as roturas musculares, o programa de reabilitação pós-lesão é um factor importante na tentativa de evitar uma recidiva (Verrall et al., 2009). Isto deve-se à observação de que o mais importante factor de risco para as lesões musculares dos ísquio-tibiais é a lesão anterior (Orchard, 2001; Häggglund et al., 2006). Daí muitas lesões dos ísquio-tibiais serem realmente recidivas, tornando assim importantes os componentes do programa inicial de reabilitação na prevenção de lesões novas ou de recidivas dos ísquio-tibiais (Verrall et al., 2009).

Apesar das nossas impressões clínicas de que uma rotura muscular (*I ou II grau*) poderá ser resolvida através de um programa de reabilitação adequado em 2-3 semanas, investigação recente demonstra que após esse período ainda está em curso a regeneração muscular na presença de formação do tecido cicatricial maduro. A maior susceptibilidade do longo período para a recidiva decorre durante a primeira semana após o regresso, persistindo um aumento significativo do risco de reincidência por muitas semanas após o regresso ao jogo (*22 semanas*) (Orchard & Best, 2002). O risco de recidiva cai para menos de 4%, após o atleta ter jogado oito jogos. Em muitos casos, esse período pode ser de 3 meses a partir do início da lesão (Verall et al., 2009).

2.3.13. REABILITAÇÃO E TRATAMENTO

Existe uma falta de investigação clínica sobre a eficácia dos diversos programas de reabilitação das roturas musculares dos ísquio-tibiais (Sherry & Best, 2004), e poucas evidências quanto à intensidade, duração e calendarização para qualquer exercício que é introduzido no período imediato pós-lesão (Verall et al., 2009). Tem existido falta de consenso quanto à forma como as roturas dos músculos ísquio-tibiais devem ser eficazmente tratadas, pelo que uma abordagem multidisciplinar tem sido recomendada (Worrell, 1994; Kujala et al., 1997; Croisier, 2004; Peterson & Holmich, 2005).

A reabilitação das roturas musculares dos ísquio-tibiais deve ter como objectivo não só restabelecer a mesma condição atlética antes da lesão, mas também, um aprimoramento e um fortalecimento desta condição, a fim de tentar evitar uma recidiva ou uma nova lesão. Dependendo da natureza e das condições em torno da lesão, a reabilitação exige um programa progressivo e sistemático que desenvolva a ADM, a força muscular e a resistência, a flexibilidade muscular, a propriocepção, a agilidade, a coordenação de movimentos, as actividades funcionais, e a resistência cardio respiratória (Booher & Thibodeau, 1994a; Werner, 2006). Embora cada uma destas fases se sobreponham, o máximo desenvolvimento de qualquer fase exige o prévio desenvolvimento da fase anterior (Booher & Thibodeau, 1994a).

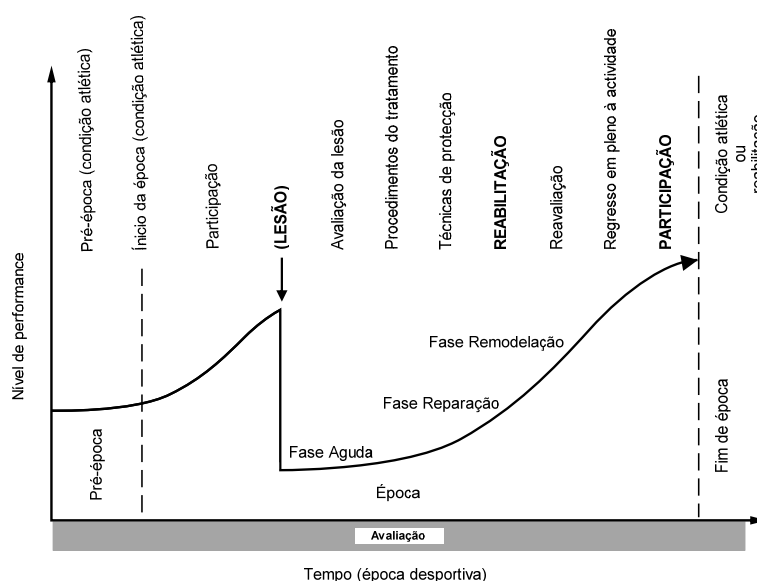


Figura 6 – Efeito da lesão desportiva na performance [adaptado Booher & Thibodeau, (1994a)]

A Reabilitação é o restabelecimento da forma e da função normal após uma lesão. A reabilitação desportiva é a recuperação de um atleta lesionado ao seu mais alto nível de funcionalidade no menor tempo possível, o que inclui uma completa condição atlética / manutenção do sistema locomotor que ocorre concomitantemente com a restauração da área lesada. Pois só assim o atleta pode satisfazer as exigências físicas da actividade desportiva quando regressa (ver Figura 6) (Booher & Thibodeau, 1994a). A paragem da actividade desportiva num atleta de alta competição, mesmo que seja muito curta, custa-lhe a perda de meses da sua condição atlética anteriormente adquirida. Nesta situação, o atleta poderá executar todos os exercícios que lhe permitam a imobilização da área lesada, desde que o não coloquem em risco ou façam perigar o tratamento da lesão inicial (Massada, 1989).

Todos os intervenientes no processo de recuperação devem estar habilitados para desenvolver programas para reabilitar eficazmente o atleta no mais breve período de tempo, sem o colocar em risco. Assim, devem actuar de tal forma que permita ao organismo executar as suas funções de reparação tecidual dentro dos padrões fisiológicos normais, assegurando ao atleta o regresso à actividade desportiva em moldes que lhe permitam obter as performances anteriores (Massada, 1989; Booher & Thibodeau, 1994a).

O tratamento deve ser destinado tanto a nível local da rotura dos ísquio-tibiais como a nível não local da deficiência funcional ou no factor etiológico responsável pela sobrecarga, a causa da lesão, se for esse o caso (Hoskins & Pollard, 2005). A partir dos dados recolhidos, deve-se determinar e iniciar o processo de acção adequado. Isto inclui tratamento, estratégias de reabilitação, e regresso à actividade desportiva. Ao longo de todo o processo, deve-se avaliar continuamente os resultados desta acção. O atleta está a melhorar ou a piorar? Porquê? O que pode ser feito para melhorar ou aumentar a recuperação do atleta? Durante todo o processo deve-se modificar ou ajustar o plano de acção nesse sentido (Booher & Thibodeau, 1994a). O tratamento de uma lesão desportiva é um processo que pressupõe três etapas: (1) exame dos sinais e sintomas, (2) aplicação de rotinas do tratamento, e (3) avaliação dos efeitos destas técnicas sobre os sinais e sintomas da lesão. Este ciclo continua

ao longo do tratamento, ou seja, da avaliação, do tratamento e da reavaliação. Se um atleta tem de regressar à actividade desportiva no mais breve período de tempo, não pode haver atraso numa avaliação rigorosa e devidamente instituída num programa de tratamento (Booher & Thibodeau, 1994a).

2.3.14. PROCESSO INFLAMATÓRIO

Após uma rotura muscular, desencadear-se-á no local um fenómeno complexo conhecido como processo inflamatório.

O processo inflamatório tem início poucos minutos após uma lesão. A inflamação é uma resposta básica do tecido vascularizado sobre um agente nocivo, quer seja de origem física, bacteriana, térmica ou química. Esta resposta inespecífica foi concebida para ser o corpo do mecanismo de defesa contra a lesão, independentemente das causas. No futebol a causa mais frequente de inflamação é a lesão física (Booher & Thibodeau, 1994b). O processo inflamatório é um processo evolutivo caracterizado por: (1) remoção do tecido lesado; (2) disponibilização de todos os processos para a reparação; (3) regeneração; (4) formação de novos tecidos (Soares, 2007). O objectivo do processo inflamatório é triplo: (1) para localizar a extensão da área lesada; (2) para afastar tanto o corpo como um todo e a lesão de resíduos resultantes provocados pela lesão inicial e resposta secundária; (3) para melhorar a cicatrização (Booher & Thibodeau, 1994b).

Numa rotura muscular, não só as miofibrilas, mas também as bainhas envoltórias (*epimísio*, *perimísio*, *endomísio*) são rasgadas (Kalimo et al., 1997). O processo de reparação de uma rotura muscular pode ser dividido em três fases: fase aguda, fase de reparação e fase de remodelação (Booher & Thibodeau, 1994b; Järvinen et al., 2000; Järvinen et al., 2005).

- (1) Fase de resposta inflamatória aguda vascular ou substrato: caracterizada pela rotura e subsequente necrose das miofibrilas, a formação de um hematoma entre os cotos da rotura muscular e a reacção inflamatória das células.

Células satélites¹³ entram no local da rotura através dos vasos sanguíneos rasgados. Uma rede delicada de fibrina é estabelecida, o que irá marcar o local para a deposição de colagénio (Kuschel, 2000). Esta rede é muito frágil e precisa de ser protegida para evitar perturbação, que pode prolongar o processo de cicatrização (Hunter, 1998).

Há hemorragia no tecido, as citocinas são libertadas, e isso atrai macrófagos e leucócitos para o local da rotura (Scoot et al., 2004). Estas células inflamatórias têm uma dupla função, remover as células residuais e reparar o tecido (Kuschel, 2000; Scoot et al., 2004). Estas células aumentam em número com a circulação e diminuem com a imobilização (Toumi & Best, 2003; Scoot et al., 2004).

(2) Fase de reparação e regeneração ou fibroblástica: consiste na fagocitose do tecido necrosado, na regeneração das miofibrilas, e na produção concomitante de uma cicatriz de tecido conjuntivo, assim como no crescimento de capilares para o interior da área lesada;

O maior aumento na força de tracção ocorre durante esta fase, como resultado da acumulação de colagénio. Inicialmente é depositado colagénio tipo III; o colagénio tipo I apenas se evidencia mais tarde. Tal como o colagénio tipo I é depositado, assim também a força de tracção da cicatriz aumenta. O resultado deste processo é uma massa pequena de tecido conjuntivo. O tamanho da cicatriz é maior quanto mais longo for o período de imobilização (Järvinen & Lehto, 1993; 2000; Järvinen et al., 2000; Järvinen et al., 2005).

Uma outra motivação para a rápida mobilização durante esta fase é que as duas extremidades intactas e as extremidades em regeneração das miofibrilas necessitam de aderir à matriz extra celular lateral para fornecer estabilidade à cicatriz e evitar que as extremidades dos músculos sejam

¹³ As células satélites são células germinativas ou pluripotenciais. Estas células são capazes de se diferenciar e se fundir para aumentar o número de fibras musculares existentes e formar novas fibras. Estão envolvidas no crescimento muscular normal, assim como na regeneração após lesão.

puxadas para longe umas das outras durante a contracção muscular. O stress mecânico é fundamental para que este processo possa ocorrer (Kääriäinen et al., 1998; Järvinen et al., 2000).

- (3) Fase de remodelação e maturação: consiste num período durante o qual ocorre a maturação das miofibrilas regeneradas, a contracção e a reorganização do tecido cicatricial e o restabelecimento da capacidade funcional do músculo reparado.

Esta fase só começa quando o colagénio a ser estabelecido (*síntese*) é igual à taxa do colagénio a ser absorvido (*lise*¹⁴). Nesta fase, o aumento da força de tracção, que é mais lento do que durante a fase de regeneração/reparação, é devido à formação de pontes cruzadas e não de colagénio adicional a ser depositado (Hunter, 1998; Järvinen et al., 2000; Järvinen et al., 2005). Além disso, as fibras de colagénio tendem a contrair durante esta fase. O objectivo desta contracção da cicatriz é juntar as duas extremidades da regeneração das miofibrilas até que elas se entrelaçam (*embora seja improvável que as extremidades se encontrem*) (Kääriäinen et al., 1998). Por essa razão, deve-se procurar a reabilitação e a recuperação da força, além do aumento da tensão na cicatriz. É importante notar que o local lesionado ainda está vulnerável neste momento e que o reforço adequado é fundamental para proteger a ferida (Järvinen et al., 2005).

As últimas 2 fases (*reparação e remodelação*) ocorrem frequentemente em simultâneo, e estão normalmente associadas ou sobrepostas (Kujala et al., 1997; Järvinen et al., 2000; Järvinen et al., 2005). A progressão equilibrada de ambos os processos é um pré-requisito para a óptima recuperação da função contráctil do músculo (Kalimo et al., 1997).

Porque as fases se sobrepõem e há muita variabilidade em cada lesão ou de indivíduo para indivíduo, a duração exacta de cada fase não é rigorosa (Booher & Thibodeau, 1994b).

¹⁴ A lise - é o processo de rotura ou dissolução da membrana plasmática ou da parede bacteriana, que leva à morte da célula e à libertação do seu conteúdo.

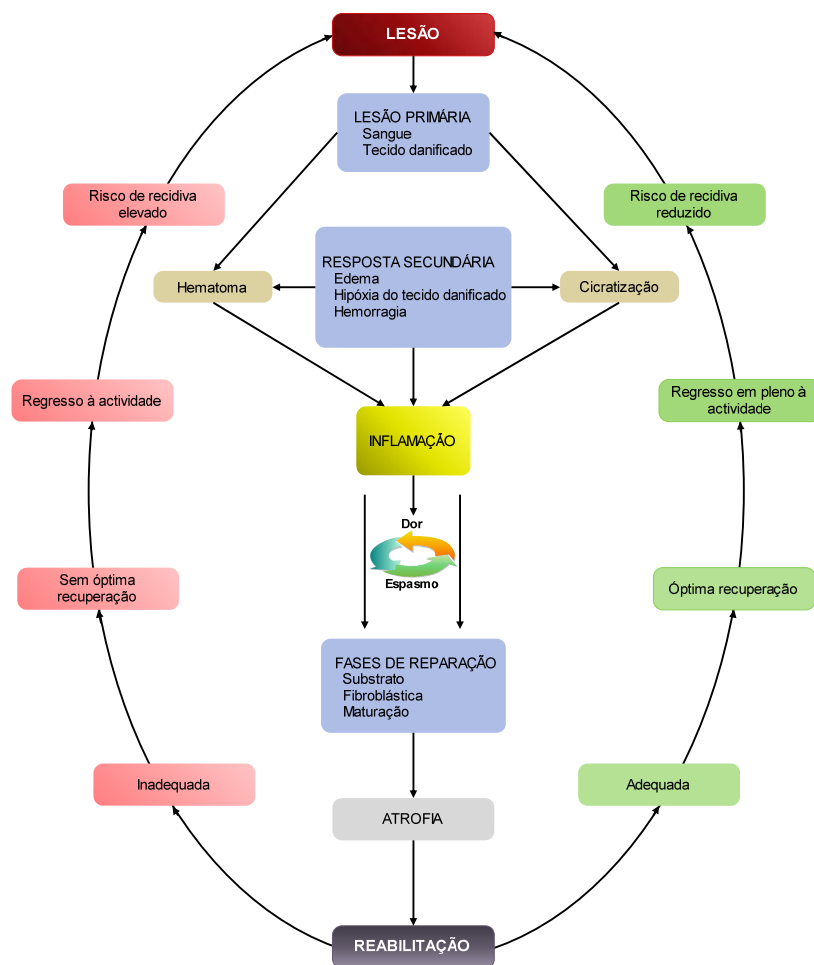


Figura 7 – Ciclo da lesão desportiva [adaptado Booher & Thibodeau, (1994b)]

2.3.15. REABILITAÇÃO E TRATAMENTO CONSERVADOR

A maioria dos programas de reabilitação é conservadora, adaptando-se ao grau da lesão, norteando-se pelo conhecimento de fundo do processo biológico e de cicatrização (Worrell, 1994; Kujala et al., 1997; Clanton & Coupe, 1998; Järvinen et al., 2000; Drezner, 2003; Croisier, 2004; Hoskins & Pollard, 2005; Peterson & Holmich, 2005; Järvinen et al., 2005; Järvinen et al., 2007; Verrall et al., 2009).

Worrell, (1994) propôs um programa de reabilitação baseado na teoria da resposta do tecido cicatricial. O programa de quatro fases teorizou que o alongamento e o fortalecimento progressivo do tecido lesionado contribuiriam para remodelar e alinhar as fibras de colagénio no tecido cicatricial.

A fase aguda consistiu em controlar a inflamação e o início do movimento do membro inferior no plano sagital. O período sub agudo consistiu em bicicleta estática, exercícios de resistência progressivos isolando os músculos ísquio-tibiais, e alongamento sem dor. A fase de remodelação consistiu em exercícios de resistência progressivos, contínuos e isolados, sobre os ísquio-tibiais, juntamente com exercício excêntrico e alongamento contínuo dos ísquio-tibiais. A fase funcional incluiu corrida, sprint, treinos específicos da modalidade e alongamento contínuo dos ísquio-tibiais (Worrell, 1994). Outros autores têm descrito programas similares (Kujala et al., 1997; Clanton & Coupe, 1998; Järvinen et al., 2000; Drezner, 2003; Croisier, 2004; Peterson & Holmich, 2005; Järvinen et al., 2005; Järvinen et al., 2007; Verall et al., 2009).

A conclusão desta abordagem mais conservadora não foi validada até este momento e continua por verificar se estas estratégias podem prevenir mais roturas musculares recidivas dos ísquio-tibiais (Verall et al., 2009).

2.3.15.1. FASE I (AGUDA) E TRATAMENTO: 1 – 7 DIAS

Esta é a fase de preparação para a cura. A fase inicial do tratamento após rotura muscular (*I e/ou II grau*) é controlar a hemorragia da rotura dos vasos sanguíneos e minimizar a reacção inflamatória e dor, o que inibe a função muscular (Malanga et al., 2005).

Clinicamente, o papel dos profissionais médicos durante esta fase será o de estabelecer um equilíbrio entre a pouca inflamação e a muita inflamação. Convém notar que os mediadores envolvidos na resposta inflamatória também são factores importantes envolvidos na cicatrização dos tecidos moles da rotura muscular. Assim, embora o objectivo seja o de controlar a resposta inflamatória, eliminá-lo completamente seria prejudicial para a cicatrização tecidual (Malanga et al., 2005).

As regras básicas aplicadas no tratamento inicial são: (1) repouso, (2) gelo, (3) compressão, (4) elevação (Massada, 1989; Worrell, 1994; Kujala et al., 1997; Clanton & Coupe, 1998; Järvinen et al., 2000; Drezner, 2003; Peterson & Holmich, 2005; Järvinen et al., 2005; Järvinen et al., 2007; Verall et

al., 2009). Isto irá prevenir a formação de um grande hematoma, que tem um impacto directo sobre o tamanho das cicatrizes no final da regeneração. Um pequeno hematoma e a limitação da acumulação do edema intersticial no local da rotura, também encurtam o período isquémico¹⁵ no tecido de granulação¹⁶, que, por sua vez, acelera a regeneração (Kujala et al., 1997; Järvinen et al., 2000).

2.3.15.1.1. IMOBILIZAÇÃO

A influência do repouso sobre a cicatrização das lesões músculo-esqueléticas pode estar relacionada com os efeitos da imobilização e da mobilização. A completa imobilização caiu em desfavor, porque resulta em atrofia muscular, perda de flexibilidade e força (Kujala et al., 1997; Clanton & Coupe, 1998).

A imobilização permite que o recém-formado tecido granulado atinja uma força de tracção suficiente para suportar as forças criadas pela contracção muscular, reduzir o tamanho do hematoma e, posteriormente, também a extensão do tecido cicatricial (Järvinen & Lehto 1993; Kujala et al., 1997; Järvinen et al. 2007). Embora, a curto prazo a imobilização seja benéfica na fase inicial da regeneração muscular, a longa imobilização provoca atrofia significativa das miofibrilas saudáveis e tem uma tendência para reduzir a força de tracção (Clanton & Coupe, 1998).

O melhor período de tempo de imobilização não foi bem definido para as roturas musculares, mas menos de 1 semana foi recomendado (Järvinen & Lehto, 1993). Durante o período de imobilização, o músculo deve ser mantido sob tensão para maximizar a resposta cicatrizante e limitar a contractura. Movimentos agressivos imediatamente após a lesão muscular resultam na formação de uma cicatriz densa que pode prejudicar a regeneração muscular (Clanton & Coupe, 1998).

¹⁵ Isquemia - é a falta de suprimento sanguíneo para um tecido orgânico. Como o sangue, através das hemácias (glóbulos vermelhos) é o responsável por levar o oxigénio às células, a isquemia dá origem à hipoxia.

¹⁶ Tecido de Granulação – é a parte mais característica do processo de cicatrização. Representa o novo tecido que cresce para preencher o defeito.

O repouso deve ser prescrito com cuidado, pois é importante que o atleta não se torne inactivo durante a reabilitação da lesão (Massada, 1989). A imobilização resulta em uma diminuição no funcionamento neuromuscular e na coordenação conjunta dos membros, colocando numa maior dependência os estabilizadores estáticos das articulações (*ou seja, os ligamentos*), colocando-os em maior risco de lesão (Malanga et al., 2005). Portanto, o termo adequado é o repouso relativo, o que significa que enquanto a área afectada está em descanso, o resto do corpo é exercitado (Massada, 1989). Em particular, o condicionamento cardiovascular deve ser mantido. Isto pode ser feito através de exercícios alternativos que permitem a protecção da área lesada, focando o sistema cardiovascular com a mesma intensidade, duração e frequência a que o atleta estava acostumado. Isto permite ao atleta manter a sua aptidão cardiovascular, enquanto a área lesada cura, permitindo um regresso seguro ao jogo (Reilly et al., 2003; Malanga et al., 2005).

2.3.15.1.2. MOBILIZAÇÃO

A mobilização precoce controlada, guiada pela tolerância da dor e iniciada 1 a 5 dias após a imobilização, pode permitir uma melhor regeneração, orientação e alinhamento da fibra muscular lesionada (Clanton & Coupe, 1998). A mobilização precoce é necessária para: (1) evitar a atrofia muscular; (2) melhorar a circulação no local da lesão, para conseguir os melhores resultados na reabsorção do tecido cicatricial, na recapilarização da área lesada, bem como uma melhor orientação e regeneração das fibras musculares (Järvinen & Lehto 1993; Kujala et al., 1997; Järvinen et al., 2007); (3) impedir ou diminuir aderências no tecido conjuntivo (Croisier, 2004); (4) manter ou restabelecer a força muscular e a resistência à fadiga, pois o enfraquecimento muscular é mais susceptível a novas lesões até que se recupere a capacidade normal de absorção de energia (Almekinders, 1993; Clanton & Coupe, 1998); (5) manter ou restabelecer a flexibilidade, uma vez que os alongamentos distendem o tecido cicatricial quando ainda está flexível e previnem a retracção funcionalmente incapacitante (Croisier, 2004); (6) manter ou restabelecer a

propriocepção e a coordenação conjunta dos membros, recuperando assim mais rapidamente com os primeiros movimentos (Kujala et al., 1997; Reilly, et al., 2003); (7) antecipar o regresso das propriedades mecânicas do músculo lesado e retornar mais cedo para o nível normal (Almekinders, 1993; Clanton & Coupe, 1998).

2.3.15.1.3. GELO

Os efeitos fisiológicos da inflamação, metabolismo, circulação e condução nervosa são produzidos pela terapia do frio, e a maioria destes efeitos são benéficos para o processo de cicatrização (Clanton & Coupe, 1998). O frio estimula os receptores de terminais nervosos livres, o que determina por via reflexa uma vasoconstrição inicial condicionada pela estimulação do tecido muscular liso que constitui as estruturas vasculares (Massada, 1989). Essa vasoconstrição, além de diminuir o grau de hemorragia, determina o aparecimento de uma isquemia sanguínea no local, limita a hipoxia tecidual secundária, a inflamação do tecido, altera a actividade enzimática para diminuir o metabolismo celular, limitando a extensão da área lesada da rotura muscular e os danos ao tecido inicial (Massada, 1989; Worrell, 1994; Kujala et al., 1997; Clanton & Coupe, 1998).

Se os estímulos disparados pela aplicação de frio se efectuarem por períodos prolongados, as estruturas tecidulares que recebem um débito de sangue inferior às suas necessidades energéticas fazem actuar um mecanismo de defesa traduzido pelo aparecimento de uma vasodilatação (Massada, 1989). Devido a este fenómeno fisiológico de defesa tecidual, é recomendável a aplicação de gelo (*crioterapia*) por períodos de 15 – 20 minutos de duração, com intervalos alternados de 30 – 60 minutos durante pelo menos várias horas (6 horas) (Kujala et al., 1997; Järvinen et al., 2007).

O número de dias de aplicação de gelo numa lesão constitui-se como uma decisão subjectiva. A aplicação de gelo é fundamental para limitar a dor e a inflamação dos ísquio-tibiais após os exercícios, a progressão funcional e as actividades práticas. Limitar os tratamentos de gelo às primeiras 24 a 36 horas,

provavelmente está incorrecto, porque enquanto o atleta sente dor e limitação funcional, o processo inflamatório está activo. A aplicação diária de gelo deve continuar até que os sintomas comecem a desaparecer, o que pode acontecer de 7 a 14 dias após a lesão (Worrell, 1994).

2.3.15.1.4. COMPRESSÃO

A compressão elástica (*compactação*) é frequentemente usada e deve ser aplicada imediatamente após a rotura muscular (*no local*) (Järvinen et al., 2007). A compressão é considerada eficaz na redução do hematoma intramuscular, limitando a resposta inflamatória e cicatricial das partes moles. Controlar o edema pode ser um efeito secundário, mas parece que o fluxo sanguíneo é simplesmente deslocado da região subcutânea, temporariamente. Um outro efeito benéfico pode ser o feedback proprioceptivo, estimulado através da firme compressão elástica sobre a pele (Kujala et al., 1997; Clanton & Coupe, 1998).

É aconselhável a combinação da crioterapia (*gelo*) e da compressão por períodos de 15 – 20 minutos de duração, com intervalos alternados de 30 – 60 minutos durante pelo menos várias horas (*6 horas*) (Järvinen et al., 2007).

2.3.15.1.5. ELEVAÇÃO

A elevação da extremidade do músculos ísquio-tibiais lesado acima do nível do coração 2 a 3 vezes ao dia sempre que possível, diminui o fluxo sanguíneo para o local da rotura, diminui a pressão hidrostática, reduz a acumulação de líquido intersticial e aumenta o retorno venoso, o que limita ainda mais o tamanho do hematoma (Kujala et al., 1997; Järvin et al., 2000; Clanton et al., 2003; Järvinen et al., 2007).

2.3.15.1.6. MEDICAÇÃO

As drogas anti-inflamatórias não esteróides (*A/NS*) são frequentemente utilizadas para lesões musculares para fornecer analgesia e para limitar a

resposta inflamatória, embora o seu papel no processo de cicatrização do músculo é controverso (Almekinders, 1993; Almekinders, 1999; Rahusen et al., 2004; Järvinen et al., 2000; Järvinen et al., 2007). Entre as drogas mais utilizadas citam-se os analgésicos, os anti-inflamatórios, os antezimáticos, os corticóides e os mio-relaxantes (Massada, 1989).

Almekinders (1993) recomenda o uso de anti-inflamatórios imediatamente após a lesão e a sua suspensão após 3 a 5 dias, e Drezner (2003) de 3 a 7 dias. Outras pesquisas indicam que os anti-inflamatórios interferem com a quimiotaxia de células necessárias para o estabelecimento de novas fibras musculares, portanto, possivelmente, inibindo a resposta da cicatrização. Estes estudos sugerem adiar a administração de anti-inflamatórios para 2 a 4 dias (Mishra et al., 1995, Clanton & Coupe, 1998).

Em estudos experimentais, com uma curta duração de utilização de AINS em fase de cicatrização precoce, foi mostrado que podem reduzir a reacção inflamatória sem efeitos adversos sobre o processo de cura (Järvinen et al., 1992). Almekinders e Gilbert (1986) estudaram o processo de cura das roturas musculares e o efeito das drogas AINS. O estudo demonstrou um atraso na reacção inflamatória e na regeneração muscular. Concluíram que a rotura muscular continuava a enfraquecer no início do período pós-lesão, podendo atrasar o processo de recuperação muscular. Num estudo de Reynolds et al. (1995), os AINS não tiveram efeito aditivo sobre a cicatrização de lesões agudas nos músculos ísquio-tibiais, em comparação com a utilização de apenas fisioterapia. Pelo contrário, num estudo realizado por O'Grady et al. (2000), uma utilização de curta duração de AINS, resultou numa melhoria súbita na recuperação da lesão muscular induzida a partir do exercício.

O uso rotineiro de AINS em lesões musculares precisa de ser avaliado criticamente e, talvez, o uso de analgésicos simples (*paracetamol*) deva ser preferido (Rahusen et al., 2004)

Os corticóides apresentam efeitos imuno-supressores, anti-inflamatórios e antiexudativos. A sua aplicação local está contra-indicada nas primeiras três semanas que se seguem à rotura muscular (Massada, 1989). Enquanto na

fases de sequelas¹⁷ das roturas musculares o seu uso poderá ser de uma grande utilidade, nas fases agudas atrasa a resolução do hematoma e da necrose do tecido, retarda a regeneração do músculo e diminui as propriedades de tensão (Massada, 1989; Järvinen et al., 1992; Beiner et al., 1999).

Levine et al. (2000) relataram uma série clínica com injeções intramusculares de corticóides no tratamento das roturas musculares severas dos ísquio-tibiais em jogadores de futebol profissional. O exame final mostrou massa muscular e tónus normal, capacidade de gerar energia normal e não revelou défice de força. Concluíram que a injeção intramuscular de corticosteróides após rotura muscular acelera o regresso dos atletas ao jogo, e encurta o tempo perdido de prática e competição.

No entanto, na literatura, o consenso comum é que são necessários mais estudos antes do uso de injeções de corticóides poder ser recomendado (Drezner, 2003).

2.3.15.2. FASE I (AGUDA) E REABILITAÇÃO: 1 – 7 DIAS

Após aplicação de gelo (15 a 20 minutos), devem ser realizados exercícios activos e suaves, com extensão e flexão do joelho. É importante que os exercícios se realizem sem causar dor para evitar o agravamento durante a reabilitação. Se o atleta não puder realizar activamente estes exercícios, ou sentir dor depois de alguns minutos de exercício, é recomendada a prática de exercícios ADM suaves, sem dor, sem a participação da perna lesada (Worrell, 1994; Petersen & Hölmich, 2005).

2.3.15.3. FASE II (SUBAGUDA): DIA 2/3 A > 3 SEMANAS

Esta fase começa quando os sinais de inflamação (*inchaço, calor, rubor e dor*) começam a desaparecer. Nesta fase é importante prosseguir com a acção

¹⁷ Sequela - é uma alteração anatómica ou funcional permanente.

muscular para prevenir a atrofia muscular e promover a cura (Worrell, 1994; Petersen & Hölmich, 2005).

Os exercícios de força concêntrica podem começar nesta fase, quando o atleta conseguir alcançar a ADM completa sem gerar dor. (Worrell, 1994; Drezner, 2003). A recomendação comum nesta fase é de exercícios de contracção isométrica sub máxima de ângulos múltiplos (0° , 30° , 60° e 90°) dos ísquio-tibiais, 60-80% do esforço máximo permitido pelo atleta (*incrementos de 15° a 20° , 5 repetições de 5 segundos de contracção para 2 séries*) (ver Quadro 11). Os exercícios isométricos (*i.e., contracções musculares nas quais o comprimento do músculo permanece constante e a tensão muscular é igual à resistência externa*), exercícios “leg curl”, podem ser realizados em decúbito ventral ou sentados, e devem ser realizados sem gerar dor durante e após a contracção (Worrell, 1994; Clanton & Coupe, 1998; Drezner, 2003). Se o atleta sentir rigidez e dor, a intensidade de contracção deve ser diminuída (Worrell, 1994). Um benefício do exercício isométrico para a reabilitação da rotura muscular é o ganho de 10° na força fisiológica que ocorre em qualquer um dos lados do ângulo articular mantido durante a contracção isométrica. Isto significa que uma acção isométrica (*de intensidade suficiente*) realizada em qualquer ponto de ADM, irá solicitar um efeito de fortalecimento para uma amplitude total de 20° (Durall & Sawhney, 2009).

Recomenda-se o alongamento passivo estático unilateral dos ísquio-tibiais sem gerar dor (ver Figura 8), de baixa intensidade para permitir um alongamento suave, que será aumentado progressivamente, com o atleta em posição de inclinação pélvica anterior (*4 repetições de pelo menos 30 segundos na perna afectada para 4 séries*) (ver Quadro 11) (Drezner, 2003; Malliaropoulos et al. 2004).

Nesta fase, outras actividades podem ser iniciadas para manter o condicionamento cardiovascular, facilitar o movimento e obter ganhos de força quando realizados sem dor (*sempre tolerado pelo atleta ou ADM*). Estas poderão ser: andar de bicicleta estacionária, progressão da caminhada, enfatizando a marcha normal (*marcha ou jogging sem gerar dor - 4x500 m*) e contracções dos músculos ísquio-tibiais na piscina (*controlar o stress mecânico*

excessivo para a enfraquecida unidade músculo-tendinosa), ou outras actividades de resistência controlada (ver Quadro 11) (Worrell, 1994; Petersen & Hölmich, 2005).

2.3.15.3.1. ESTIMULAÇÃO ELÉCTRICA

Várias formas de calor profundo e modalidades de correntes eléctricas têm sido utilizadas para aumentar o processo de cicatrização das lesões dos tecidos moles (Holkins & Pollard, 2005).

Durante as fases iniciais da reabilitação, a estimulação eléctrica facilita o controle eficaz da dor (*efeito analgésico*), reduz a inflamação e acelera a cicatrização (Denegar et al., 1989; Kujala et al., 1997; Reilly et al., 2003). Frequentemente, gelo e estimulação eléctrica são usados juntos (Worrell, 1994). Ultra-sons (*3 a 5 minutos uma a duas vezes/dia*), micro ondas (*15 a 30 minutos/dia*), ondas curtas (*10 a 20 minutos/dia*), TNS (transcutaneous nerve stimulation) (*20 minutos/dia*) e correntes eléctricas de estimulação muscular (*podem reduzir o tempo de imobilização e aumentar ou melhorar a atrofia muscular*) (Massada, 1989).

Todavia, não há nenhuma evidência que indique que as terapias electro-físicas devem ser utilizadas na gestão das roturas musculares dos músculos ísquio-tibiais (Holkins & Pollard, 2005).

2.3.15.4. FASE III (REMODELAÇÃO): 1 – 6 SEMANAS

A posição de decúbito ventral para fortalecer os músculos ísquio-tibiais reproduz a relação de tensão da extensão que ocorre durante a corrida. Além disso, a estabilização proximal da pelve e a flexão do joelho simulam a fase de apoio durante o ciclo da corrida (Worrell, 1994).

Os exercícios de flexão unilateral do joelho (*da perna lesada*) vão indicar o grau de disfunção do desempenho muscular. No entanto, o teste muscular enquanto a dor estiver presente não é uma medida válida do desempenho

muscular. Enquanto a dor está presente, a inibição neural impede o recrutamento máximo motor (Worrell, 1994).

Nesta fase, depois dos exercícios de contracção isométrica submáxima unilateral de ângulos múltiplos nos ísquio-tibiais realizados a 100% do esforço máximo permitido pelo atleta, dá-se início a exercícios isotónicos (*i.e., contracções musculares nas quais o comprimento do músculo e a velocidade do movimento são variáveis, e a tensão muscular permanece constante durante a contracção muscular*) concêntricos dos músculos ísquio – tibiais (ver Quadro 11) (Worrell, 1994; Järvinen et al., 2000; Järvinen et al., 2005; Järvinen et al., 2007).

Os exercícios isotónicos concêntricos unilaterais dos músculos ísquio-tibiais, que serão aumentados progressivamente, podem começar com dispositivos de resistência (*carga*) elásticos leves (*i.e., bandas ou tubos*) (*10 repetições para 3 a 4 séries*) (ver Figura 10). Dispositivos de resistência (*carga*) elásticos desenvolvem resistência (*carga*) tênsil que é proporcional ao comprimento e rigidez do dispositivo elástico (ver Quadro 12). Os dispositivos podem produzir aumentos significativos de força (Durall & Sawhney, 2009). O programa de fortalecimento muscular unilateral dos ísquio-tibiais consiste num grande número de repetições e baixa resistência (*carga*), o que facilita o restabelecimento motor sem aumentar a dor ou a inflamação (Worrell, 1994).

O protocolo de exercícios isotónicos concêntricos de resistência (*carga*) progressiva utiliza o conceito de linha de trabalho (ver Quadro 13), em que o atleta só progride para um nível superior (*próxima linha de trabalho*) se não sentir dor na perna afectada (*10 repetições para cada carga indicada para 4 séries*) (ver Quadro 11). Se o atleta sente dor a carga diminui, garantindo uma progressão livre de dor (Worrell, 1994).

Uma vez a dor eliminada, os testes concêntricos dos músculos ísquio-tibiais (*não lesados*), para uma repetição em esforço máximo, e os testes isocinéticos (*i.e., contracções musculares nas quais o comprimento do músculo e a tensão muscular são variáveis e a velocidade do movimento é constante*) servem como objectivo a longo prazo para os músculos ísquio-tibiais (*lesados*)

(Worrell, 1994). Porque, a realização de um teste máximo (*isotónico/isocinético*) poderia resultar em recorrência ou agravamento da lesão (Tornese, 2006).

Porque as roturas musculares dos ísquio-tibiais ocorrem durante a fase excêntrica para a fase concêntrica, um programa de fortalecimento muscular excêntrico específico é necessário (Tornese et al., 2006). Os exercícios excêntricos dos ísquio-tibiais tentam simular a fase de balanço do ciclo da corrida, são adiados até o músculo lesado estar devidamente regenerado, livre de qualquer dor, para evitar uma nova lesão induzida pela reabilitação (Worrell, 1994; Petersen & Hölmich, 2005).

Uma vez que os atletas se sentem confortáveis com exercícios de alongamento activo lento unilateral dos ísquio-tibiais (*4 repetições para 4 séries*) e com o fortalecimento muscular isotónico concêntrico, um programa de fortalecimento muscular isotónico excêntrico pode iniciar-se lentamente (Worrell, 1994). A adaptação ao exercício excêntrico pode começar com exercícios isotónicos concêntricos/excêntricos unilateral/bilateral (ver Figura 11). O progresso, como indicado pelo programa de progressão (*conceito de linha de trabalho*), é permitido em função da dor. O protocolo de exercícios isotónicos concêntricos/excêntricos (*10 repetições para 4 séries*), consiste na contracção concêntrica máxima unilateral dos ísquio-tibiais (*1ª e 3ª série*). O aumento consecutivo da carga (*10% fase a 1ª e 3ª série*) tendo por fim uma contracção concêntrica bilateral dos ísquio-tibiais (0° a 90°), e em seguida uma extensão activa do joelho é efectuada em desaceleração, através da contracção excêntrica bilateral dos ísquio-tibiais (90° a 0°) (*2ª e 4ª série*) (Worrell, 1994; Drezner, 2003; Petersen & Hölmich, 2005.). O atleta aumenta lentamente a velocidade de execução á medida que vai progredindo nas sessões de treino (ver Quadro 14) (Drezner, 2003).

Os exercícios excêntricos devem ser realizados com precaução devido ao aumento das forças colocadas nas unidades músculo-tendíneas. Novamente, se o atleta sente dor ou rigidez, a carga ou o número de repetições devem ser diminuídas. Após o atleta se sentir confortável com o exercício anterior (*incrementos de 10% da carga envolvendo a perna não lesada*), pode ser iniciado um programa mais intenso de exercícios excêntricos (Worrell, 1994;

Drezner, 2002).

O reforço excêntrico dos ísquio-tibiais progride para uma posição de pé para simular o movimento durante o ciclo da corrida, com resistência (*carga*) elástica *thera-band* (*10 repetições para 4 séries*) (ver Quadro 11). O movimento do ciclo da corrida ocorre enquanto o elástico *thera-band* oferece resistência (*carga*). (ver Figura 12). O atleta progride lentamente, aumentando a velocidade e resistência (*carga*) ou ambos. É essencial incorporar exercícios de alta velocidade excêntrica em fase final de reabilitação (Drezner, 2002).

Havendo a possibilidade de utilização de fortalecimento muscular isocinético, a partir do Cybex, os exercícios isocinéticos excêntricos podem começar, se tolerados, após os exercícios isotônicos concêntricos unilaterais em progressão, sem provocar dor (Worrell, 1994; Järvinen et al., 2000; Järvinen et al., 2007).

Inicialmente, os exercícios isocinéticos excêntricos submáximos (*a partir de 60 ° / s*), trabalhando velocidades crescentes, são realizados no máximo 3 vezes por semana. As sobrecargas devem ser evitadas para prevenir a fadiga muscular (Tornese et al., 2006).

Geralmente, se os exercícios aumentam os sintomas, a capacidade do tecido conjuntivo foi excedida e ocorre mais inflamação. Assim, quer a intensidade, a duração e a frequência ou todas as três necessitam de ser diminuídas. A capacidade que cada atleta tem em comunicar e tolerar a dor varia drasticamente, o que pode influenciar a taxa de progressão. Convém mais uma vez salientar que todos os exercícios se devem realizar no limite da tolerância máxima, sem gerar dor (Worrell, 1994).

2.3.15.4.1. FLEXIBILIDADE

A realização de alongamentos antes do exercício é crucial, pois a capacidade da unidade músculo-tendinosa para absorver a energia é directamente proporcional ao tempo de repouso e à temperatura muscular (Safran et al., 1988; Taylor et al., 1990).

Num estudo de Sullivan et al. (1992) o alongamento muscular em inclinação pélvica anterior demonstrou ser mais eficaz no alongamento dos ísquio-tibiais do que o alongamento muscular em inclinação pélvica posterior. Além disso, não se provou que a facilitação neuromuscular proprioceptiva (FNP) fosse significativamente melhor do que o alongamento estático para o aumento da flexibilidade dos ísquio-tibiais (Sullivan et al., 1992).

Recentemente, Malliaropoulos et al. (2004) avaliou o papel do alongamento na reabilitação das roturas musculares (*moderadas – 2º grau*) dos ísquio-tibiais. O estudo comparou dois programas diferentes de reabilitação. A única diferença foi o número de sessões de alongamento. Cada sessão consistiu de um alongamento estático dos músculos ísquio-tibiais, mantido por 30 segundos, repetido 4 vezes, sem provocar dor, em inclinação pélvica anterior. Os resultados mostraram que um programa de alongamento mais intenso (*quatro vezes por dia, comparado com uma só vez*) acelerou significativamente o processo de reabilitação (*regresso mais precoce à actividade desportiva e recuperou a ADM normal mais rápido*) e teve um efeito positivo a curto prazo.

2.3.15.4.2. PROPRIOCEPTIVIDADE

A propriocepção é o sentido da posição dos segmentos corporais no espaço. A informação sobre a posição e o movimento articular é obtida na periferia, a partir de diversas fontes (Sawhney & Perry, 2009). Estes receptores classificados biologicamente como nervos aferentes (*fuso muscular, órgãos tendinosos de golgi e receptores articulares*), enviam impulsos para o sistema nervoso central (SNS) (Soares, 2007). Por isso, existe um fluxo constante de informação sobre a posição e o movimento articular. O feedback da periferia é essencial para certos tipos de movimento. Sem este input, um atleta não seria capaz de se adaptar às exigências ambientais durante o decorrer de um jogo de futebol (Sawhney & Perry, 2009).

A propriocepção pode estar limitada quando ocorre uma lesão. Os défices do sistema nervoso periférico, podem resultar em perda sensorial e atraso no

tempo de reacção, levando à instabilidade funcional, devido a uma perda do controlo neuromuscular (Sawhney & Perry, 2009).

A rotura muscular dos ísquio-tibiais pode levar à instabilidade articular, pela diminuição da propriocepção. A inibição dos músculos ísquio-tibiais que estabilizam as articulações, causada por recorrente inflamação, reduz a resposta activa necessária para corrigir excesso e / ou défice de movimento articular, devido às terminações nervosas danificadas e vias nervosas (Betts, 2006; Narvani & Tsiridis, 2006).

Se esta deficiência não for abordada no programa de reabilitação das roturas musculares dos ísquio-tibiais, outras lesões podem ocorrer (Betts, 2006). Para isso, propõem-se programas de reabilitação de propriocepção com exercícios onde a variabilidade e instabilidade são factores constantes (Soares, 2007), que progridam ou se tornem mais difíceis, diminuindo a estabilidade da superfície de suporte (*superfícies móveis*), com diferentes graus de dureza, aumentando o número de repetições ou diminuindo o input visual (*Olhos abertos – OA; olhos fechados – OF*) (ver Quadro 11) (Sawhney & Perry, 2009).

2.3.15.5. FASE IV (FUNCIONAL): 2 SEMANAS A 6 MESES

A reabilitação funcional incorpora coordenação, padrões de habilidade, força e agilidade, no programa de reabilitação para o progresso do atleta para padrões de movimentos altamente complexos na actividade específica desportiva (Lephart e Henry, 1995), mas desconhece-se em que fase. O mesmo se passa com exercícios que isolam os músculos, porque não vão imitar a maneira como estes são realmente utilizados e os ganhos realizados em treinos são normalmente limitados às posições ou intervalos de movimentos utilizados (Hoshins & Pollard, 2005).

O objectivo desta fase é regressar à actividade desportiva sem nova lesão. Isto é conseguido através do aumento da força e flexibilidade

(*alongamento activo assistido unilateral rápido dos ísquio-tibiais*¹⁸) dos ísquio-tibiais até aos valores normais para o atleta. Simultaneamente, actividades de corrida e jogging livres de dor (*Corrida intervala de 40 m [jogging, velocidade lenta, correr] máxima velocidade 70% - 4x500 m, evitar acelerações Max*), com progressão para corrida de baixa intensidade (*corrida de velocidade [sem acelerações rápidas]. Velocidade 80% - 90%*) e terminando em sprint (*Corrida de aceleração de 40m. Velocidade máxima*) (ver Quadro 11). (Verrall et al., 2009).

A maioria dos atletas queixa-se de encurtamento dos músculos ísquio-tibiais após o início da progressão da corrida, ou mais tarde quando começa o sprint. Episodicamente, os sintomas diminuem e às vezes são eliminados se o atleta parar imediatamente aquando da percepção do encurtamento dos músculos ísquio-tibiais, e realizar alongamento muscular dos ísquio-tibiais em inclinação pélvica anterior. Recomenda-se calor antes do exercício e gelo após os exercícios ou sessões de prática continua para prevenir a inflamação ao aumento da progressão dos exercícios (Worrell, 1994).

Os testes funcionais permitem em termos gerais quantificar o grau de recuperação e proporcionar ao atleta o reinício da prática desportiva correndo menos riscos de recidiva da lesão. Os principais testes implicados na rotura muscular dos ísquio-tibiais estão relacionados com a correcta actuação nos três fenómenos fundamentais: flexibilidade, força e coordenação muscular (Massada, 1989). O exame dos parâmetros normais inclui: ausência de sensibilidade na parte posterior da coxa; alongamento estático dos ísquio-tibiais; contracção contra resistência (*carga*) potente em decúbito ventral (*elevação do membro inferior com o joelho em extensão e flexão do joelho a 20°; rotação medial e lateral da perna*) e supino (*flexão do joelho; extensão completa e flexão a 90° do joelho*) (Massada, 1989; Verrall et al., 2009).

¹⁸ Se não há diferenças detectáveis clinicamente entre o lado afectado e o não afectado, então dar início ao programa (*progressão*) de alongamento activo assistido unilateral dos ísquio-tibiais (*4 repetições para 4 séries*) (ver Quadro 11) (Verrall et al., 2009).

Quando o atleta está confortável com o movimento e com a progressão no sprint, recomenda-se um teste de desempenho muscular isocinético concêntrico para avaliar o momento do pico da força e verificação especial da ausência de assimetrias bilaterais dos ísquio-tibiais (*velocidade baixa, média e alta [60°, 180°-240°/s respectivamente]; <10% normais; [10% e 20%] possivelmente anormal; > 20% provavelmente anormais*), e um teste “funcional” na normalização do rácio I/Q (*velocidade baixa e média [60° e 180°/s]; flexão/extensão - mínimos recomendados 50-60%*) (Croisier, 2004; Cacchio et al., 2006). Isto serve para avaliar a eficácia da reabilitação e para incentivar o cumprimento da reabilitação contínua se existirem défices musculares (Worrell, 1994). Porque a validade isocinética para predizer a funcionalidade tem sido questionada (Lephart et al. 1992), e a incapacidade da isocinética para avaliar aumentos na funcionalidade de cadeia cinética fechada foi determinada (Worrell et al., 1993; Tornese, 2006), a resposta funcional do atleta às actividades específicas do futebol é o melhor indicador da prontidão do regresso à actividade desportiva (Worrell, 1994).

2.3.15.5.1. COORDENAÇÃO

A coordenação refere-se à capacidade de produzir movimento suave, efectivo, eficaz, seguro e exacto. Os movimentos devem ocorrer no tempo correcto, com a força adequada. Os músculos certos devem contrair na sequência correcta, com a amplitude apropriada, e à velocidade desejada. Tudo isto requer a interacção complexa e harmoniosa de múltiplos mecanismos sensoriais, motores centrais, e periféricos, alguns dos quais não estão completamente compreendidos (Sawhney & Perry, 2009).

Tal coordenação é requerida para todos os movimentos e suas componentes, incluindo o equilíbrio. As respostas a perturbações posturais devem ser bem cronometradas e de força e amplitude adequadas, para serem eficazes. Assim, a coordenação pode ser dividida em coordenação de equilíbrio e coordenação de não -equilíbrio (Sawhney & Perry, 2009).

Os exercícios de coordenação muscular e de correcção da modelação muscular anormal representam uma parte muito importante de um programa preciso de reabilitação de uma rotura muscular dos ísquio-tibiais. Vários métodos envolvendo reeducação muscular, incluindo técnicas de biofeedback, exercícios de estabilidade e pilates, podem ser aproveitados na reabilitação da rotura muscular dos ísquio-tibiais (Betts, 2006). Para isso, propõem-se programas de reabilitação de coordenação, fazendo aumentar o nível de dificuldade das actividades, do simples para o complexo. Requisitos de precisão e de velocidade devem ser gradualmente tornados mais rigorosos (*movimento, controlo da força e timing*), e os contextos ambientais da tarefa devem ser variados (Sawhney & Perry, 2009).

Em resumo, a função eficaz, segura e eficiente depende, em parte, do movimento suave e organizado. Para atletas em fase de reabilitação de uma rotura muscular dos ísquio-tibiais, as estratégias acima mencionadas podem ajudar a atingir os objectivos de melhoria da qualidade de movimento tendo por objectivo o regresso à actividade desportiva (Sawhney & Perry, 2009).

2.3.15.6. FASE V (TRANSIÇÃO E REGRESSO À COMPETIÇÃO): 3 SEMANAS A 6 MESES

A decisão sobre o momento apropriado de regresso ao treino de futebol pode ser baseada em duas medidas simples e económicas: (1) capacidade de alongamento do músculo lesado igual ao músculo saudável contralateral; (2) movimento básico do músculo lesado livre de dor (Massada, 1989; Järvinen et al., 2007). Quando o atleta afirma ter chegado a este ponto da recuperação, é-lhe concedida permissão para começar gradualmente o treino específico de futebol (Järvinen et al., 2005; Petersen & Hölmich, 2005; Järvinen et al., 2007).

O treino específico de futebol deve ocorrer sempre na fase final da reabilitação, e deve iniciar-se de preferência sob a supervisão de um treinador ou preparador/recuperador físico e deve incorporar exercícios individualizados no campo (*com e sem bola*), exercícios de velocidade e gestos específicos, bem como treino normal com o grupo de jogadores (Croisier, 2004; Järvinen et al., 2007; Verrall, 2009). À medida que o atleta conclui estas fases, o treinador

ou preparador/recuperador físico deve iniciar a transição para o regresso à competição. Isto ocorre quando o atleta cumpre com sucesso os desafios das fases anteriores. O atleta, de seguida, é posto à prova por meio de actividades que reproduzem as exigências da competição (Malanga, 2005).

Os testes de campo são, obviamente, mais fáceis de aplicar e executar, especialmente no caso do futebol, em que os jogadores estão envolvidos num desporto de equipa mas não são suficientes por si só de fornecerem informações completas sobre a eficiência funcional de determinados mecanismos. Quando está envolvido o regresso à competição, tais testes devem ser complementados com métodos mais analíticos. Isso não exige necessariamente a utilização de equipamento de laboratórios altamente especializados e dispendiosos. A literatura descreve os seguintes testes de campo e testes laboratoriais (Cacchio, 2006; Verrall, 2009):

- Squat;
- Squat jump;
- Counter-movement jump;
- Standing long jump;
- 25 m Shuttle;
- Sprint com tempo aos 10, 20, 30, 40 e 50 m;
- Índice de fadiga procedente de 6 x 70-M shuttles, o tempo de corrida dos quais (*corrida total/tempo de recuperação: 1min*) é calculado pela média do tempo da corrida x (*tempo máx/min*) x 6 / número concluído de percursos (*ida e volta*);
- Corrida de aceleração – 5 repetições de 40 m para 2 sessões;
- Corrida de aceleração – 10 repetições de 40 m para 2 sessões. Aceleração total com partida agachada.
- Construção de curvas de tensão – tempo a partir dos seguintes parâmetros: contracção isométrica voluntária máxima, T30, T50, e T90, e taxa do desenvolvimento da força 30, 50 e 90 (*i.e., a 30%, 50%, e 90% da contracção voluntária máxima correspondente ao gradiente médio do segmento da tensão -tempo examinado: isso fornece, simultaneamente, a capacidade de força absoluta do músculo e do tempo necessário para o*

alcançar).

- Teste isocinético concêntrico, para avaliar o momento do pico da força dos ísquio-tibiais (*velocidade baixa, média e alta [60°, 180°-240°/s respectivamente]; <10% normais; [10% e 20%] possivelmente anormal;> 20% provavelmente anormais*), e um teste “funcional” do rácio I/Q (*velocidade baixa e média [60° e 180°/s]; flexão/extensão - mínimos recomendados 50-60%*).

No entanto, não há consenso quanto ao momento em que um atleta pode em “segurança” regressar à competição depois de uma rotura muscular dos ísquio-tibiais (Orchard & Best, 2002). Tem sido sugerido que o regresso à competição só deve ocorrer quando (Heiser et al., 1984; Massada, 1989; Hoshins & Pollard, 2005; Orchard et al., 2005; Werner, 2006): (1) corrida de velocidade máxima sem limitações; (2) força normal dos ísquio-tibiais (*>90% do lado lesado*); (3) normalização do rácio ísquio-tibiais/quadrícipite femoral (*50%-60%*) (4) amplitude de movimento voltar aos níveis normais; (5) testes específicos relacionados com o futebol, sem disparar qualquer tipo de sintomatologia dolorosa; (6) área lesada normal, visualizada por imagem US e/ou IRM (ver Quadro 15).

A participação livre de dor no regresso à actividade desportiva é o melhor indicador de disponibilidade para voltar a jogar (Worrell, 1994). Verrall et al. (2009) sugere que o atleta depois de alcançar uma semana com êxito (*sem qualquer sintomatologia dolorosa*) no treino específico de futebol, pode regressar à competição. Voltar à competição antes deste tempo pode resultar em lesões recorrentes ou ainda mais graves (Drezner, 2003).

A progressão da fase de transição é mais uma arte do que uma ciência. Portanto, as recomendações acima são apenas directrizes para a equipa técnica que incorpora o programa de reabilitação, pelo que, obviamente, os atletas irão variar na sua resposta a esta sequência progressista (Worrell, 1994). A reabilitação continua durante 8 semanas após o regresso à competição (Verrall et al., 2009).

É necessária investigação para esclarecer a eficácia dos protocolos de reabilitação específicos, para desenvolver as melhores práticas e estabelecer protocolos de regresso à competição (Hoshins & Pollard, 2005).

2.3.15.7. EXEMPLO DE UM PROGRAMA DE REABILITAÇÃO E TRATAMENTO CONSERVADOR

PROGRAMA DE REABILITAÇÃO CONSERVADOR PÓS-ROTURA MUSCULAR DOS ÍSQUIO-TIBIAIS (I - II grau) PARA JOGADORES DE FUTEBOL
Fase aguda (para 48 - 72 horas)
• Gelo (15 - 20 min, intervalos de 30 - 60 minutos; 5 - 6 sessões), compressão, elevação • Exames – US, IRM em diagnóstico diferencial (às vezes numa data posterior) • AINS para 2 – 3 dias • Controlar a dor e o edema, limitar a hemorragia e a reacção inflamatória • Exercícios activos suaves com extensão e flexão do joelho (<i>progressão sem disparar dor</i>)
Fase subaguda (dia 2 - 4 para dia 8) [diminuição dos sinais de inflamação]
• Reexaminação • Estimulação eléctrica facilita o controle eficaz da dor (<i>efeito analgésico</i>), reduz a inflamação, acelera a cicatrização e previne a amiotrofia • Exercícios de contracção isométrica submáxima unilateral de ângulos múltiplos (0º, 30º, 60º e 90º) dos ísquio-tibiais (ver Quadro 11) • Mobilização suave passiva das articulações do joelho e da pelve e alongamento passivo estático unilateral dos ísquio-tibiais (<i>na perna afectada sem disparar dor</i>) (ver Quadro 11) • Bicicleta estacionária, marcha na piscina tolerada pela dor ou marcha e/ou jogging sem disparar dor
Fase de remodelação (semana 2 – 4)
• Reexaminação – US uma vez por dia; • Reavaliação • Progressão da marcha e jogging (<i>campo e/ou piscina</i>) (ver Quadro 11) • Manter a condição física cardiovascular na bicicleta estacionária • Baixa intensidade e baixa velocidade de contracção excêntrica em aparelho isocínético (<i>evitando o comprimento muscular máximo</i>) melhora a cicatriz de tecido conjuntivo e controlo proprioceptivo (ver Quadro 11) • Progressivamente maximiza-se os exercícios de contracção isométrica submáxima unilateral de ângulos múltiplos (0º, 30º, 60º e 90º) dos ísquio-tibiais (ver Quadro 11) • Progressivamente intensifica-se as modalidades do alongamento (ver Quadro 11) • Progressivamente intensifica-se os exercícios isotónicos concêntricos e excêntricos (<i>posição de decúbito ventral</i>), próximo da relação comprimento-tensão que ocorre durante a actividade desportiva (ver Quadro 11)

- Exercícios proprioceptivos promovem o controlo das actividades (ver Quadro 11)
- Massagem suave profunda na área do tecido fibroso, sem disparar dor

Fase funcional (semana 4 para semana 6 – 8)

- Reavaliação
- Exercícios de coordenação
- Treino de flexibilidade mais agressivo (*alongamento activo assistido unilateral rápido dos ísquio-tibiais. Regime de cadeia cinética fechada com pesos*) (ver Quadro 11)
- Exercícios progressivos de sprint e velocidade (ver Quadro 11)
- Fortalecimento máximo, principalmente na fase da contracção excêntrica
- Complementar mobilização ou manipulação da articulação sacroilíaca, se necessário
- Reavaliação
- Exame dos parâmetros normais inclui: ausência de sensibilidade na parte posterior da coxa; alongamento estático dos ísquio-tibiais; contracção contra resistência (*carga*) potente em decúbito ventral (*elevação do membro inferior com o joelho em extensão e flexão do joelho a 20°; rotação medial e lateral da perna*) e supino (*flexão do joelho; extensão completa e flexão a 90° do joelho*)
- Avaliação isocinética concêntrica, para avaliar o momento do pico da força e verificação especial da ausência de assimetrias bilaterais dos ísquio-tibiais (*velocidade baixa, média e alta [60°, 180°-240°/s respectivamente]; <10% normais; [10% e 20%] possivelmente anormal; >20% provavelmente anormais*), e um teste “funcional” na normalização do rácio I/Q (*velocidade baixa e média [60° e 180°/s]; flexão/extensão - mínimos recomendados 50-60%*)
- Correção da força e persistente anormalidades na força ou flexibilidade antes do regresso à competição

Fase de transição (semana 6 para regressar à competição [em parceria com o preparador /recuperador físico])

- Regresso ao treino específico
- Exercícios individualizados no campo (*com e sem bola*), incorporando exercícios de velocidade e gestos específicos
- Treino normal com o grupo de jogadores
- Testes de campo e laboratoriais/alternativos de força - força normal dos ísquio-tibiais (>90% do lado lesado) (ver Quadro 11)
- Educação activa (e não passiva) sobre aquecimento, alongamentos, técnicas de corrida estilo, nutrição e hidratação
- Regressar ao jogo quando alcançou 1 semana de treino com êxito (*sem qualquer sintomatologia dolorosa*) (ver Quadro 15)
- Reabilitação continua após o regresso à competição; continua durante 8 semanas após regresso à competição
- Incentivo para manter uma época com um programa de prevenção de reforço dos ísquio-tibiais (ver Quadro 19)
- Discussões (*quando aceites*) com o treinador e preparador físico sobre os factores de risco principais (*recidiva, fadiga, excesso de treino, etc*)

Nota: Em alguns casos, uma técnica de relaxamento pode complementar a reabilitação clássica e reduzir o stress do impacto

I – ísquio-tibiais; Q – quadrícipite femoral; US - ultra-sonografia; IRM – imagem ressonância magnética

Quadro 10 – Exemplo de um programa de reabilitação pós-rotura muscular (*I - II grau*) dos ísquio-tibiais para jogadores de futebol de alto nível, que exige vários esforços máximos anaeróbios com um curto período de recuperação [adaptado Worrell, (1994), Kujala et al., 1997, Clanton & Coupe, (1998), Drezner, (2003), Croisier, (2004), Malliaropoulos et al., (2004), Järvinen et al., 2005; Peterson & Holmich, 2005; Tornese et al., (2006), Cacchio et al., (2006), Werner, (2006), Sawhney & Perry, (2009) e Verrall et al., (2009)]

**PROGRESSÕES NA CORRIDA, ALONGAMENTO, FORÇA E PROPRIOCEPCÃO
PARA UM PROGRAMA DE REABILITAÇÃO DA ROTURA MUSCULAR (I - II grau) DOS ÍSQUIO-TIBIAIS**

Progressão da corrida após a conclusão de duas a três sessões em cada um dos seguintes procedimentos

- (1) Marcha - jogging sem disparar dor 4x500 m;
- (2) Corrida intervala (*jog, velocidade lenta, correr*) máxima velocidade 70% - 4x500 m, evitar acelerações máximas;
- (3) Iniciar a corrida de velocidade (*sem acelerações rápidas*). Velocidade 80% - 90% – Começar com 5 repetições de 40 m para 2 séries. Portanto, 10 repetições no total com 15 minutos de intervalo entre cada repetição;
- (4) Corrida de velocidade (*sem acelerações rápidas*). Velocidade 80% - 90% - 10 repetições de 40 m para 2 séries. Portanto, 20 repetições no total com 15 minutos de intervalo entre cada repetição;
- (5) Desacelerações pós corrida (*sem acelerações rápidas*) – 10 repetições de 40 m – 90% do esforço para 2 séries – desaceleração (*paragem total*) de 20 metros, diminuindo aos 10 m.
- (6) Testes de campo:
 - a) Corrida de aceleração – 5 repetições de 40 m para 2 séries;
 - b) Corrida de aceleração – 10 repetições de 40 m para 2 séries – aceleração máxima com partida agachada.ou
 - c) 25 m shuttle (*ida e volta*);
 - d) sprint com tempo aos 10, 20, 30, 40 e 50 m;
 - e) Índice de fadiga procedente de 6 x 70-M shuttles (*ida e volta*), o tempo de corrida dos quais (*corrida total/tempo de recuperação: 1min*) é calculado pela média do tempo da corrida x (*tempo máx/min*) x 6 / número concluído de percursos (*ida e volta*);

Progressão dos alongamentos para a fase seguinte, quando livre de dor

- (1) Alongamento passivo estático unilateral dos ísquio-tibiais (*na perna afectada sem disparar dor*) – 4 repetições de 30 segundos para 4 séries - posição de inclinação pélvica anterior (ver Figura 8);
- (2) Alongamento activo lento unilateral dos ísquio-tibiais (*na perna afectada sem disparar dor*) - 4 repetições para 4 séries - com supervisão do fisioterapeuta (ver Figura 9);
- (3) Avaliação da força pelo fisioterapeuta. Testes isocinéticos - se não há diferenças detectáveis clinicamente entre o lado afectado e não afectado, então dar início ao programa (*progressão*) de alongamento activo assistido unilateral dos ísquio-tibiais – 4 repetições para 4 séries – assistido pelo fisioterapeuta;
- (4) Início de alongamento activo assistido unilateral rápido dos ísquio-tibiais. Regime de cadeia cinética fechada com pesos – 4 repetições para 4 séries;
- (5) Avaliação da flexibilidade: alongamento estático dos ísquio-tibiais;
- (6) Correção da flexibilidade e persistente anormalidades antes do regresso à competição;
- (7) Teste da flexibilidade: alongamento estático dos ísquio-tibiais.

Progressão da força para a fase seguinte, quando livre de dor

- (1) Contracção isométrica submáxima unilateral de ângulos múltiplos (0°, 30°, 60° e 90°) dos ísquio-tibiais. 60-80% do esforço máximo permitido pelo atleta (*na perna afectada*). Incrementos de 15° a 20° - 5 repetições de 5 segundos de contracção para 2 séries. Se o atleta sentir rigidez e dor, a intensidade de contracção deve ser diminuída;
- (2) Contracção isométrica submáxima unilateral de ângulos múltiplos dos ísquio-tibiais. 100% do esforço máximo permitido pelo atleta (*na perna afectada sem disparar dor*) – 5 repetições de 5 segundos de contracção para 2 séries;
- (3) Início do reforço isotónico concêntrico unilateral dos ísquio-tibiais (*na perna afectada sem disparar dor*) (ver Figura 9). Elásticos "Thera-band" de resistência (*carga*) leve (ver Quadro 12) – 10 repetições para 3 a 4 séries;

(4) Reforço isotônico concêntrico unilateral dos ísquio-tibiais (*protocolo de exercícios de resistência (carga) progressiva utilizando o conceito de linha de trabalho*). Progressão (*para a próxima linha de trabalho*) sem disparar dor – 10 repetições (*para cada carga indicada*) para 4 séries (ver Quadro 13);

(5) Início do reforço isotônico concêntrico/excêntrico unilateral/bilateral dos ísquio-tibiais (*protocolo de exercícios de resistência (carga) progressiva utilizando o conceito de linha de trabalho*) (ver Figura 11). Contracção concêntrica máxima unilateral de 0° a 90°. Incremento adicional de 10% na contracção concêntrica /excêntrica bilateral de 0° a 90° e de 90° a 0° (*perna afecta sem disparar dor*) – 10 repetições para 4 séries. 1 - 3 sessões semanais (ver Quadro 14);

(6) Reforço isotônico excêntrico unilateral dos ísquio-tibiais, posição de pé com elásticos Thera-band (*simulação do movimento durante o ciclo da corrida*) (ver Figura 12) - 10 repetições para 4 séries – Aumento progressivo da velocidade e resistência (*carga*) ou ambos (ver Quadro 12);

(7) Início do reforço laboratorial isocinético excêntrico submáximo unilateral. Iniciar a partir de 60°/s – 1 - 3 sessões semanais. Trabalhar em velocidades crescentes. Sobrecargas são evitadas para prevenir a fadiga;

(8) Avaliação contracção contra resistência (*carga*) em decúbito ventral (*elevação do membro inferior com o joelho em extensão e flexão do joelho a 20°; rotação medial e lateral da perna*) e supino (*flexão do joelho; extensão completa e flexão a 90° do joelho*);

(9) Avaliação isocinética concêntrica, para avaliar o momento do pico da força e verificação especial da ausência de assimetrias bilaterais dos ísquio-tibiais (*velocidade baixa, média e alta [60°, 180°-240°/s respectivamente]; <10% normais; [10% e 20%] possivelmente anormal; >20% provavelmente anormais*), e um teste “funcional” na normalização do rácio I/Q (*velocidade baixa e média [60° e 180°/s]; flexão/extensão - mínimos recomendados 50-60%*);

(10) Correção da força e persistente anormalidades antes do regresso à competição;

(11) Testes laboratoriais:

- a) Construção de curvas de tensão-tempo a partir dos seguintes parâmetros: contracção isométrica voluntária máxima, T30, T50, e T90, e taxa do desenvolvimento da força 30, 50, e 90;
- b) Teste isocinético;

Testes alternativos:

- a) Squat;
- b) Squat Jump;
- c) Counter-movement Jump;
- d) Standing Long Jump.

(12) Reforço excêntrico bilateral dos ísquio-tibiais – programa de prevenção das roturas musculares dos ísquio-tibiais (ver Quadro 17, 18 e 19).

Progressão da propriocepção para a fase seguinte, quando livre de dor

(1) Baps*, sentado progredir para de pé, OA progredir para OF, apoio bipodal para unipodal; sentido horário, contra horário, hemisfério progressivamente maior, frente para trás, esquerda para a direita, diagonais, círculos no sentido horário e no sentido contra horário – 30 segundos para 2 séries. Unipodal (*2 séries cada membro inferior*);

(2) Apoio unipodal, OA progredindo para OF, progredindo para períodos de tempo mais longos;

(3) Apoio unipodal e apanhar uma bola;

(4) Perturbações no movimento;

(5) Em pé, sobre espuma, em apoio bipodal, progredindo para apoio unipodal, OA progredindo para OF;

(7) Mini-trampolim, progredindo de pequenas alturas para grandes alturas e tempo de salto;

(8) Correr para frente, para trás, para a direita, para a esquerda, a várias velocidades, progredindo de correr a $\frac{1}{4}$ da velocidade para $\frac{1}{2}$ da velocidade;

(9) Corrida em oito a $\frac{1}{4}$ da velocidade para $\frac{1}{2}$ da velocidade, para $\frac{3}{4}$ da velocidade e para velocidade total, em ambas

as direcções;

(10) Exercícios de marcha tipo tesoura, a várias velocidades;

(11) Saltar no mesmo lugar com ambos os pés, a uma velocidade seleccionada pelo atleta;

(12) Saltar em diagonais para a frente e para trás, com ambos os pés, a uma velocidade seleccionada pelo atleta;

(13) Saltar para cima e para baixo a partir de outras superfícies;

(14) Saltar lateralmente sobre uma banda elástica.

(15) Saltar para cima para cabecear a bola e retornar ao solo.

* Baps - *Biomechanical Ankle Platform System*

Quadro 11 – Exemplo de progressões (*corrida, alongamentos, força e propriocepção*) de um programa de reabilitação pós-rotura muscular (*I - II grau*) dos ísquio-tibiais para jogadores de futebol de alto nível, que exige vários esforços máximos anaeróbios com um curto período de recuperação [adaptado Worrell, (1994), Clanton & Coupe, (1998), Drezner, (2003), Croisier, (2004), Malliaropoulos et al., (2004), Tornese et al., (2006), Cacchio et al., (2006), Werner, (2006), Sawhney & Perry, (2009) e Verrall et al., (2009)]

NÍVEL DE RESISTÊNCIA (CARGA) DAS BANDAS ELÁSTICAS (THERA-BAND)							
Percentagem de alongamento do elástico	Amarelo (Kg)	Vermelha (Kg)	Verde (Kg)	Azul (Kg)	Preto (kg)	Cinzentos (Kg)	Ouro (Kg)
25%	0.5	0.7	0.9	1.4	1.6	2,3	3.6
50%	0.9	1,1	1.4	2	2	3.9	6.4
75%	1,1	1,6	1.8	2.7	3.6	5	8.1
100%	1.4	1.8	2,3	3.2	4.3	5.9	9.6
125%	1,6	2	2,5	3.6	5	6.8	11.1
150%	1.8	2,2	2.7	4	5.7	7.7	12.5
175%	2	2,5	3.2	4.5	6.1	8.6	13.8
200%	2,2	2.7	3.6	4.9	6.8	9.5	15.2
225%	2,5	2,9	4	5.4	7.3	10.4	16.6
250%	2.7	3.2	4.3	6.1	7.9	11.6	18

Quadro 12 – Nível de força da resistência (*carga*) ao alongamento (*em kilos*) das bandas elásticas “Thera-Band” que é proporcional ao comprimento e rigidez (*diferentes cores*) do dispositivo elástico [adaptado Page & Ellenbecker, (2005)]

EXERCÍCIOS ISOTÓNICOS CONCÊNTRICOS COM RESISTÊNCIA (CARGA) PROGRESSIVA				
Nível	Série 1 (Kg)	Séries 2 (Kg)	Série 3 (Kg)	Série 4 (Kg)
1	2	3	5	7
2	3	5	7	9
3	4	7	9	11
4	6	9	11	14
5	7	10	14	16

6	8	12	16	18
7	9	14	18	21
8	10	15	21	23
9	11	17	23	25
10	13	15	25	27
11	14	21	28	30
12	15	22	30	32
13	16	24	32	34
14	17	26	34	37
15	18	27	37	39
16	19	29	39	41
17	20	31	40	43

Quadro 13 – Protocolo para exercícios isotônicos concêntricos com resistência (*carga*) progressiva. O atleta em cada linha realiza 10 repetições por série, progride para a próxima linha sem disparar dor na perna lesada [adaptado Worrell, (1994)]

EXERCÍCIOS ISOTÓNICOS CONCÊNTRICOS/EXCÊNTRICOS COM RESISTÊNCIA (CARGA) PROGRESSIVA				
Nível	Série 1 (Kg)	Série 2 (kg)	Séries 3 (Kg)	Série 4 (Kg)
	Contracção concêntrica máxima unilateral 0° a 90°	Contracção concêntrica/excêntrica bilateral 0° a 90° / 90° a 0°	Contracção concêntrica máxima unilateral 0° a 90°	Contracção concêntrica/excêntrica bilateral 0° a 90° / 90° a 0°
10	13	14.3	15	16.5
11	14	15.4	21	23.1
12	15	16.5	22	24.2
13	16	17.6	24	26.4
14	17	18.7	26	28.6
15	18	19.8	27	29,7
16	19	20.9	29	31.9
17	20	22	31	34.1

Quadro 14 – Protocolo para exercícios isotônicos concêntricos/excêntricos com resistência (*carga*) progressiva. O atleta em cada linha realiza 10 repetições por série, progride para a próxima linha sem disparar dor na perna lesada [adaptado Worrell, (1994)]

FACTORES DE ORIENTAÇÃO NA DECISÃO DO REGRESSO À COMPETIÇÃO	
Factores que apontam para uma abordagem mais conservadora	Factores que podem permitir regressar mais rápido à competição
Défice de força persistente	Força igual ao lado lesado
Défice de flexibilidade persistente	Flexibilidade igual ao lado lesado
Incapacidade de completar em pleno um treino, sem dor ou claudicação	Capacidade para fazer todas as actividades funcionais no treino
Área lesada anormal visualizada por imagem US e/ou IRM	Área lesada normal visualizada por imagem US e/ou IRM
Fase inicial da época desportiva	Fase final da época desportiva
Localização da rotura muscular de alto risco (<i>bicípite femoral</i>)	Localização da rotura muscular de baixo risco (<i>semimembranoso</i>)

Quadro 15 – Factores que podem orientar a decisão do regresso à competição [adaptado Orchard et al., (2005)]

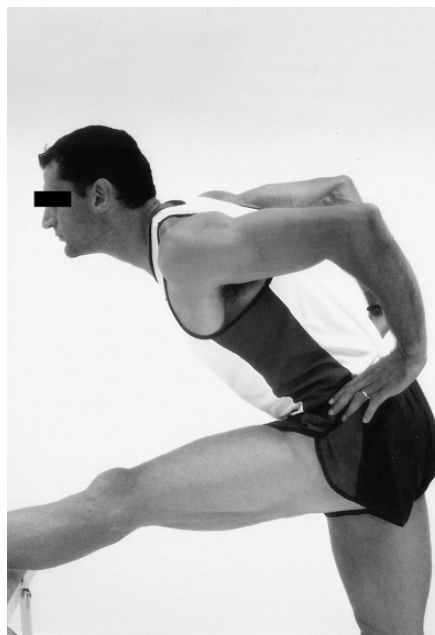


Figura 8 – Técnica de alongamento unilateral dos ísquio-tibiais (*inclinação pélvica anterior*) [adaptado Malliaropoulos et al., (2004)]

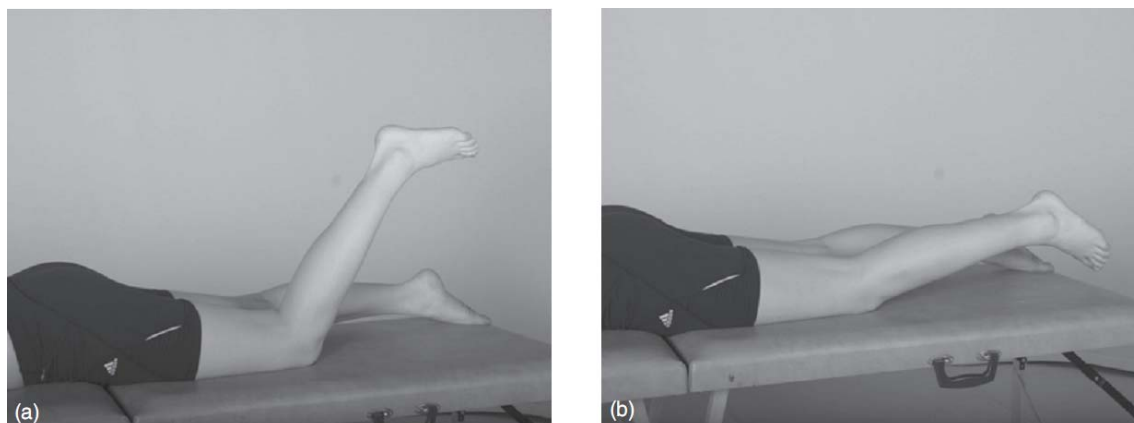


Figura 9 – Exemplo de alongamento activo unilateral dos ísquio-tibiais (*exercício excêntrico*) realizado durante a reabilitação – “largar e capturar”. O atleta está deitado em decúbito ventral, flexão do joelho a 90 °. Os músculos estão relaxados permitindo que o pé desça em direcção ao solo (“*largar*”). O pé é impedido de tocar no solo (“*capturar*”), contraindo os músculos ísquio-tibiais. Inicialmente, a gravidade é utilizada, mas mais tarde a reabilitação do alongamento activo pode progredir para regime de cadeia cinética fechada colocando pesos adicionais no tornozelo [adaptado Verrall et al., (2009)]

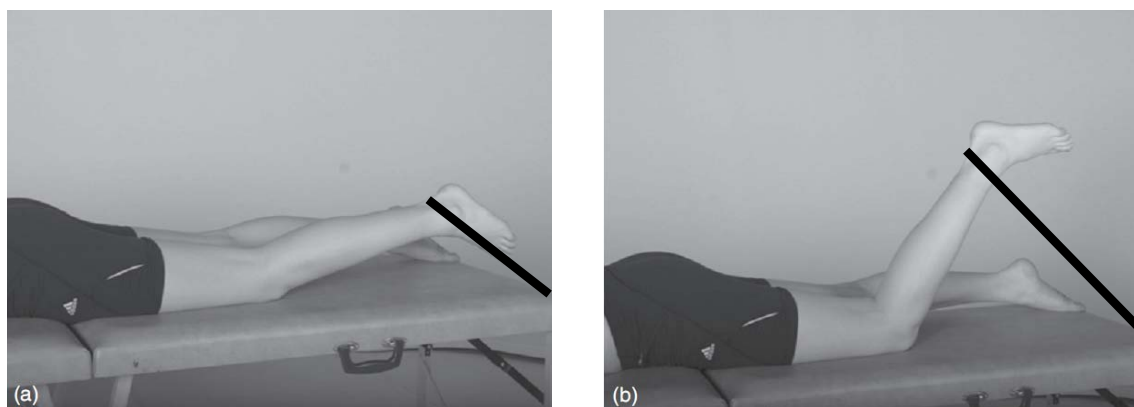


Figura 10 – Exemplo de um exercício isotónico concêntrico unilateral dos ísquio-tibiais com elásticos Thera-Band realizado durante a reabilitação. O atleta está deitado em decúbito ventral, extensão dos joelhos. Lentamente, contrai os músculos ísquio-tibiais e inicia-se uma flexão do joelho, contrariada pela resistência (*carga*) do elástico Thera-band. Inicialmente a resistência (*carga*) do elástico só deve ocorrer na contracção concêntrica (*assistido pelo fisioterapeuta*), evoluindo mais tarde para uma resistência (*carga*) elástica na contracção excêntrica [adaptado Verrall et al., (2009)]



Figura 11 – Exemplo de um exercício isotónico concêntrico/excêntrico bilateral dos ísquio-tibiais (*protocolo de exercícios de resistência (carga) progressiva utilizando o conceito de linha de trabalho*) realizado durante a reabilitação. O atleta está deitado em decúbito ventral, extensão dos joelhos. Lentamente, contrai os músculos ísquio-tibiais e inicia-se uma flexão dos joelhos contrariada pela resistência (*carga*), em seguida, uma extensão activa do joelho é efectuada em desaceleração, através da contracção excêntrica bilateral dos ísquio-tibiais. Na parte final da contracção excêntrica dos ísquio-tibiais não deve ocorrer uma hiperextensão forçada do joelho [adaptado Powerlifting]

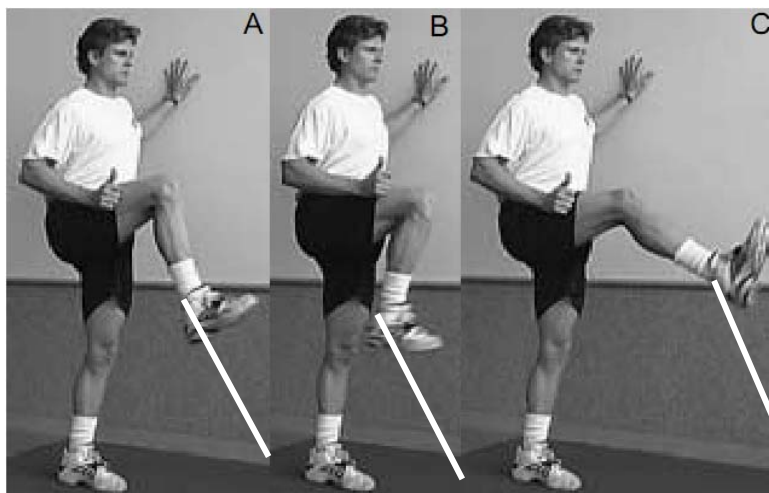


Figura 12 – Reforço excêntrico dos ísquio-tibiais, com simulação do ciclo da corrida com resistência (*carga*) elástica *thera-band*, [adaptado Worrell (1994) e Sherry & Best (2004)]

2.3.16. REABILITAÇÃO E TRATAMENTO ALTERNATIVO

Recentemente Sherry e Best (2004) demonstraram que um programa de reabilitação das roturas musculares leves (*I grau*) e moderadas (*II grau*) dos músculos ísquio-tibiais baseado na funcionalidade da pelve e tronco preveniam a recidiva das roturas musculares nestes músculos.

Neste estudo, um programa de reabilitação focando o alongamento estático, a resistência progressiva (*isolando os ísquio-tibiais*) e gelo (*11 atletas*), foi comparado com um programa focando agilidade progressiva, exercícios neuromusculares de estabilização do tronco e gelo (*13 atletas*) (Sherry & Best, 2004).

O programa de reabilitação progressiva da agilidade e estabilização do tronco e gelo em 13 atletas com uma rotura muscular dos ísquio-tibiais (*II grau*), consistiu em exercícios de estabilização do tronco, na actividade muscular do tronco e pelve para manter a coluna vertebral e pelve numa postura neutra ou alinhamento desejado. Os exercícios progressivos de agilidade consistiram, na primeira fase com movimentos no plano frontal e transversal. Na segunda fase, com movimentos no plano sagital e transversal (Sherry & Best, 2004).

Embora não existissem diferenças significativas no regresso à

competição, mantendo-se a média em 4 semanas, houve uma diferença significativa em relação à taxa de recidiva. Após duas semanas de regresso à competição nenhum dos 13 atletas do grupo da agilidade e estabilização neuromuscular tinha sofrido uma rotura muscular dos ísquio-tibiais, e após um ano somente 1 dos 13 atletas sofreu uma rotura muscular dos ísquio-tibiais (Sherry & Best, 2004).

Isto sugere que a falta de controlo neuromuscular do tronco e da pelve pode contribuir e predispor para a lesão inicial. O controlo neuromuscular e os defeitos proprioceptivos determinados pelo sentido da posição lombar pélvica, podem contribuir para a lesão dos músculos ísquio-tibiais através do deficiente controlo neuromuscular dos ísquio-tibiais ou da instabilidade funcional lombar - pélvica (Hoskins & Pollard, 2005).

A pelve é o local da ligação dos músculos ísquio-tibiais, pelo que foi sugerido que o controlo neuromuscular da região lombar e pélvica, incluindo a inclinação anterior e posterior da pelve é necessário para um funcionamento optimizado dos ísquio-tibiais nos movimentos de sprint e de corrida de alta velocidade. A alteração na posição pélvica poderia levar a alterações nas relações comprimento – tensão ou força – velocidade. Os exercícios de estabilização do tronco e de controlo neuromuscular também demonstraram ser eficazes no regresso à competição em atletas com dor crónica da pelve e adutores (Sherry & Best, 2004).

Após uma agressão do sistema esquelético as massas musculares atrofiam-se rapidamente (*mais precoce e evidente nas fibras tipo I do que tipo II*), e esta atrofia parece estar relacionada com os estímulos inibitórios desencadeados pela dor. O trabalho muscular no programa de reabilitação deverá inicialmente ser executado a velocidades lentas, pois cargas rápidas serão impossíveis de realizar durante este período, devido ao fenómeno da dor e do edema muscular (Massada, 1989). Orchard e Best (2002) sugerem que o programa de reabilitação deverá incluir inicialmente trabalho da unidade músculo-tendinosa para evitar a atrofia secundária, e simultaneamente ter o cuidado de evitar a sobrecarga do tecido cicatricial.

O programa de reabilitação progressiva da agilidade e da estabilização do

tronco controla o início da amplitude de movimentos para actividades dinâmicas, através do controlo da direcção do movimento. Os movimentos no plano frontal não aumentam o comprimento da unidade músculo-tendinosa dos ísquio-tibiais tanto como nos movimentos do plano sagital. Isto permite potenciar, rapidamente, a carga do tecido lesado e regressar aos movimentos rápidos sem sobrecarga do tecido cicatricial. O início da carga nos músculos ísquio-tibiais com protecção do comprimento músculo – tendinoso pode ajudar a reduzir a atrofia muscular. A direcção controlada do movimento permite a reaprendizagem de mudanças rápidas nas contracções musculares agonistas e antagonistas dos músculos que controlam os movimentos da coxa e da pelve. Isso permite que os músculos do membro inferior funcionem a uma velocidade superior, mantendo uma amplitude de movimento protegida (Sherry & Best, 2004).

Este tipo de programa (ver Quadro 16) de reabilitação é eficaz na prevenção da recidiva depois de uma rotura muscular (*I - II grau*) dos ísquio-tibiais, mas não é possível concluir que os resultados foram devidos a mudanças na estabilidade do tronco, coordenação, ou outros aspectos do controlo motor (Sherry & Best, 2004).

2.3.16.1. EXEMPLO DE UM PROGRAMA DE REABILITAÇÃO E TRATAMENTO ALTERNATIVO

PROGRAMA DE REABILITAÇÃO ALTERNATIVO	
PÓS-ROTURA MUSCULAR DOS ÍSKUO-TIBIAIS (<i>I - II GRAU</i>) PARA JOGADORES DE FUTEBOL	
Fase I	
• Baixa – para moderada – intensidade de deslocamentos laterais para ambos os lados – 3 x 1 min; • Baixa – para moderada – intensidade de deslocamentos laterais com passo cruzado para ambos os lados – 3 x 1 min; • Baixa – para moderada – intensidade de deslocamentos frontais e à retaguarda sobre uma linha ao mesmo tempo enquanto se movem lateralmente – 2 x 1 min; • Apoio unipodal, OA progredir para OF – 4 x 20 sec; • Prancha em decúbito ventral (<i>deitado de barriga para baixo</i>, apoiar o peso do corpo nos antebraços e na ponta dos pés; <i>contrair os músculos abdominais e da pelve; concentrar a força de contracção na zona abdominal e pélvica;</i>	

manter os ombros alinhados e as costas em linha recta) – 4 x 20 sec (ver Figura 13);

- Prancha em supino (*deitado de barriga para cima com as costas totalmente apoiadas no solo, as mãos ao lado do corpo e os pés apoiados no chão; contrair os músculos abdominais e da pelve; elevação da pelve e flexão das costas ficando em posição de ponte*) – 4 x 20 sec (ver Figura 14);
- Prancha lateral (*deitado lateralmente, apoiar o peso do corpo no antebraço e o lado dos pés, contrair os músculos abdominais e da pelve; concentrar a força de contracção na zona abdominal e pélvica; manter os ombros alinhados e as costas em linha recta*) – 4 x 20 sec em ambos os lados (ver Figura 15);
- Gelo (*posição deitado*) – 20 min

Fase 2 (progressão*)

- Moderada – para alta – intensidade de deslocamentos laterais para ambos os lados – 3 x 1 min;
- Moderada – para alta – intensidade de deslocamentos laterais com passo cruzado para ambos os lados – 3 x 1 min;
- Moderada – para alta – intensidade de deslocamentos frontais e à retaguarda sobre uma linha ao mesmo tempo enquanto se movem lateralmente – 2 x 1 min;
- Apoio unipodal com rotação do tronco e flexão da pelve levando a mão à frente da perna – 4 x 20 sec de repetições alternadas com toques sucessivos (ver Figura 17);
- Push-up estabilizados com rotação do tronco (*início do push-up, com os braços em extensão, em seguida, manter essa posição com uma mão, rodar o tronco para o lado da mão que levanta em direcção ao tecto, manter a posição fixa por uns segundos e voltar à posição inicial*) – 2 x 15 reps para cada lado (ver Figura 16);
- Batimentos com os pés no mesmo local (*jogging com velocidade crescente no mesmo local, levantando o pé somente uns centímetros do solo*) – 4 x 20 seg;
- Alongamento dos ísquio-tibiais por FNP (*facilitação neuromuscular proprioceptiva*) do tronco em pull-down com elásticos thera-band (*em posição de pé, com os braços estendidos e mãos direccionadas para o tecto agarrando ambas o elástico – o elástico deve estar preso para criar resistência; Movimento para a esquerda: braço esquerdo (líder) – extensão – abdução – rotação medial, braço direito (secundário) – extensão – abdução – rotação medial, flexão do pescoço e rotação do tronco*) – 2 x 15 reps para a esquerda e direita
- Os exercícios não devem ter movimentos de alta - velocidade e devem ser executados livres de sintomatologia dolorosa;
- Gelo durante 20 minutos se houver no local da lesão sintomas de fadiga ou apresentar desconforto.

Nota: Baixa intensidade é uma velocidade de movimento que é inferior ou próxima à da marcha normal; Moderada intensidade é uma velocidade de movimento maior do que a marcha normal, mas não tão grande como a da actividade desportiva; Alta intensidade é uma velocidade de movimento semelhante à actividade desportiva.

***Critério de progressão:** Os atletas progridem a partir de exercícios na fase 1 para exercícios da fase 2, quando conseguirem andar com um padrão de marcha normal e fazer uma marcha alta (*flexão do joelho alto durante o ciclo da marcha*) no mesmo local sem gerar dor.

Quadro 16 – Exemplo de um programa de reabilitação pós-rotura muscular (*I - II Grau*) dos ísquio-tibiais para jogadores de futebol de alto nível com reabilitação individual em agilidade progressiva e estabilização do tronco [adaptado Sherry & Best (2004)]

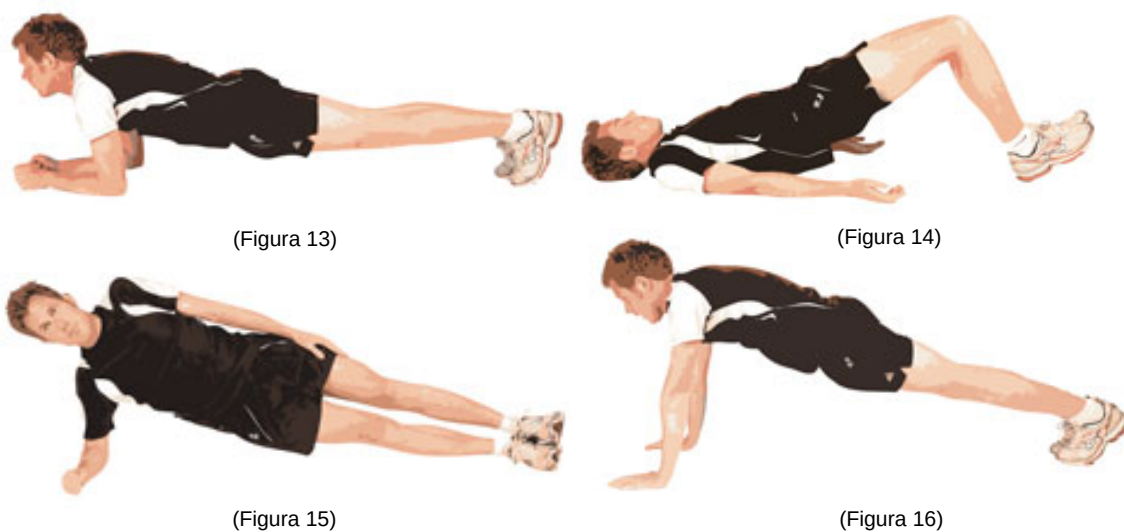


Figura 13 – Prancha em decúbito ventral; Figura 14 – Prancha em supino; Figura 15 – Prancha lateral; Figura 16 – Posição inicial de um push-up [adaptado Grantham]



Figura 17 – Apoio unipodal com rotação do tronco e flexão da pelve levando a mão à frente da perna [adaptado Sherry & Best (2009)]

2.3.17. PREVENÇÃO

Atletas que tenham sofrido uma rotura muscular dos ísquio-tibiais devem ser instruídos e incentivados a manter ou iniciar um programa preventivo de fortalecimento muscular e alongamentos dos ísquio-tibiais, uma vez que o risco de recidiva é muito alto (Worrell, 1994; Peterson & Hölmich, 2005; Järvinen et al., 2007; Verrall et al., 2009).

2.3.17.1. FORÇA, FLEXIBILIDADE E AQUECIMENTO

Árnason et al, (2008) num estudo sobre jogadores Islandeses e Noruegueses de futebol de elite, concluíram que o treino de força excêntrica com “Nordic Hamstring” combinado com os alongamentos para aquecimento e o treino da flexibilidade parecem ser eficazes na prevenção das roturas musculares dos ísquio-tibiais no futebol. Em contrapartida, os alongamentos durante o aquecimento e o treino da flexibilidade dos músculos ísquio-tibiais não teve qualquer efeito sobre a incidência das roturas musculares destes músculos. Nos estudos de Brooks et al. (2006) e Gabbe et al. (2006), os programas de fortalecimento muscular dos ísquio-tibiais com treino de força excêntrica “Nordic Hamstring” reduziram a incidência e a gravidade das roturas musculares dos ísquio-tibiais que ocorrem durante o treino ou competição, quando comparados com programas mais tradicionais de fortalecimento muscular concêntrico.

Mjølsnes et al. (2004), compararam em jogadores de futebol Norueguês um programa de fortalecimento muscular excêntrico dos ísquio-tibiais (*Nordic Hamstring*), com um programa de fortalecimento muscular concêntrico dos ísquio-tibiais (*Leg Curl*). Concluíram que o programa de exercício de força excêntrica (*Nordic Hamstring*) foi mais eficaz do que o exercício de força concêntrica (*Leg curl*) no desenvolvimento da força máxima excêntrica dos ísquio-tibiais, na força de relação I/Q e na força isométrica dos ísquio-tibiais. Sendo assim, o exercício “Nordic Hamstring” pode reduzir o risco de um jogador sofrer uma rotura muscular dos ísquio-tibiais.

O papel do alongamento na prevenção de lesões, no entanto, continua a ser muito controverso (Witvrouw et al., 2004). Assim, o foco para a prevenção das lesões músculo-esqueléticas, recentemente deixou de estar centrado, meramente, no alongamento muscular, para centrar a sua atenção em protocolos específicos adaptados ao fortalecimento muscular (Järvinen et al., 2007).

Existem poucos estudos publicados sobre a prevenção das roturas musculares dos ísquio-tibiais. Do mesmo modo, um pequeno número de programas de reabilitação foi validado. Assim, são poucas as provas científicas

que permitam avaliar os resultados de qualquer programa de prevenção de lesões dos músculos ísquio-tibiais. Todavia, a análise dos dados disponíveis demonstra que alguns métodos para a prevenção de roturas musculares dos ísquio-tibiais têm um benefício provável, enquanto outros demonstram um benefício possível e, finalmente, outros têm sido mencionados como sendo benéficos, com base na opinião de especialistas. (Verrall et al., 2009)

Um resumo destes métodos é apresentado na matriz de prevenção de roturas musculares dos ísquio-tibiais no Quadro 18, e um programa de prevenção das roturas musculares dos ísquio-tibiais com treino excêntrico “Nordic Hamstring” (ver Figura 18) é apresentado no Quadro 19.

2.3.17.2. TENDÊNCIAS ACTUAIS NA IMPLEMENTAÇÃO DOS PROGRAMAS DE PREVENÇÃO

Verrall et al. (2005) criaram um programa de prevenção para roturas musculares dos ísquio-tibiais desenvolvido para desportos colectivos com base em alguns princípios básicos relacionados com o desporto específico, procedimentos de testes específicos, exercícios específicos que reflectam com maior precisão as exigências do desporto, aumentando os músculos ísquio-tibiais com alongamento muscular enquanto está fatigado, evitando os exercícios que podem causar uma incompatibilidade no rácio da força I/Q e evitar exercícios que podem mudar a curva comprimento – tensão dos músculos ísquio-tibiais de forma negativa. Há algumas evidências de que o treino com base nestes princípios pode reduzir significativamente o risco de roturas musculares dos ísquio-tibiais (ver Quadro 17).

TÊNDENCIAS ACTUAIS NA IMPLEMENTAÇÃO DOS PROGRAMAS DE PREVENÇÃO DAS ROTURAS MUSCULARES DOS ÍSQUIO-TIBIAIS	
Progressão	Fundamentação
(1) Implementar procedimentos de testes que meçam a performance requisitada (sprint intervalado de alta - intensidade) do futebol	A maioria dos desportos de equipa especialmente as equipas de elite medem a performance atlética na pré-temporada para avaliar a condição do atleta. Muitas vezes o atleta concentra o seu treino com ênfase na performance medida. Como o "treino enquanto se joga" é o objectivo da condição da pré-temporada, então no que diz respeito à prevenção de lesões dos ísquio-tibiais, usar medidas de performances anaeróbias intervaladas é preferível a performance aeróbia. Um exemplo disso é a utilização do teste de corrida de 20 m shuttle com repetições (multi-fases de testes de condição) em vez da performance nos 3 km (contra-relógio).
(2) Implementar no treino exercícios específicos que mais se aproximem as condições do dia do jogo	Melhorar a condição muscular a performance anaeróbia e obtenção de resistência à fadiga
(3) Aumentar o número de alongamento muscular dos ísquio-tibiais enquanto o músculo está fatigado.	Aumentar da absorção de energia dos músculos ísquio-tibiais para qualquer comprimento do músculo e melhorar a resistência à fadiga.
(4) Evitar exercícios que possam reduzir o rácio da força I/Q	Um exemplo disso é a crescente utilização dos exercícios de cadeia cinética fechada para os treinos de pesos em vez de exercícios de cadeia cinética aberta, estes últimos exercícios são mais susceptíveis de alterar o rácio I/Q. A relação da força dos I/Q tem sido demonstrado ser preditiva para a lesão da rotura muscular dos ísquio-tibiais. Assim, qualquer exercício que possível de alterar este rácio deve ser evitada, especialmente em atletas sem história prévia de lesões dos ísquio-tibiais
(5) Evitar exercícios que podem mudar a curva comprimento-tensão dos músculos ísquio-tibiais de forma negativa	Um exemplo desta situação seria aumentar o volume da corrida lenta ou de treino de cross usando bicicleta estática em atletas que necessitam de curvas de comprimento-tensão máximas, isto é, os atletas requerem sprint de máxima intensidade. Diminuir a curva comprimento-tensão dos músculos isquiotibiais pode colocar o atleta em risco aumentado de lesão. Este é o mecanismo postulado para a elevada taxa de lesões em atletas que tiveram uma lesão dos ísquio-tibiais anterior.

Quadro 17 – Tendências actuais na implementação dos programas de prevenção das roturas musculares dos ísquio-tibiais para jogadores de futebol de alto nível, que exige performance anaeróbio intervalada de alta-intensidade e performance aeróbio [adaptado Verrall e tal., 2005 e Verrall et al., (2009)]

2.3.17.3. MATRIZ DE PREVENÇÃO

MATRIZ DE PREVENÇÃO DAS ROTURAS MUSCULAR DOS ÍSQUIO-TIBIAIS			
	Pré-lesão	Lesão	Pós-lesão
Atleta	Melhorar a especificidade do treino Aumentar a resistência à fadiga Identificar atletas em risco e implementar programas específicos de prevenção Fortalecimento dos músculos ísquio-tibiais Melhorar a flexibilidade muscular Aquecimento	Minimizar a fadiga	Adequado e abrangente programa de reabilitação Identificar o grau da lesão dos ísquio-tibiais e o programa de reabilitação adequado para ser instituído
Regras/meio ambiente	—	—	—
Material	Calça térmica	—	—

Quadro 18 – Matriz de prevenção das roturas musculares dos ísquio-tibiais: potenciais medidas de prevenção da lesão [adaptado Verrall et al., (2009)]

2.3.17.4. PROGRAMA DE PREVENÇÃO

PROGRAMA DE PREVENÇÃO DAS ROTURAS MUSCULARES DOS ÍSQUIO-TIBIAIS			
Semana	Sessões por semana	Séries e repetições	Comentários
1	1	2 séries, 5 repetições	Adaptação ao exercício. Importante começar lentamente, uma vez que é um exercício extremamente intenso. Deve-se começar de forma isométrica, mantendo a posição por alguns segundos. O movimento deve ser introduzido de forma gradual. Não fazer muitas sessões, séries ou repetições no início, poderia resultar em dor muscular excessiva.

2	2	2 séries, 6 repetições	Tentar manter em contracção os ísquio-tibiais o mais tempo possível, com a deslocação do tronco para a frente, antes das mãos contactarem o solo.
3	3	2 séries, 6-8 repetições	Aumentar a carga. Isso é possível, através de uma maior resistência (<i>maior contracção dos ísquio-tibiais</i>) à inclinação do tronco para a frente e realizar mais sessões, séries e repetições.
4	3	2 séries, 8-10 repetições	Programa quase completo
5 ou mais	3	2 séries, 12-10-8 repetições	Programa completo. Quando é possível suportar toda a ADM para 12 repetições, a carga pode ser aumentada pela adição de velocidade na fase inicial do movimento, ou ter alguém a empurrar o atleta nas costas (<i>ao nível dos ombros</i>) na fase inicial.

Critério de progressão: A adaptação ao exercício excêntrico é um requisito essencial para a sua progressão. É importante começar lentamente, a contracção muscular mais aconselhada é a estática ou isométrica numa fase inicial. A progressão dá-se de forma gradual na dificuldade do exercício: (1) movimento; (2) sessões, (3) séries, (4) repetições. Os exercícios excêntricos (*prevenção*) poderão ser feitos no início, se não forem demasiado exigentes (Soares, 2007).

Quadro 19 – Programa de treino de força excêntrica “Nordic Hamstring”, de prevenção das roturas musculares dos ísquio-tibiais para jogadores de futebol de alto nível [adaptado Mjøltnes et al., (2004), Árnason et al., 2008 e Verrall et al., (2009)]

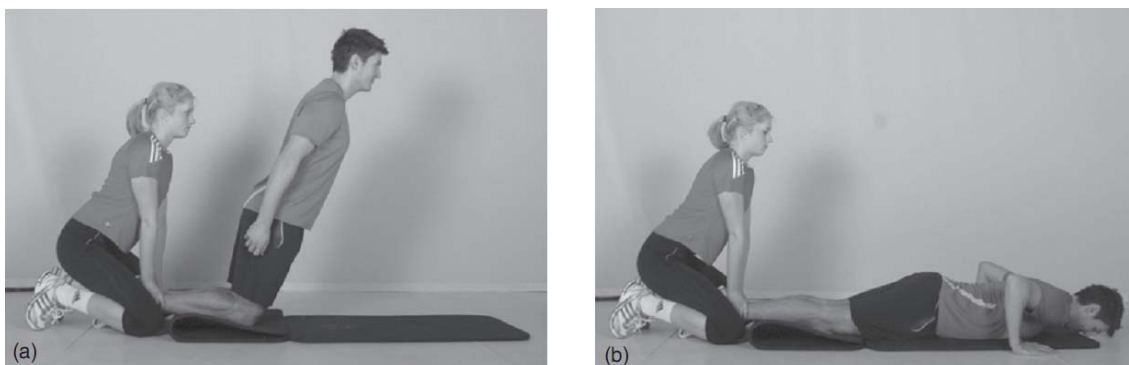


Figura 18 – Treino de força excêntrica usando “Nórdic Hamstring”. “Nordic hamstring” é um exercício conjunto. O atleta está ajoelhado no solo em posição firme. O parceiro estabiliza as pernas do atleta, mantendo-as fixas ao solo. É importante que o parceiro segure e aperte as pernas, e não permita qualquer movimento do atleta. O atleta inclina-se para a frente, mantendo as costas rectas, sendo permitida uma ligeira flexão da pelve. O atleta resiste ao deslocamento para a frente contraindo os ísquio-tibiais no mais longo tempo possível até o peito tocar no solo, usando os braços e as mãos para amortecer a queda. Já no solo o atleta usa os braços e as mãos para empurrar o corpo em sentido contrário para atingir a posição inicial de “Nordic Hamstring” [adaptado Verrall et al., (2009)].

3. CONCLUSÕES

As roturas musculares agudas (*I - II grau*) dos músculos ísquio-tibiais são problemas comuns nos jogadores de futebol, bem como para a equipa técnica que lida com os cuidados a prestar aos jogadores.

Na literatura as roturas musculares são classificadas como lesões musculares: leve (*grau I*), moderada (*grau II*), e grave (*grau III*). Embora as roturas musculares dos ísquio-tibiais também possam ser consideradas como lesões tendinosas, porque o local da rotura é geralmente na área da JMT, muitas vezes envolvendo também o tecido tendíneo: proximal e distal.

No futebol as roturas musculares agudas (*I e II grau*) dos ísquio-tibiais são as mais frequentes, sendo a rotura muscular do bicípite femoral, o músculo mais afectado do grupo muscular dos ísquio-tibiais. As roturas dos ísquio-tibiais resultam de alongamento exagerado ou de uma contracção rápida do grupo muscular, pois este esforço excede a capacidade da unidade miotendinosa causando vários graus de rotura dentro da unidade (Sutton, 1982). Clinicamente, as roturas musculares dos ísquio-tibiais parecem estar relacionadas com as acções balísticas mais comuns no movimento de corrida ou sprint, mas vários estudos epidemiológicos têm proposto diversos factores etiológicos, que têm sido atribuídos isoladamente ou em conjunto e que podem contribuir para a rotura muscular dos ísquio-tibiais: má postura, má técnica na corrida, fraca flexão e inclinação da pelve, fadiga ou excesso de fadiga, falta de aquecimento, défice de condição física, lesão anterior, gestão e recuperação inadequadas de lesões anteriores, e mais frequentemente citados são os desequilíbrio muscular antagonista/agonista, diferença bilateral e diminuição da flexibilidade do grupo muscular. A gestão inadequada e a recuperação incompleta após a lesão inicial e a falta de restauro da força normal e da flexibilidade dos ísquio-tibiais provavelmente contribuem para a elevada taxa de recidiva.

A recuperação de uma lesão depende de um diagnóstico preciso no primeiro instante, de um tratamento primário (*clínico*) e secundário (*desportivo*) apropriados, de um período de recuperação planeado e de um retorno

progressivo à competição (Reilly et al., 2003).

O diagnóstico precoce e correcto, bem como a classificação exacta da rotura muscular dos ísquio-tibiais são os elementos básicos para o tratamento adequado e para a recuperação da lesão (Koulouris e Connell 2005), sendo o prognóstico essencial para uma previsão exacta de recuperação podendo contribuir no futuro para uma gestão mais precisa dos jogadores. Apesar de existirem diferentes opiniões quanto ao valor de um exame clínico, quando se trata de prever a duração do tempo necessário para o regresso à competição, a maioria dos estudos mostra que as técnicas de imagem são as mais utilizadas: a ressonância magnética e a ultra-sonografia destinam-se a identificar o músculo lesado e a avaliar a gravidade da rotura. Os resultados dos estudos com exames clínicos prevêem 3 a 4 semanas (*média*) de regresso à competição para um rotura muscular aguda (*I - II grau*) dos ísquio-tibiais.

Nas três últimas décadas tem existido um desenvolvimento assinalável na investigação científica relacionada com o sistema músculo-tendinoso providenciando uma valiosa base para o tratamento destas lesões. Com a incorporação desses conhecimentos na prática ortopédica, a gravidade das roturas musculares dos músculos ísquio-tibiais será identificada e reconhecida, e o seu tratamento pode seguir um protocolo estabelecido e projectado para restaurar a função tão rápida e completamente quanto possível (Clanton & Coupe, 1998).

Provavelmente o tratamento conservador será o primeiro a que se recorre quando se lida com uma rotura muscular aguda dos ísquio-tibiais. Actualmente existe apenas um estudo disponível que investigou o efeito de diferentes programas de reabilitação pós-rotura muscular aguda dos ísquio-tibiais, o tempo de regresso à competição e a recorrência de recidivas (Sherry & Best, 2004). Os resultados indicaram que um programa de reabilitação incidindo sobre a progressão funcional e a estabilidade do núcleo deixa um atleta menos propenso a recidivas do que um programa mais tradicional enfatizando a força e a flexibilidade.

A maioria dos estudos na literatura usa como orientação comum os princípios do tratamento conservador para a rotura muscular dos ísquio-tibiais,

apesar de não existir padronização entre os protocolos de reabilitação para estas lesões. A grande maioria dos estudos tem em consideração a informação necessária no processo de cicatrização e regeneração do músculo quando desenvolve um programa de tratamento e reabilitação dos músculos ísquio-tibiais. Todavia, não existem estudos que descrevam que tipo de programa de tratamento e reabilitação os jogadores devem executar quando sofrem de diferentes tipos destas roturas musculares.

À luz dos protocolos que foram revistos na literatura, o tratamento conservador eclético proposto é dividido por fases que ocorrem frequentemente em simultâneo e estão normalmente associadas. O programa de reabilitação é destinado inicialmente a limitar a dor e a inflamação com repouso e imobilização imediatamente após a lesão, com posterior reabilitação e aumento gradual da mobilização voltada para estimular o processo de reparação e restaurar a funcionalidade normal, focando progressivamente: exercícios de fortalecimento, alongamento, proprioceptivos, e actividades de corrida. Dentro dos programas de reabilitação em análise, a ênfase no treino excêntrico parecia ser o foco principal. Apesar de ter sido apresentada como um tema comum, não foi apresentada como uma técnica de reabilitação.

O timing correcto para o regresso à competição após uma rotura muscular dos ísquio-tibiais não foi definido, mas tradicionalmente é baseado na força normalizada, na flexibilidade e na capacidade de realizar sem dor actividades desportivas específicas (Petersen & Hölmich, 2005).

O facto de muitos dos estudos estarem centrados na natureza preventiva das roturas musculares dos ísquio-tibiais, é devido ao conhecimento das principais contribuições que na grande maioria das vezes a rotura muscular dos ísquio-tibiais propicia; um estado onde a força excêntrica dos músculos ísquio-tibiais é a mais fraca. Daí o foco principal dos programas de tratamento e reabilitação enfatizar o treino excêntrico dos ísquio-tibiais num ambiente controlado destinado a minimizar a recidiva.

Muitos dos programas de prevenção das roturas musculares dos ísquio-tibiais focam o treino específico de exercício excêntrico, com exercícios “Nordic Hamstring”. Os estudos sobre prevenção examinaram a relação entre

programas de treino excêntrico e concêntrico, flexibilidade, terapia manual, treino específico desportivo.

O processo de diagnosticar, avaliar, recuperar e prevenir as roturas musculares dos ísquio-tibiais é elaborado e organizado por uma equipa técnica, geralmente multi profissional, que interage reciprocamente através do intercâmbio de conhecimentos, experiências e informações (Betts, 2006; Volpi, 2006), em que o preparador/recuperador físico é o responsável pela condição atlética dos jogadores, desempenha um papel importante no regresso à competição desportiva após um processo de reabilitação da lesão e traça estratégias de prevenção pré e pós-lesão.

Têm sido publicadas poucas evidências baseadas na investigação sobre o tratamento e a prevenção das roturas musculares dos ísquio-tibiais, pelo que há uma necessidade de mais pesquisas, de preferência sob a forma de pesquisas controladas randomizadas (Petersen & Hölmich, 2005) para determinar as melhores estratégias de prevenção e reabilitação (Drezner, 2003).

Há uma demanda para a investigação nos domínios da eficácia de programas de reabilitação sobre roturas musculares dos ísquio-tibiais. Embora a comparação entre programas possa ser encontrada na literatura há necessidade de mais informação (Siegel, 2007).

Este trabalho é fundamental para descrever a actual situação das roturas musculares dos ísquio-tibiais no futebol moderno, e de que modo se podem controlar os factores etiológicos tanto na minimização da ocorrência como na prevenção da lesão. Este trabalho contribui para o conhecimento actual dos programas de reabilitação existentes e sua efectivação na recuperação da rotura muscular dos ísquio-tibiais. Com base nas informações apresentadas neste trabalho podemos usar as melhores técnicas para reabilitar e prevenir as roturas musculares dos ísquio-tibiais. Esse conhecimento pode fornecer uma base para futuras orientações na reabilitação deste tipo de roturas musculares.

3.1. FUTURAS PERSPECTIVAS

O campo da condição atlética e a medicina desportiva estão actualmente numa rápida e emocionante era de desenvolvimento, na busca da melhor saúde e da melhor performance dos atletas. Com o aumento da actividade desportiva, o número de lesões nos músculos ísquio-tibiais provavelmente continuará a aumentar, pelo que se investigam novos métodos de tratamento, de reabilitação e de prevenção, no sentido de desenvolver o método mais adequado.

É um dado adquirido que o papel do preparador/recuperador físico é crucial e importante no processo de tratamento, reabilitação e prevenção das lesões desportivas. Desse modo devido aos dados do presente estudo, e perspectivando o futuro, seria de grande interesse estudar junto dos clubes de futebol:

- Como está organizado e interage o preparador/recuperador físico junto da equipa técnica (*médico, fisioterapeuta*), e qual o seu papel e que tipo de intervenção lhe está destinada no tratamento, reabilitação e prevenção de uma rotura muscular dos ísquio-tibiais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A

Aagaard, P., Simonsen, E.B, Magnusson, S.P., Larsson, B., & Dyhre-Poulsen, P. (1998). A new concept for isokinetic hamstring:quadriceps muscle strength ratio. *Am J Sports Med*, 26, 231-237.

Agre, J.C. (1985). Hamstring injuries. Proposed aetiological factors, prevention, and treatment. *Sports Med*, 2, 21-33.

Agre, J.C., & Baxter, T.L. (1987). Musculoskeletal profile of male collegiate soccer players. *Arch Phys Med Rehabil*, 68: 147-150.

Alioto, R.J., Browne, J.E., Barnthouse, C.D., & Scott, A.R. (1997). Complete rupture of the distal semimembranosus complex in a professional athlete. *Clin Orthop Relat Res*, 336, 162-165.

Almekinders, L.C., & Gilbert, J.A. (1986). Healing of experimental muscle strains and the effects of nonsteroidal antiinflammatory medication. *Am J Sports Med*, 14 (4), 303-8.

Almekinders, L.C. (1993). Anti-inflammatory treatment of muscular injuries in sports. *Sports Med*, 15, 139-145.

Almekinders, L.C. (1999). Anti-inflammatory treatment of muscular injuries in sport. Anupdate of recent studies. *Sports Med*, 28 (6), 383-8.

Arnason, A., Sigurdsson, S.B., Gudmundsson, A., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2004). Risk factors for injuries in football. *Am J Sports Med*, 32, 5S-16S.

Arnason, A., Andersen, T.E., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2008). Prevention of hamstring strains in elite soccer: an intervention study. *Scand J Med Sci Sports*, 18, 40–48.

Arnason,, A., Gudmundsson, A., Dahl, H.A., & Jóhannsson, E. (1996). Soccer injuries in Iceland. *Scand J Med Sci Sports*, 6, 40-45.

Askling, C., Lund, H., Saartok, T., Thorstensson, A. (2002). Self-reported hamstring injuries in student-dancers. *Scand J Med Sci Sports*, 12, 230-235.

Askling, C., Karlsson, J., & Thorstensson, A. (2003). Hamstring injury occurrence in elite soccer players after preseason strength training with eccentric overload. *Scand J Med Sci Sports*, 13, 244–250..

Askling, C. (2008). *Hamstring muscle strain*. Stockholm: Reproprint. Thesis for doctoral degree (Ph.D.) From the Department of Molecular Medicine and Surgery, Karolinska Institutet.

Astrid, Junge, A., Jiri Dvorak, Graf-Baumann, T., & Peterson, L. (2004). Football Injuries During FIFA Tournaments and the Olympic Games, 1998–2001. *The American Journal of Sports Medicine*, 32, 1 Suppl.

B

Bahr, R., & Holme, I. (2003). Risk factors for sports injuries – a methodological approach. *Review. Br J Sports Med*, 37, 384-392.

Best, T.M. (1997). Soft-tissue injuries and muscle tears. *Clin Sports Med*, 16, 419-434.

Betts, T. (2006). Physiotherapy – the team physiotherapist. In A.A. Narvani, P. Thomas, B. Lynn (Eds.), *Key topics in sports medicine* (pp.221-224). New York: Taylor & Francis e-Library.

Beiner, J.M., Jok, I.P., Cholewicki, J., & Panjabi, M.M. (1999). The effect of anabolic steroids and corticosteroids on healing of muscle contusion injury. *Am J Sports Med*, 27, 2-9.

Bennell, K., Wajswelner, H., Lew, P., Schall-Riauour, A., Leslie, S., Plant, D., et al. (1998). Isokinetic strength testing does not predict hamstring injury in Australian Rules footballers. *Br J Sports Med*, 32, 309-314.

Birch, D., McLaren, D., & George, K. (2005). Fiber Types. In D. Birch, D. McLaren & K. George (Eds.), *Instant Notes. Sport & Exercise Psysiology* (pp. 50-51). New York: Taylor & Francis Group.

Blasier R.B.; Morawa L.G. (1990). Complete rupture of the hamstring origin from a water skiing injury. *Am J Sports Med*, 18, 435-437.

Bloomfield, J., Polman, R., & O'Donoghue, P. (2009). Deceleration and turning movements performed during FA Premier League soccer matches. In R. Thomas, F. & Korkusuz (Eds.), *Science and Football VI. The Proceedings of the Sixth World Congress on Science and Football* (pp. 174-181). New York: Taylor & Francis e-Library.

Booher, J.M., & Thibodeau, G.A. (1994a). Instroduction and anatomic basis for athetic injury assessement. J.M. Booher, & G.A. Thibodeau (Eds.), *Athletic*

injury assessment (3^a ed., pp.1-11). St.Louis: Mosby.

Booher, J.M., & Thibodeau, G.A. (1994b). The body's response to trauma and environment stress. J.M. Booher, & G.A. Thibodeau (Eds.), *Athletic injury assessment* (3^a ed., pp.117-11). St.Louis: Mosby.

Brockett, C.L., Morgan, D.L., & Proske, U. (2004). Predicting strain injury in elite athletes. *Med Sci Sports Exerc*, 36, 379–387.

Brooks, J.H., Fuller, C.W., Kemp, S.P., & Reddin, D.B. (2006). Incidence, risk, and prevention of hamstring muscle injuries in professional rugby union. *Am J Sports Med*, 34, 1297-1306.

Brughelli, M., Nosaka, K., & Cronin, J. (2009). Application of eccentric exercise on an Australian Rules football player with recurrent hamstring injuries. *Physical Therapy in Sport*, 10, 75–80.

C

Cacchio, A., Melegati, G., & Volpi, P. (2006). Return to play. In N. P. Thomas, F. Carraro, S. Campana & G. Facchetti (Eds.), *Football Traumatology. Current Concepts: from Prevention to Treatment* (pp. 389-396). Milan: Springer.

Candel, R.J. (2004). *The Rehabilitation of Sports Muscle and Tendon Injuries*. Interna. Isokinetics: Internacional Congress, 2004.

Clanton, T.O., & Coupe, K.J. (1998). Hamstring strains in athletes: diagnosis and treatment. *J Am Acad Orthop Surg*, 6, 237–48.

Clanton, T., James, S.T., & Brent Brotzman, S. (2003). Hamstring Injuries in Athletes. In S.B. Brotzman & K.E. Wilk, (Eds.), *Clinical Orthopaedic Rehabilitation* (2^a ed., pp.475-491). Philadelphia: Mosby.

Connell, D.A., Schneider-Kolsky, M.E., Hoving, J.L., Malara, F., Buchbinder, R., Koulouris, G. et al. (2004). Longitudinal study comparing sonographic and MRI assessments of acute and healing hamstring injuries. *Am Roentgenology*, 183, 975-984.

Croisier, J. (2004). Factors associated with recurrent hamstring injuries. *Sports Medicine*, 34, 681–695.

Croisier, J.L., & Crielaard, J.M. (2000). Hamstring muscle tear with recurrent complaints: An isokinetic profile. *Isokinetics Exerc Sci*, 8, 175-180.

Croisier, J.L., Forthomme, B., Namurois, M.H, Vanderthommen, M., & Crielaard, J.M. (2002). Hamstring muscle strain recurrence and strength performance disorders. *Am J Sports Med*, 30, 199-203.

D

Dadebo, B., White, J., & George, K.P. (2004). A survey of flexibility training protocols and hamstring strains in professional football clubs in England. *Br J Sports Med*, 38, 388-394.

Denegar, C.R, Perrin, D.H., Rogol, A.D., & Rutt, R. (1989). Influence of transcutaneous electrical nerve stimulation on pain, range of motion and serum cortisol concentration in females with induced delayed onset muscle soreness. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 11, 108-111.

Devlin, L. (2000). Recurrent posterior thigh symptoms detrimental to performance in rugby union: predisposing factors. *Review. Sports Med*, 29, 273-287.

De Smet A.A., & Best T.M. (2000). MR imaging of the distribution and location of acute hamstring injury in athletes. *ARJ*, 174, 393-399.

Dick, P.V., Gielen, J.L., & Vanhoenacker, F.M. (2007). Imaging Techniques and Procedures in sports injuries. In F. M. Vanhoenacker, M. Maas & J. L. Gielen (Eds), *Imaging of Orthopedic Sports Injuries* (pp.7-14). New York: Springer.

Donaldson, C.T., & Dreese, J.C. (2006). Hamstring and quadriceps injuries. *Current Opinion in Orthopaedics*, 17, 145–148.

Draganich, L.F., Jaeger, R.J., & Kralj, A.R. (1989). Coactivation of the hamstring and quadriceps during extension of the knee. *J Bone Joint Surg Am*, 71, 1075–81.

Drezner, J.A. (2003). Practical management: hamstring muscle injuries. *Review. Clin J Sport Med*, 13, 48-52.

Durall, C.J., & Sawhney, R. (2009). Força. In F.E. Huber & C.L. Wells (Eds), *Exercícios terapêuticos. Planeamento do tratamento para progressão* (pp.107-139). Loures: Lusodidacta.

Dvorak, J., Junge, A., Chomiak, J., Graf-Baumann T., Peterson L., Rösch D., et al. (2000). Risk factor analysis for injuries in football players. Possibilities for a prevention program. *Am J Sports Med*, 28, S69-S74.

E

Ekstrand, J., & Gillquist, J. (1983). Soccer injuries and their mechanisms: a prospective study. *Med Sci Sports Exerc*, 15, 267-270.

Ekstrand, J. (2008). Epidemiology of football injuries. *Science & Sports*, 23, 73–77.

Elliott, B.C., & Blanksby, B.A. (1979). The synchronization of muscle activity and body segment movements during a running cycle. *Med Sci Sports*, 11, 322-327.

Espergueira-Mendes, J., & Aires, C. (2006). Referee Lesions. In N. P. Thomas, F. Carraro, S. Campana & G. Facchetti (Eds.), *Football Traumatology. Current Concepts: from Prevention to Treatment* (pp. 89-100). Milan: Springer.

F

Folsom, G.J., & Larson, C.M. (2008). Surgical treatment of acute versus chronic complete proximal hamstring ruptures: results of a new allograft technique for chronic reconstructions. *Am J Sports Med*, 36: 104-109.

Fuller, C.W., Ekstrand, J., Jungue, A., Anderson, T.E., Bahr, R., Dvoraj, J., et al. (2006). Consensus statement on injury definitions and data collection procedures in studies of football (soccer) injuries. *Br J Sports Med*, 40, 193–201.

G

Gage, J.R., Deluca, P.A., & Renshaw T.S. (1995). Gait analysis: principles and

applications. *J Bone Joint Surg Am*, 77, 1607–23.

Gabbe, B.J., Bennell, K.L., Finch, C.F., Wajswelner, H., & Orchard, J. W. (2006). Predictors of hamstring injury at the elite level of Australian football. *Scand J Med Sci Sports*, 16, 7–13.

Garrett, W.E., Califf, J.C., & Bassett, F.H. (1984). Histochemical correlates of hamstring injuries. *Am J Sports Med*, 12, 98-103.

Garrett, W.E., Safran, M.R., Seaber, A.V., Glisson, R.R., & Ribbeck, B.M. (1987). Biomechanical comparison of stimulated and nonstimulated skeletal muscle pulled to failure. *Am. J. Sports Med*, 15, 448-454.

Garrett, W.E., Rich F.R., Nikolaou, P.K., & Vogler, J.B. (1989). Computed tomography of hamstring muscle strains. *Med Sci Sports Exerc*, 21, 506-514.

Garrett, W.E. (1996). Muscle strain injuries. Review. *Am J Sports Med*, 24, S2-S8.

Garrett, W.E. (1990). Muscle strain injuries: clinical and basic aspects. *Am J Sports Med*, 22, 436–443.

Gidwani S., & Bircher M.D. (2007). Avulsion injuries of the hamstring origin – A series of 12 patients and management algorithm. *Ann R Coll Surg Eng*, 89, 394–99.

Giza, E., & Micheli, L.J. (2005). Soccer injuries. In N. Mallufi & D.J. Caine (Eds), *Epidemiology of Pediatric Sports Injuries: Team Sports* (vol. 49, pp.140-169). Basel: Karger.

Gibbs, N.J., Cross, T.M., Cameron, M., & Houang, M.T. (2004). 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. *J Sci Med Sport*, 7, 248-258.

Gokaraju, K., Garikipati, S., & Ashwood, N. (2008). Hamstring injuries. *Trauma*, 10, 271–279.

Grantham, N. Consult 5 de Ago 2009, disponível em <http://www.runnersworld.co.uk/news/article.asp?uan=3586>

Grimshaw, P., Lees, A., Fowler, N., & Burden, A (2007). Biomechanical characteristics of running. In P. Grimshaw, A. Lees, N. Fowler, & A. Burden (Eds.), *Instant Notes. Sport and Exercise Biomechanics* (pp. 254-260). New York: Taylor & Francis Group.

Greg, J., Folsom, M.D., Christopher, M., & Larson, C.M. (2008). Surgical Treatment of Acute Versus Chronic Complete Proximal Hamstring Ruptures. *The America Journal of Sports Medicine*, 36, 1.

H

Hawkins, R.D., & Fuller.C.W. (1999). A prospective epidemiological study of injuries in four English professional football clubs. *British Journal of Sports Medicine*, 33, 196–203.

Hawkins, R.D., Hulse, M.A., Wilkinson, C., Hodson, A., & Gibson, M. (2001). The association football medical research programme: an audit of injuries in professional football. *British Journal of Sports Medicine*, 35 (1), 43–7.

Hagglund, M., Walden, M., & Ekstrand, J. (2005). Injury incidence and distribution in elite football: a prospective study of the Danish and the Swedish top divisions. *Scand J Med Sci Sports*, 15, 21–28.

Hägglund, M., Waldén, M., & Ekstrand, J. (2006). Previous injury as a risk factor for injury in elite football: a prospective study over two consecutive seasons. *Br. J. Sports Med.*, 40, 767-772.

Heidt, R.S., Sweeterman, L.M., Carlonas, R.L., Traub, J.A., & Tekulve, F.X. (2000). Avoidance of soccer injuries with preseason conditioning. *Am J Sports Med*, 28, 659-662.

Heiderscheit, B.C., Hoerth, D.M., Chumanov, E.S., Swanson, S.C., Thelen, B.J., & Thelen, D.G. (2005). Identifying the time of occurrence of a hamstring strain injury during treadmill running: a case study. *Clin Biomech*, 20, 1072-1078.

Heiser, T.M., Weber, J., Sullivan, G., Claire, P., & Jacobs, R.R. (1984). Prophylaxis and management of hamstring muscle injuries intercollegiate football players. *Am J Sports Med*, 12, 5.

Hoskins, W., & Pollard, H. (2005). Hamstring injury management - Part 2: Treatment. *Manual Therapy*, 10, 180–190.

Howe, T., & Hanchard, N. (2003). Functional anatomy. In T. Reilley & A.M. Williams (Eds.), *Science and Soccer* (2^a ed., pp. 9-20). London: Taylor & Francis e-Library.

Hunter, G. (1998). Specific soft tissue mobilisation in the management of soft

tissue dysfunction. *Manual Therapy*, 3(1), 2-1.

J

Järvinen, M. (1976). Healing of a crush injury in rat striated muscle, 4: effect of early mobilization and immobilization on tensile properties of gastrocnemius muscle. *Acta Chir Scand*, 142, 47–56.

Järvinen, M., Lehto, M., Sorvari, T., & Mikola, A. (1992). Effect of some anti-inflammatory agents on the healing of ruptured muscle. An experimental study in rats. *J Sports Traumatol Relat Res*, 14, 19-28.

Järvinen, M.J., & Lehto, M.U.K. (1993). The effects of early mobilisation and immobilisation on the healing process following muscle injuries. *Sports Med*, 15, 78-89.

Järvinen, T.A.H., Kääriäinen, M., Järvinen, M., & Kalimo, H. (2000). Muscle strain injuries. *Current Opinion in Rheumatology*, 12,155–161.

Järvinen, T.A., Järvinen, T.L., Kääriäinen, M., Kalimo, H., & Järvinen, M. (2005). Muscle injuries: biology and treatment. *Review. Am J Sports Med*, 33, 745-64.

Järvinen T.A., Järvinen T.L., Kääriäinen, M., Äärimaa, V., Vaittinen, S., Kalimo, H., et al. (2007). Muscle injuries: optimising recovery. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, 21 (2), 317-331.

Jönhagen, S., Németh, G., & Eriksson, E. (1994). Hamstring injuries in sprinters. The role of concentric and eccentric hamstring muscle strength and flexibility. *Am J Sports Med*, 22, 262-266.

Junge, A., Dvorak.J., & Graf-Baumann.T. (2004). Football Injuries During the

World Cup 2002. *The American Journal of Sports Medicine*, 32, 1 Suppl, S23-S27.

K

Kalimo, H., Rantanen, J., & Järvinen, M. (1997). Muscle injuries in sports. *Bailliere's Clinical Orthopaedics*, 2, 1-24.

Kääriäinen, M., Kääriäinen, J., Järvinen T.L.N., Sievänen, H., Kalimo, H., & Järvinen, M. (1998). Correlation between biochemical and structural changes during the regeneration of skeletal muscle after laceration injury. *J Orthop Res*, 16, 197–206.

Klinge, K.E., & Sallay, P.I. (2002). Surgical repair of complete proximal hamstring tendon rupture. *Am J Sports Med*, 30 (5), 742-747.

Koulouris, G., & Connell, D. (2003). Evaluation of the hamstring muscle complex following acute injury. *Skeletal Radiol*, 32, 582-589.

Koulouris, G., & Connell, D. (2005). Hamstring muscle complex: an imaging review. *Radiographics*, 25, 3, 571-586.

Koulouris, G., Connell, D.A., Bruker, P., & Shneider-Kolsky, M. (2007). Magnetic resonance imaging parameters for assessing risk of recurrent hamstring injuries in elite athletes. *Am J Sports Med*, 35, 1500-1506.

Kujala, U.M., Orava, S., & Järvinen, M. (1997). Hamstring injuries. Current trends in treatment and prevention. *Review. Sports Med*, 23, 397-404.

Kuschel, R., Deininger, M., Meyermann, R., Bomemann, A., Yablaka-Reuveni, S., & Schluesener, H.J. (2000). Allograft inflammatory factor-1 is expressed by

macrophages in injured skeletal muscle and abrogates proliferation and differentiation of satellite cells. *Journal of Neuropathology and Experimental Neurology*, 59, 323-332.

L

Lephart, S.M., & Henry, T.J. (1995). Functional rehabilitation for the upper and lower extremity. *The Orthopedic Clinics of North America*, 26(3), 579–92.

M

Malanga, G.A., Nadler, S.F., Bowen, J.E., Feinberg, J.H., & Hyman, G.S. (2005). Sports Medicine. In J.A. DeLisa, B.M. Gans, N.E. Walsh, W.L. Bockenek, W.R. Frontera, S.R. Geiringer, et al. (Eds.), *Physical Medicine & Rehabilitation: Principles and Practice* (4^o ed, pp.558-560). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.

Malliaropoulos, N.S., Papalexandris, S., Papalada, A., & Papacostas, E. (2004). The Role of Stretching in Rehabilitation of Hamstring Injuries: 80 Athletes Follow-Up. *Med Sci Sports Exerc*, 36, 756-759.

Massada, L. (1989). *Lesões musculares no desporto*. Lisboa: Editorial Caminho, SA.

Massada, J.L. (2003). *Lesões no desporto. Perfil traumatológico do jovem atleta português*. Lisboa: Editorial Caminho, SA

Mann, G., Shabat, S., Friedman, A., Morgenstern, D., Constantini, N., Lowe, J., et al. (2007). Hamstring injuries. *Review Orthopedics*, 30, 536-540.

Manso, J.M.G. (1996). *Fundamentos del entrenamiento deportivo*. 2º ed., Barcelona: Paidrotivo.

McGrecor, C., Ghosh, S., Young, D.A., & Maffulli, N. (2008). Traumatic and overuse injuries of the ischia origin of the hamstrings. *Disabil Rehabil*, 30, 1597-1601.

Mishra, D.K., Fridén, J., Schmitz, M.C., & Lieber, R.L. (1995). Anti-inflammatory medication after muscle injury. A treatment resulting in short-term improvement but subsequent loss of muscle function. *J Bone Joint Surg Am*, 77, 1510-1519.

Mjølsnes, R., Arnason, A., Østhaugen, T., Raastad, T., & Bahr, R. (2004). A 10-week randomized trial comparing eccentric vs. concentric hamstring strength training in well-trained soccer players. *Scand J Med Sci Sports*, 14, 311–317.

N

Narvani, A.A., & Tsiridis, E.E. (2006). Thigh pain (posterior) – hamstring strains. In A.A. Narvani, P. Thomas, & B. Lynn (Eds.), *Key topics in sports medicine* (pp.291-295). New York: Taylor & Francis e-Library.

Noonan, T.J., & Garrett, W.E. (1992). Injuries at the myotendinous junction. Review. *Clin Sports Med*, 11, 783-806.

O

O'Grady, M., Hackney, A.C., Schneider, K., Bossen, E., Steinberg, K., Douglas, J.M., et al. (2000). Diclofenac sodium (Voltaren) reduced exercise-induced injury in human skeletal muscle. *Med Sci Sports Exerc*, 32, 1191-1196.

Orchard, J., Marsden, J., Lord, S., & Garlick, D. (1997). Preseason hamstring muscle weakness associated with hamstring muscle injury in Australian footballers. *Am J Sports Med*, 25: 81-85.

Orchard, J.W (2001). Intrinsic and Extrinsic Risk Factors for Muscle Strains in Australian Football. *The American Journal of Sports Medicine*, 29, 3.

Orchard, J., & Seward, H. (2002). Epidemiology of injuries in the Australian Football League, seasons 1997–2000. *British Journal of Sports Medicine*, 36 (1), 39–44.

Orchard, J., & Best, T.M. (2002). The management of muscle strain injuries: an early return versus the risk of recurrence. *Clin J Sport Med*, 12, 3-5.

Orchard, J., Best, T.M., & Verrall, G.M. (2005). Return to Play Following Muscle Strains. *Clin J Sport Med*, 15, 436–441.

P

Page, P., & Ellenbercker, T. (2005). Srength training with elastic resistance. In P. Page & T. Ellenbecker (Eds), *Strength band training* (pp.1-11). Stanningley: Human Kinetics.

Petersen, J., & Hölmich, P. (2005). Evidence based prevention of hamstring injuries in sport. *Review. Br J Sports Med*, 39, 319-323.

Petty, N.J. (2008). Função e disfunção muscular. In N.J. Petty (Ed). *Princípios de intervenção e tratamento do sistema neuro-músculo esquelético* (pp. 145-226). Loures: Lusodidacta.

Pina, J.A.E. (1999). *Anatomia humana da locomoção*. 3º ed., Lisboa: Lidel.

Pollard, H., & Quodling, N. (1999). Management of hamstring injury: a review and case report. *J Sport Chiro Rehabil*, 13, 3, 98-109.

Powers, K.S., & Howley E.T. (2000). *Fisiologia do exercício. Teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho*. 3ª ed., São Paulo: Editora Manole, 125-147.

Powerlifting. Consult. 2 de Set de 2009, disponível em <http://www.world-of-brute-strength.com/powerlifting.htm>

R

Rahusen, F.T., Weinhold, P.S., & Almekinders, L.C. (2004). Nonsteroidal anti-inflammatory drugs and acetaminophen in the treatment of an acute muscle injury. *Am J Sports Med*, 32, 1856-1859.

Rahnama, V., Lees, A., & Reilly, T. (2003). Electromyography of selected lower-limb muscles fatigued by exercise at the intensity of soccer match-play. *Journal of electromyography and Kinesiology*, 16 (3), 257-263.

Reilly, T., Howe, T., & Hanchard, N. (2003). Injury prevention and rehabilitation. In T. Reilley & A.M. Williams (Eds.), *Science and Soccer* (2ª ed., pp. 136-143). London: Taylor & Francis e-Library.

Reynolds, J.F., Noakes, T.D., Schwellnus, M.P., Windt, A., & Bowerbank, & P. (1995). Non-steroidal anti-inflammatory drugs fail to enhance healing of acute hamstring injuries treated with physiotherapy. *S Afr Med J*, 85, 517-522.

S

Safran, M.R., Seaber, A.V., & Garrett, W.E. (1989). Warm-up and muscular injury prevention. *An update. Review. Sports Med*, 8, 239-249.

Sallay, P.I., Friedman, R.L., Coogan, P.G., & Garrett, W.E. (1996). Hamstring muscle injuries among water skiers. Functional outcome and prevention. *Am J Sports Med*, 24, 130-136.

Sawhney, B.B., & Perry, S.B. (2009). Coordenação e propriocepção. In F.E. Huber & C.L. Wells (Eds), *Exercícios terapêuticos. Planeamento do tratamento para progressão* (pp.193-233). Loures: Lusodidacta.

Schilders, E., Bismil, Q., Sidhom, S., Robinson, P., Barwick, T., & Talbot, C. (2006). Partial rupture of the distal semitendinosus tendon treated by tenotomy – a previously undescribed entity. *Knee*, 13, 45-47.

Schneider-Kolsky, M.E., Hoving, J.L., Warren, P., & Connell, D.A. (2006). A comparison between clinical assessment and magnetic resonance imaging of acute hamstring injuries. *Am J Sports Med*, 34, 1000-1007.

Sebastianelli, W.J., Hanks, G.A., & Kalenak, A. (1990). Isolated avulsion of the biceps femoris insertion. A case report. *Clin Orthop Relat Res*, 259, 200-203.

Siegel, L.L. (2007). *Hamstring Rehabilitation: A Systematic Review*. Thesis for the degree of master of science in athletic training From School of Physical Education, West Virginia University.

Sherry, M.A., & Best, T.M. (2004). A comparison of 2 rehabilitation programs in the treatment of acute hamstring strains. *The Journal of Orthopaedic and Sports*

Physical Therapy, 34 (3), 116–25.

Slavotinek, J. (2007). Monitoring of Muscle, Tendon and Ligament Repair. In F.M. Vanhoenacker, M. Maas, J.L. Gielen (Eds.), *Imaging of Orthopedic Sports Injuries* (pp. 489-502). Berlin: Springer.

Standring, S., Wigley, C., Collins, P., & Williams, A. (2005). Introduction and systemic overview. In S. Standring (Ed.), *Gray's Anatomy. The anatomical basis of clinical practice* (39º ed., pp.112-127). Philadelphia: Elsevier.

Sutton, G. (1984). Hamstrung by hamstring strains: a review of the literature. *J Orthop Sports Phys Ther*, 5, 184-195.

Stanton, P., & Purdam, C. (1989). Hamstring injuries in sprinting. The role of eccentric exercise. *J Orthop Sports Phys Ther*, 10, 343–349.

Slavotinek, J.P., Verrall, G.M., & Fon, G.T. (2002). Hamstring Injury in Athletes: Using MR Imaging Measurements to Compare Extent of Muscle Injury with Amount of Time Lost from Competition. *AJR*, 179, 1621–1628.

Street, C.C., & Burks, R.T. (2000). Chronic complete hamstring avulsion causing foot drop. *Am J Sports Med*, 28, 1-3.

Soares, J. (2007). *O treino do futebolista. Lesões – Nutrição. (Vol. 2)*. Porto: Porto Editora.

Scoot A., Khan, K.M., Cook, J., & Duronio, V. (2004). What do we mean by the term "inflammation"? A contemporary basic science update for sports medicine. *British Journal of Sports Medicine*, 38, 372-380.

T

Taylor, D.C., Dalton, J.D., Seaber, A.V., & Garrett, W.E. (1993). Experimental muscle strain injury. Early functional and structural deficits and the increased risk for reinjury. *Am J Sports Med*, 21, 190-194.

Thelen D.G., Chumanov E.S., Hoerth D.M., Best T.M., Swanson S.C., Li L., Young M., & Heiderscheit B.C. (2005). Hamstring muscle kinematics during treadmill sprinting. *Med Sci Sports Exerc*, 37, 108-114.

Tornese, D., Melegati, & G., Volpi, P. (2006). Muscle strain. In N. P. Thomas, F. Carraro, S. Campana & G. Facchetti (Eds.), *Football Traumatology. Current Concepts: from Prevention to Treatment* (pp. 152-164). Milan: Springer.

Toumi, H., & Best, M.T. (2003). The inflammatory response: friend or enemy for muscle injury? *Br J Sports Med*, 37, 284-286.

Turocy, P.S., Comfort, R.E., Perrin, D.H., & Gieck, J.H. (2000). Clinical Experiences Are Not Predictive of Outcomes on the NATABOC Examination. *Journal of Athletic Training*, 35(1), 70-75.

V

Vetter, C.S., & Hoch, A.Z. (2008). Hamstring Strain. In W.R. Frontera, J.K. Silver & T.D. Rizzo (Eds.), *Essentials of Physical Medicine and Rehabilitation* (2^o ed., Ch. 59). Philadelphia: Elsevier.

Verrall, G.M., Slavotinek, J.P., Barnes, P.G., Fon, G.T., & Spriggins, A.J. (2001). Clinical risk factors for hamstring muscle strain injury: a prospective study with correlation of injury by magnetic resonance imaging. *Br J Sports*

Med, 35, 435-440.

Verrall, G.M., Slavotinek, J.P., Barnes, P.G., & Fon, T.G. (2003). Diagnostic and prognostic value of clinical findings in 83 athletes with posterior thigh injury. *Am J Sports Med*, 31, 969-973.

Verrall, G.M., Slavotinek, J.P., Barnes, P.G., & Fon, G.T. (2005). The effect of sports specific training on reducing the incidence of hamstring injuries in professional Australian Rules football players. *Br J Sports Med*, 39, 363-368.

Verrall, G.M., Árni Árnason, Á., & Bennell, K. (2009). Preventing hamstring injuries. IN R. Bahr & Lars Engebretsen (Eds), *Handbook of Sports Medicine and Science Sports Injury Prevention* (pp. 72-90). Oxford: Blackwell.

Volpi, P., Melegati, G., Tornese, & D., Bandi, M.(2004). Muscle strains in soccer: a five-year survey of an Italian major league team. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 12, 482–485.

Volpi, P. (2006). Organisation of a Professional Team's Medical Staff and the Physician's Role. In N. P. Thomas, F. Carraro, S. Campana, G. Facchetti (Eds.), *Football Traumatology. Current Concepts: from Prevention to Treatment* (pp. 66-73). Milan: Springer.

Vretaros, A. (2002). O papel do preparador físico no retorno à prática esportiva competitiva após reabilitação músculo-esquelética: uma abordagem no tênis de campo. *Revista Digital*, 8 (50). Consult. em 11 Jul 2009 disponível em <http://www.efdeportes.com/efd50/pf.htm>

W

Waldén, M, Hägglund, M, & Ekstrand, J. (2007). Football injuries during European Championships 2004–2005. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 15, 1155–1162.

Werner, S. (2006). Rehabilitation after football injuries. In N. P. Thomas, F. Carraro, S. Campana & G. Facchetti (Eds.), *Football Traumatology. Current Concepts: from Prevention to Treatment* (pp. 375-387). Milan: Springer.

Williams, K.R. (2000). The Dynamics of Running. In V.M. Zatsiorsky (Ed.). *Biomechanics in sport. Performance enhancement and injury prevention* (pp.161-183). London: Blackwell Science Ltd.

Williams, A., Newell, R.L.M., Davis, M.S., Collins, P. (2005). Pelvic girdle and lower limb. In S. Standring (Ed.), *Gray's Anatomy. The anatomical basis of clinical practice* (39º ed., pp.1461-1469). Philadelphia: Elsevier.

Witvrouw, E., Danneels, L., Asselman, P., D'Have, T., & Cambier, D. (2003). Muscle flexibility as a risk factor for developing muscle injuries in male professional soccer players. A prospective study. *Am J Sports Med*, 31, 41-46.

Witvrouw, E., Mahieu, N., Danneels, L., & McNair, P. (2004). Stretching and Injury Prevention: An Obscure Relationship. *Sports Med*, 34 (7), 443-449.

Woods, C., Hawkins, R., Hulse, M., & Hodson, A. (2002). The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football—analysis of preseason injuries. *Br J Sports Med*, 36, 436–441.

Woods, C., Hawkins, R.D., Maltby, S., Hulse, M., Thomas. A., & Hodson. A.

(2004). The Football Association Medical Research Programme: na audit of injuries in professional football— analysis of hamstring injuries. *British Journal of Sports Medicine*, 38, 36-41.

Woodley, B.L., Newsham-West, R.J., & Baxter, G.D. (2007). Chronic tendinopathy: effectiveness of eccentric exercise. *Review. Br J Sports Med*, 41, 188-198.

Woodley, S.J., & Mercer, S.R. (2005). Hamstring muscles: architecture and innervation. *Cells Tissues Organs*, 179: 125-141.

Worrell, T., & Perrin, D. (1992). Hamstring muscle injury: the influence of strength, flexibility, warm-up and fatigue. *J Orthop Sports Phys Ther*, 16, 12-18.

Worrell, T.W. (1994). Factors associated with hamstring injuries. Na approach to treatment and preventative measures. *Sports Med*, 17 (5), 338-345.