



**Universidade Técnica de Lisboa**  
**Faculdade de Motricidade**  
**Humana**



**ROTURA COMPLETA DO TENDÃO DISTAL DO SEMITENDINOSO**  
**NUM ATLETA PROFISSIONAL DE FUTEBOL – UM ESTUDO DE**  
**CASO**

Dissertação elaborada com vista à obtenção do Grau de Mestre em Ciências  
da Fisioterapia

Orientador: Professor Doutor José Henrique Fuentes Gomes Pereira

Júri:

Presidente:

Professor Doutor José Henrique Fuentes Gomes Pereira

Vogais:

Professor Doutor Pedro Victor Mil-Homens Ferreira Santos

Doutor Artur Pereira de Castro

Gonçalo José Fontes de Albuquerque Álvaro

2012



**Universidade Técnica de Lisboa**  
**Faculdade de Motricidade**  
**Humana**



**ROTURA COMPLETA DO TENDÃO DISTAL DO SEMITENDINOSO**  
**NUM ATLETA PROFISSIONAL DE FUTEBOL – UM ESTUDO DE**  
**CASO**

Dissertação elaborada com vista à obtenção do Grau de Mestre em Ciências  
da Fisioterapia

Orientador: Professor Doutor José Henrique Fuentes Gomes Pereira

Júri:

Presidente:

Professor Doutor José Henrique Fuentes Gomes Pereira

Vogais:

Professor Doutor Pedro Victor Mil-Homens Ferreira Santos

Doutor Artur Pereira de Castro

Gonçalo José Fontes de Albuquerque Álvaro

**2012**

## RESUMO

*Introdução:* O objectivo do estudo foi estabelecer o perfil muscular do joelho e sua comparação bilateral, num atleta profissional de futebol, determinando  $M_{\max}$  e o  $RI/Q$ , em dinamometria isocinética, antes e depois da ocorrência do episódio lesional.

*Metodologia:* O estudo foi redigido com base num caso de um atleta de 31 anos que sofreu duas lesões algo relacionadas. A 29 de Julho de 2010, rotura completa do tendão distal do semitendinoso à direita. A 24 de Fevereiro de 2011, rotura extensa na massa muscular do semimembranoso da mesma coxa. O seu perfil muscular foi estabelecido através de uma avaliação isocinética a  $60^\circ/s$  e a  $180^\circ/s$  com um dinamómetro cibex 340.

*Resultados:* Antes do primeiro episódio de lesão, os valores de extensão e flexão do joelho, eram equilibrados face à média existente para jogadores da mesma posição para o  $M_{\max}$  e para o  $RI/Q$ . Após lesão obtivemos grandes desequilíbrios no membro inferior direito, sobretudo na flexão. Algo que se repetiu também após o segundo episódio.

*Conclusões:* Os resultados parecem sugerir que apenas a idade e factores de fadiga podem ter estado na origem da primeira lesão. Quanto à segunda, podem ter sido causa a falta de força e o desequilíbrio muscular.

**Palavras-chave:** Atleta, futebol, avaliação isocinética, joelho, lesão, rotura muscular, semitendinoso, semimembranoso.

## **ABSTRACT**

*Introduction:* The main purpose of the present study was to describe and compare isokinetic strength and H/Q ratio of knee of a professional soccer player before and after injury.

*Methods:* The study is based on a case of a 31 years old player that suffers two injuries related with each other. At 29 of July of 2010, complete rupture of the right semitendinosus tendon. At 24 of February of 2011, semimembranosus muscular rupture of the same tight. For isokinetic assessment at 60°/s and 180°/s, a cibex 340 dynamometer was used.

*Results:* Before the first injury, the knee values of peak torque and H/Q ratio of extension and flexion were balanced comparing with other players of the same position in field. After injury we had values in the knee flexion much lower than before. The same happened in the second injury.

*Conclusion:* Our data suggest that age and fatigue factors could be in the etiology of the first injury. The second injury could be caused by lack of strength and muscular imbalance.

**Keywords:** Athlete, soccer, Isokinetic assessment, knee, injury, muscular rupture, semitendinosus, semimembranosus.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Professor Doutor José Gomes Pereira pela sua disponibilidade, orientação e apoio.

Ao Doutor Pereira de Castro pela disponibilidade. Ao Atleta pela cooperação e disponibilidade. À Rita pela paciência, compreensão e apoio prestado. Ao Sérgio e à Liliana pela disponibilidade e amizade. E um grande pedido de desculpas ao meu filho Francisco, pela minha ausência durante este período.

# ÍNDICE

<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>12</b>
-------------------	-----------

<b>PARTE I – ENQUADRAMENTO TEÓRICO E REVISÃO DA LITERATURA</b>	<b>13</b>
--	-----------

<b>1. ANATOMOFISIOLOGIA DOS MÚSCULOS ENVOLVIDOS</b>	<b>13</b>
---	-----------

<b>2. TENDINOPATIAS</b>	<b>13</b>
-------------------------	-----------

2.1. Classificação das tendinopatias	14
--------------------------------------	----

2.1.1. Tendinose	14
------------------	----

2.1.2. Tendinite	16
------------------	----

2.1.3. Paratendinite	17
----------------------	----

<b>3. TRATAMENTO DAS TENDINOPATIAS ISQUIOTIBIAIS</b>	<b>18</b>
--	-----------

3.1. Tratamento conservador	18
-----------------------------	----

3.2. Tratamento cirúrgico	19
---------------------------	----

<b>4. AVALIAÇÃO ISOCINÉTICA</b>	<b>20</b>
---------------------------------	-----------

4.1. Aspectos biomecânicos	21
----------------------------	----

4.2. Princípios de Interpretação	22
----------------------------------	----

4.3. Avaliação isocinética dos músculos extensores e flexores da articulação do joelho	23
--	----

<b>5. METODOLOGIA DO TREINO ASSOCIADO À REABILITAÇÃO</b>	<b>26</b>
--	-----------

5.1. Protocolo de reabilitação dos isquiotibiais	26
--	----

5.1.1. Objectivos da reabilitação	26
-----------------------------------	----

5.1.2. Protocolo de reabilitação	27
----------------------------------	----

5.2. Periodização do treino	31
-----------------------------	----

5.2.1. Método de treino	32
-------------------------	----

5.2.2. Método de hipertrofia	33
------------------------------	----

5.2.2. Métodos de taxa de produção de força	33
---	----

<b>PARTE II – METODOLOGIA</b>	<b>35</b>
-------------------------------	-----------

<b>1. CARACTERIZAÇÃO DO SUJEITO</b>	<b>35</b>
-------------------------------------	-----------

<b>2. CARACTERIZAÇÃO GENÉRICA DOS EPISÓDIOS</b>	<b>36</b>
---	-----------

<b>3. INSTRUMENTAÇÃO</b>	<b>39</b>
--------------------------	-----------

<b>4. PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO E RECOLHA DE DADOS</b>	<b>39</b>
---	-----------

## **PARTE III – APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

### **1. PRIMEIRA AVALIAÇÃO ISOCINÉTICA 43**

1.1. Avaliação do momento máximo de força 43

1.2. Avaliação do Rácio Isquiotibiais/Quadrícipete 45

### **2. SEGUNDA AVALIAÇÃO ISOCINÉTICA 45**

2.1. Avaliação do Momento máximo de força 46

2.2. Avaliação do Rácio Isquiotibiais/Quadrícipete 47

### **3. TERCEIRA AVALIAÇÃO ISOCINÉTICA 47**

3.1. Avaliação do momento máximo de força 48

3.2. Avaliação Rácio Isquiotibiais/Quadrícipete 49

### **4. COMPARAÇÃO DOS TRÊS MOMENTOS DE AVALIAÇÃO ISOCINÉTICA**

4.1. Avaliação isocinética nos três momentos a uma velocidade angular de 60°/s para o membro inferior esquerdo (não dominante) 50

4.2. Avaliação isocinética nos três momentos a uma velocidade angular de 180°/s para o membro inferior esquerdo (não dominante) 51

4.3. Avaliação isocinética nos três momentos a uma velocidade angular de 60°/s para o membro inferior direito (dominante) 53

4.4. Avaliação isocinética nos três momentos a uma velocidade angular de 180°/s para o membro inferior direito (dominante) 55

## **PARTE IV – CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES 58**

## **BIBLIOGRAFIA 60**

### **ANEXOS**

**Anexo I – RM de dia 30 de Julho de 2010**

**Anexo II- RM de dia 25 de Fevereiro de 2011**

**Anexo III – Avaliação isocinética de dia 16 de Julho de 2010**

**Anexo IV – Avaliação isocinética de dia 5 de Novembro de 2010**

**Anexo V – Avaliação isocinética de dia 10 de Maio de 2011**

# ÍNDICE DE FIGURAS

**Figura 1** – Modelo teórico do ciclo da tendinose (adaptado de Leadbetter)\_\_\_\_\_ 16

**Figura 2** – Excisão do coto tendinoso distal do semitendinoso\_\_\_\_\_ 27

# ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> – Variação dos 3 momentos de avaliação isocinetica a 60°/s no	
Membro inferior esquerdo _____	<u>38</u>
<b>Gráfico 2</b> - Variação dos 3 momentos de avaliação isocinetica a 180°/s no	
Membro inferior esquerdo _____	<u>40</u>
<b>Gráfico 3</b> - Variação dos 3 momentos de avaliação isocinetica a 60°/s no	
Membro inferior direito _____	<u>42</u>
<b>Gráfico 4</b> - Variação dos 3 momentos de avaliação isocinetica a 180°/s no	
Membro inferior direito _____	<u>44</u>

## ÍNDICE DE TABELAS

**Tabela 1** – Momento máximo de força e Rácio I/Q a 60°/s \_\_\_\_\_ 36

**Tabela 2** – Momento máximo de força e Rácio I/Q a 180°/s \_\_\_\_\_ 36

## **LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

M<sub>máx</sub> - Momento máximo de força ou peak torque

R<sub>I/Q</sub> – Rácio isquiotibiais/quadríceps

% - Percentagem

°/s - Graus por segundo

RM - Ressonância magnética

LCA – Ligamento Cruzado Anterior

TAT – Tuberosidade Anterior da Tíbia

## INTRODUÇÃO

A presente dissertação de mestrado foi redigida com base num estudo de caso. Trata-se de um atleta profissional de futebol de 31 anos que sofreu duas lesões algo relacionadas. A primeira, a 29 de Julho de 2010, rotura completa do tendão distal do semitendinoso à direita. A segunda, a 24 de Fevereiro de 2011, rotura extensa na massa muscular do semimembranoso da mesma coxa.

Por se tratar um estudo de caso, na concepção das diferentes secções do presente trabalho, optámos por abordar apenas a matéria relevante para a consecução dos objectivos traçados, de acordo com os procedimentos clínicos e de reabilitação realizados.

O objectivo do presente estudo foi estabelecer o perfil muscular na acção extensão/flexão do joelho e sua comparação bilateral, num atleta profissional de futebol, através da determinação do  $M_{\text{máx}}$  (momento máximo – Torque) e do Ratio ( $R_{I/Q}$ ), em dinamometria isocinética, em momentos seleccionados, antes e depois da ocorrência do episódio lesional.

Do ponto de vista estrutural, o trabalho divide-se em: primeira parte, constituída pelo enquadramento teórico e revisão da literatura que aborda a anatomofisiologia dos músculos envolvidos, as tendinopatias (classificação e tratamento), a avaliação isocinética, e a metodologia do treino associado à reabilitação. A segunda parte, é constituída pela metodologia que aborda a caracterização do sujeito, a caracterização genérica dos episódios, a instrumentação, e os protocolos de avaliação e recolha de dados. Na terceira parte é feita a apresentação e discussão dos resultados. Finalmente é apresentada a conclusão na quarta parte.

## **PARTE I – ENQUADRAMENTO TEÓRICO E REVISÃO DA LITERATURA**

### **1. ANATOMOFISIOLOGIA DOS MÚSCULOS ENVOLVIDOS**

O músculo semitendinoso localiza-se na região posterior da coxa. Encontra-se situado mais precisamente na porção póstero-interna. Insere-se, em cima na face posterior da tuberosidade isquiática, por intermédio de um tendão comum com a longa porção do bicípete. Em baixo, no terço inferior do músculo, continua sob a forma de um tendão comprido e fino. Este tendão passa posteriormente o côndilo interno do fémur e insere-se na extremidade superior da tíbia, adiante da tuberosidade interna, por intermédio de um tendão comum com o costureiro e o recto interno da coxa, designado por pata de ganso (Rouvière, 2002).

O músculo semimembranoso encontra-se igualmente situado na porção póstero-interna da coxa, sendo o mais profundo dos músculos da região. Insere-se em cima, na face externa da tuberosidade isquiática. Os seus feixes dirigem-se para baixo, passam atrás do côndilo interno do fémur e originam três tendões. O tendão directo, que continua a direcção do músculo e termina na porção posterior da tuberosidade interna da tíbia. O tendão reflectido, que contorna para diante a goteira horizontal situada na tuberosidade interna da tíbia, terminando na sua extremidade anterior. E o tendão recorrente, que constitui o ligamento poplíteu oblíquo da articulação do joelho, dirige-se para cima e para fora, inserindo-se no espaço situado entre os dois côndilos femurais (Rouvière, 2002).

### **2. TENDINOPATIAS**

Os tendões são estruturas duras e fibrosas que ligam os músculos aos ossos. A primeira função do tendão é transmitir forças de tensão do músculo para o osso, produzindo movimento. Funcionam ainda como estabilizadores articulares e desempenham um papel fundamental no controlo motor. Através do Órgão tendinoso de Golgi, estrutura sensível à tensão, proporciona ainda feedbacks ao músculo desempenhando por isso um papel fundamental na propriocepção (Alter, 2004).

O termo tendinopatia refere-se à lesão do tendão. Esta pode ter várias origens e ser classificada de acordo com o seu tipo e características. As tendinopatias surgem em actividades em que as estruturas músculo-tendinosas são solicitadas, de uma forma repetitiva e/ou com grande intensidade.

Nos últimos 20 anos, a forma de encarar as lesões no futebol de elite mudaram significativamente. Os Isquio-tibiais foram considerados o grupo muscular com maior prevalência, sendo responsáveis por 12% das lesões de toda a época (Henderson et al., 2009).

Tornou-se portanto imperativo, nos dias exigentes que correm e ainda mais a nível competitivo, o estudo da etiologia das lesões, da recuperação, e da reintegração do atleta na sua actividade. A aposta na prevenção, bem como da reabilitação mais eficiente passa pelo conhecimento detalhado de todo o processo.

Nestes casos, devem estar identificados os factores que podem ser predisponentes para este tipo de lesões: défice de força, desequilíbrios musculares, idade, défice de flexibilidade, fadiga, aquecimento inadequado, fraco controlo neuromuscular e falta de coordenação (Cameron et al., 2003).

### **2.1. Classificação das tendinopatias**

#### **2.1.1. Tendinose**

O termo tendinose foi usado pela primeira vez por investigadores germânicos em 1940, mas a sua mais recente utilização resulta do estudo de Puddu, Ippolito e Postacchini (1976) (citados por Khan *et al.*, 1999). Esta entidade clínica apresenta resultados histológicos típicos e característicos das lesões tendinosas de sobreuso, ou seja, degenerações do colagénio com desorganização das fibras, um aumento da matriz extracelular e ausência de células inflamatórias.

Segundo Jarvinen *et al.* (1997) e Khan *et al.* (1999) citados por Jardim (2005), a tendinose refere-se a uma condição patológica que apresenta uma degeneração do

tendão sem qualquer sinal clínico ou histológico de uma resposta inflamatória. Esta, quando estudada microscopicamente, caracteriza-se pelo processo degenerativo com aumento do número de fibroblastos, hiperplasia vascular e desorganização do colagénio. Na sua patogénese são definidos quatro estágios: 1) processo inflamatório, sem alterações patológicas; 2) alterações na estrutura tendinosa (tendinose/hiperplasia angiofibroblástica); 3) tendinose com rotura tendinosa; 4) tendinose com rotura associada a calcificação periarticular (Benegas *et al.*, 2004).

Face a estes factos, podemos então concluir, que a tendinose é o resultado final de vários processos etiológicos que se desdobram em pequenas manifestações histológicas, caracterizadas por uma degeneração dos tenócitos, diminuição das fibras de colagénio e da matriz colagénica. Leadbetter (1992), idealizou um modelo teórico que demonstra como é que uma lesão tendinosa se pode transformar num ciclo vicioso de tendinose, como se pode ver na figura seguinte.

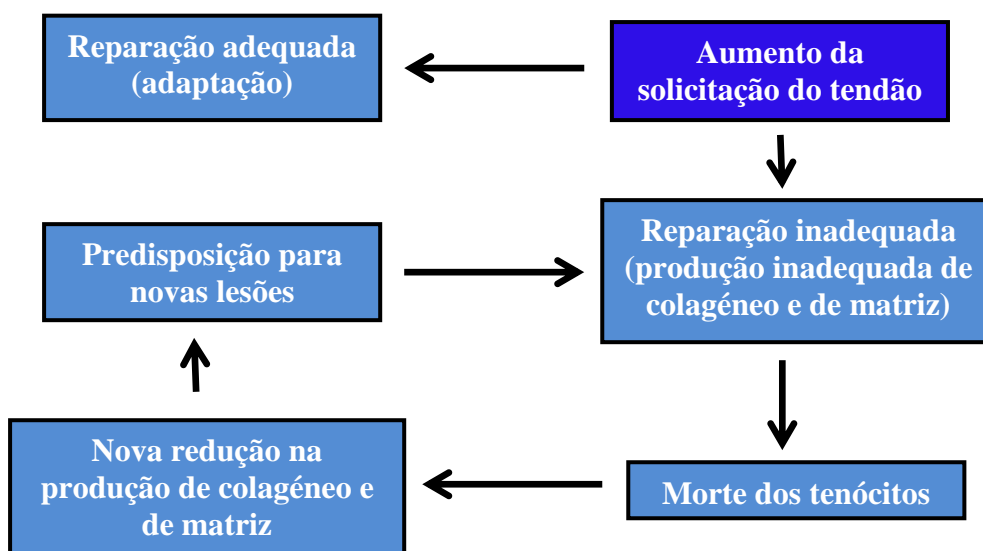


Figura 1 – Modelo teórico do ciclo da tendinose (adaptado de Leadbetter, 1992)

### 2.1.2. Tendinite

A tendinite é um termo tradicionalmente usado para descrever um tendão doloroso, sendo acompanhado por uma resposta inflamatória. No entanto, segundo as evidências dos estudos histopatológicos, bioquímicos e moleculares, esta patologia seria melhor descrita como uma tendinose (Riley, 2004) como foi descrita anteriormente.

De acordo com Khan *et al.* (1999), não existe uma evidência conclusiva acerca da histopatologia da “*tendinite*” no ser humano. No entanto, sabe-se que Enwemeka (1989) referenciado por Jardim (2005), realizou um estudo em coelhos, submetendo-os a uma tenotomia do tendão de Aquiles (com conseqüente imobilização), com o objectivo de verificar o comportamento das células inflamatórias durante todo o processo de reparação tecidual. Para tal, o autor estipulou seis momentos de avaliação microscópica aos tecidos tenotomizados, correspondendo ao 5º, 7º, 12º, 15º, 18º e 21º dias pós-cirurgia. Os resultados revelaram que a presença das células inflamatórias foi diminuindo consideravelmente do 5º ao 15º dia e que ao 18º estavam completamente ausentes. Deste modo, parece-nos evidente que o termo tendinite não se enquadra nas condições tendinosas de sobreuso, porque o sufixo “*ite*” implica uma patologia inflamatória, e como se sabe as referidas condições tendinosas não apresentam quaisquer evidências a esse nível. De acordo com Jardim (2005), alguns autores até vão

mais longe, ao afirmarem que na prática, os utentes quando recorrem aos cuidados clínicos a maiorias das lesões tendinosas já são crónicas. Daí que Khan *et al.* (1999), considera que a “*tendinose*” talvez seja a única lesão tendinosa clinicamente relevante.

Apesar destas afirmações, sabe-se que o termo tendinite é constantemente usado no contexto clínico, referindo-se a uma condição patológica e não a uma identidade histológica. Com base nestas evidências científicas, a maioria dos clínicos e dos investigadores acha que o termo tendinite é inapropriado para descrever ou classificar uma lesão tendinosa de sobreuso. Como resultado, alguns autores, referem que na Suécia o termo “*tendinose*” substituiu o termo “*tendinite*” nos índices oficiais dos códigos de diagnóstico clínico (Jardim, 2005).

### 2.1.3. Paratendinite

A paratendinite é uma inflamação que ocorre na camada externa do tendão (*paratendão*). Este termo, que é proposto para englobar os conceitos de peritendinite, tenosinovite (que afecta a camada do tecido aureolar que cobre o tendão) e tendovaginites (que afecta a camada dupla do tendão) (Jarvinen *et al.*, 1997; Khan *et al.*, 1999 citados por Jardim, 2005). Khan *et al.* (1999) referem que, clinicamente a paratendinite é caracterizada por edema agudo e hiperémia do *paratendão*, com infiltrações de células inflamatórias. Passadas algumas horas, ou alguns dias, os preenchimentos do exsudado fibroso do tendão causam crepitação, situação que pode ser sentida durante a avaliação clínica. De acordo com Jarvinen *et al.* (1997), numa paratendinite crónica, os fibroblastos e os linfócitos perivasculares infiltram-se e aparecem nos exames histológicos. Macroscopicamente, os tecidos peritendinosos tornam-se mais espessos, ocorrendo novas aderências ao nível dos tecidos conjuntivos. Os miofibroblastos são células com miofilamentos citoplasmáticos, que ocupam cerca de 20% das células não inflamatórias. Estes miofibroblastos são capazes de uma contracção activa, indicando que a cicatrização e a redução, associadas com a paratendinite, fazem parte de um processo celular activo. Os vasos sanguíneos proliferam à volta do *paratendão* lesado e verificam-se alterações inflamatórias em mais de 20% das artérias.

Sendo assim, as células inflamatórias encontram-se nos elementos celulares do tendão e nos elementos vasculares. Apesar destes resultados, a experiência de vários patologistas e cientistas nesta área, mostra que a inflamação do *paratendão* é uma ocorrência muito rara. Tendo em conta as considerações feitas anteriormente, muitos autores sugerem o termo “*tendinopatia*” para descrever de uma forma genérica todas as patologias inerentes às lesões tendinosas. Os termos *tendinose*, *tendinite* e *paratendinite* são subcategorias de uma tendinopatia, assim como, as fracturas de stress, as fracturas de ramo verde e as fracturas cominutivas são exemplos específicos do termo “*fractura*”. Por esta ordem de ideias, acredita-se que este sistema de nomenclatura evitará uma ambiguidade na utilização desses termos (Khan *et al.*, 1999).

### 3. TRATAMENTO DAS TENDINOPATIAS ISQUIOTIBIAIS

#### 3.1. Tratamento conservador

Este método de tratamento é utilizado perante todos os casos clínicos. No caso concreto das tendinopatias a taxa de sucesso é elevada. Roturas dos tendões dos isquiotibiais isoladas não só são pouco frequentes, como as que existem não são fáceis de diagnosticar, daí a recuperação com tratamento conservador em não atletas ser bastante eficaz (Alioto *et al.*, 1997).

O tratamento conservador das lesões dos isquiotibiais visa a recuperação da força e a flexibilidade deste grupo muscular. O encurtamento, recorrente da regeneração do tecido tendinoso torna mais susceptível a lesão por perda de elasticidade (Brotzman e Kevin, 2003).

O início deste processo dá-se imediatamente após a lesão. O objectivo principal é o controlo da hemorragia, do edema e da dor. A abordagem, RICE (rest, ice, compression, elevation) durante este período evita um derrame extenso e diminui os sinais inflamatórios, tornando a recuperação mais rápida. A administração de anti-inflamatórios pode ser positiva nestes casos (Brotzman e Kevin, 2003).

Após este período agudo dá-se início à segunda etapa. Face às consequências de inactividade física e por vezes limitação dolorosa ao movimento, devem ser realizados

exercícios de contracção isométrica. Aqui deve ser iniciado o treino proprioceptivo. A tensão deve ser controlada para evitar o risco de recidiva. Com o aumento da amplitude de movimento e diminuição da dor os exercícios isométricos dão lugar aos exercícios isotónicos com contracção concêntrica. A contracção excêntrica é contra-indicada para evitar tensão excessiva sobre o tecido lesado. Assim que o atleta não refere dor com um programa de fortalecimento dos isquiotibias deve avançar o programa de velocidades altas e baixas com o dinamómetro isocinético. Nesta fase são utilizados apenas protocolos com contracção concêntrica. Numa fase inicial, é utilizado também o cicloergómetro e exercícios de piscina (fortalecimento e corrida), pois permitem movimentos sem dor com resistência controlada. Quando existe um controlo de coordenação muscular para a estabilidade articular aceitável devem ser introduzidos os exercícios de propriocepção dinâmica. A condição física geral não deve ser negligenciada neste processo. Treino cardiovascular e fortalecimento do tronco e dos membros superiores devem ser contemplados perante uma lesão do membro inferior (Brotzman e Wilk, 2003).

Após este processo, o atleta deve ser testado no dinamómetro isocinético para avaliar a força dos isquiotibiais, e os desequilíbrios musculares face ao músculo antagonista e ao contra-lateral (Perrin, 1993).

### **3.2. Tratamento cirúrgico**

O músculo semitendinoso é um músculo de segunda linha na funcionalidade da flexão do joelho. Por este facto o seu tendão pode ser utilizado para as reparações do ligamento cruzado anterior (Adejuwon, 2009).

Os atletas recuperados de lesões do cruzado anterior com este tipo de ligamentoplastia, recuperaram funcionalidade na íntegra, apresentando valores de rendimento semelhantes aos anteriores à lesão (Adejuwon, 2009).

Na cirurgia de reconstrução do LCA faz-se a colheita do enxerto (tendões do semitendinoso e recto interno) na pata de ganso. Com uma pequena incisão para dentro da tuberosidade anterior da tíbia (TAT) na região da pata de ganso, identifica-se esta estrutura anatómica; procede-se à sua desinserção e por baixo da pata de ganso

facilmente se identificam os tendões. Depois de libertadas as aderências que lhes são comuns, com um stripper faz-se a colheita do ou dos tendões até a zona em que se continua com o músculo (Miller, 2008).

É este tendão ou tendões que depois de preparados vão ser utilizados para através de túneis colocados no joelho substituírem o LCA (Miller, 2008).

A pata de ganso é formada pela inserção de três tendões dos isquio-tibiais na tíbia:

Costureiro ou Sartorios

Semitendinoso

Recto Interno ou Gracilis

#### **4. AVALIAÇÃO ISOCINÉTICA**

O exame isocinético constitui um método de avaliação fiável (Larrat. et, al., 2007). Os Resultados obtidos, identificam e acima de tudo quantificam desequilíbrios musculares (Purkayastha, et al., 2006).

O termo isocinético é descrito como um processo em que o segmento corporal acelera para alcançar uma velocidade angular pré-definida contra uma resistência de acomodação variável. Independentemente da força que o paciente exerce sobre o braço do dinamómetro isocinético, a velocidade pré seleccionada nunca se altera. À medida que a força é produzida na tentativa de ultrapassar a velocidade estabelecida, a resistência varia nos diferentes pontos da amplitude articular, sendo que o indivíduo realiza sempre o seu máximo (Davies, et al., 1983).

#### **4.1. Aspectos biomecânicos**

A avaliação através da força através de um equipamento isocinético baseia-se no uso de um dinamómetro que controla a velocidade de execução do movimento, impondo uma resistência máxima à contracção muscular em toda a amplitude articular (Dvir, 2002; Davies, 1992).

Todo o movimento humano envolve a rotação dos segmentos corporais em torno dos seus eixos articulares (Dvir, 2002; Davies, 1992).

Para além de outros parâmetros decorrentes de uma avaliação isocinética é sem dúvida o peak torque, ou momento máximo ( $M_{máx}$ ) a medida mais utilizada nos trabalhos científicos. Esta variável tem-se revelado altamente precisa e reproduzível (Dvir, 2002; Davies, 1992).

O Peak torque é definido como força máxima que uma articulação desenvolve pela contracção muscular de um segmento corporal ao longo de um determinado deslocamento angular, ou seja, representa o efeito de rotação de uma força em relação a um eixo articular, sendo definido pelo valor mais elevado de uma curva de “torque” – posição angular, indicando a capacidade de produção de força e é expresso em newtonmetro (N.m). Este valor pode ser avaliado, quer pelo seu valor máximo, quer pela sua média. Este é obtido normalmente do ponto mais alto de uma ou mais curvas de torque (Dvir, 2002; Davies, 1992).

O Rácio Isquiotibiais/Quadríceps (RI/Q) concêntrico representa o rácio mais antigo e o mais utilizado na literatura (Dvir, 2002; Davies, 1992). Vários estudos demonstraram que se situa de forma constante, independente da idade, do sexo, e do lado testado, entre 50-60% a baixas velocidades angulares ( $30^\circ/s$  –  $60^\circ/s$ ) e entre 70-80% a velocidades iguais ou superiores a  $180^\circ/s$ . São ainda utilizados outros RI/Q excêntrico/excêntrico, excêntrico/concêntrico, sem que exista um consenso quanto à utilização e ao protocolo a seguir nestas situações (Dvir, 2002; Davies, 1992; Aagaard et al., 1995; Gur, et al., 1999).

#### 4.2. Princípios de Interpretação

1- O conjunto de parâmetros obtidos através da realização de um teste isocinético possui forçosamente um conjunto de princípios que formam a base para a sua interpretação.

No caso do envolvimento unilateral, o lado sadio ou contralateral, constitui a base para a comparação. Esta é razoável para o uso simétrico dos segmentos do corpo. Para os atletas que utilizam as suas extremidades, particularmente as superiores de forma assimétrica, esta pode não ser válida. Assim, para indivíduos com modalidades simétricas temos:

- Um défice de momento máximo entre dois membros até 10-15% pode ser considerado norma;
- Um défice entre 15 e 20% é possivelmente anormal;
- Um défice acima dos 20% é provavelmente anormal (Dvir, 2002; Davies, 1992).

2- Se uma extremidade estiver mais fraca devido à ocorrência de lesão ou desuso, temos:

- O défice que se situa entre 10 e 20% é provavelmente anormal;
- Um défice superior a 20% é quase certamente anormal (Dvir, 2002; Davies, 1992).

3- Como critério para o retorno à actividade física intensa considera-se 20% como défice máximo da extremidade envolvida para grupos musculares individuais e de 10% para o momento total do membro, ou seja, o momento combinado de todos os grupos musculares. Nenhum valor correspondente foi sugerido para actividades físicas pouco intensas, sendo que 30% para grupos musculares individuais e 20% para o momento total do membro parece ser razoável (Dvir, 2002).

4- No caso de envolvimento bilateral ou do tronco, devem ser utilizadas normas específicas para o género, a idade e nível de actividade física (Dvir, 2002).

5- É aconselhável a utilização de parâmetros normalizadores em relação ao peso do corpo (Dvir, 2002; Perrin, 1993).

### **4.3. Avaliação isocinética dos músculos extensores e flexores da articulação do joelho**

As avaliações isocinéticas proporcionam leituras fáceis das curvas de torque-tempo e de torque-ângulo articular. Em dinamometria isocinética é possível avaliar acções musculares em regime de contracção concêntrica, excêntrica e isométrica (Dvir, 2002; Davies, 1992; Aagaard, et al., 1998). A avaliação isocinética dos músculos extensores e flexores do joelho fornecem informações preciosas para modalidades de utilização do trem inferior essencialmente. (Dvir, 2002).

O desequilíbrio entre forças dos isquiotibias e o quadrícepíte pode predispor à ocorrência de lesões. A velocidades baixas e em condições isométricas, o rácio recomendado entre flexores/extensores do joelho é de 50-60% (Aagaard et al., 1998). Este rácio aumenta à medida que a velocidade angular aumenta, contudo a validade das medições a velocidades altas (>240°/s) é reduzida (Aagaard et al., 1998).

Acentuados desequilíbrios de força entre grupos musculares agonista e antagonista dos membros inferiores podem ter implicações funcionais importante, ao ponto de afectar a performance e/ou originar lesões nos tecidos moles. Valores de RI/Q inferiores a 60% quando avaliados a velocidades angulares baixas poderão contribuir para aumentar a susceptibilidade de ocorrência de lesões (Aagaard et al., 1998). De forma semelhante, diferenças bilaterais de força entre 10-15% são indicadoras de desequilíbrios musculares, e poderão também estar associados com elevados riscos de lesão (Brown, 2000; Perrin, 1993).

Alguns autores são da opinião de que as diferenças bilaterais de força e a razão dos momentos máximos antagonistas/agonistas estão relacionadas com as exigências particulares de cada desporto, sendo de esperar que o padrão motor de uma determinada modalidade desportiva possa influenciar o perfil funcional dos atletas (Perrin, 1993; Brown, 2000).

Os testes isocinéticos permitem a comparação entre dois membros (superiores ou inferiores) para identificar qualquer tipo de desequilíbrio muscular, uma vez que, o lado

mais fraco é o que possui um maior risco de lesão. Estes testes também são importantes para monitorizar ganhos de força muscular durante um processo de reabilitação ou treino. Esta comparação para identificar assimetrias ou défices de força num atleta podem ser mais importantes do que a comparação entre equipas ou membros da mesma equipa. Esta reserva aplica-se especialmente às comparações com dados de outras pesquisas usando protocolos alternativos e equipamentos diferentes (Perrin, 1993; Brown, 2000).

As vantagens desta avaliação recaem sobretudo na facilidade em obter medidas fiáveis e objectivas, já que é possível existir um grande controlo sobre a velocidade de execução e técnica utilizada, determinando segurança e reprodutibilidade dos testes (Dvir, 2002; Davies, 1992; Kannus, 1992).

Existe uma relação muito estreita entre a condição física e a técnica do atleta. Se o atleta não possuir uma boa condição física ao nível da força, da velocidade, da resistência e da flexibilidade, dificilmente poderá realizar movimentos eficientes e eficazes na sua modalidade (Dvir, 2002; Davies, 1992).

A articulação do joelho é aquela que está mais sujeita a grandes esforços mecânicos, necessitando de um aparelho musculo-tendinoso capaz de assegurar uma protecção activa contra possíveis ocorrências na actividade desportiva (Aagaard et al., 1995; Gur et al., 1999; Aagaard et al., 1998).

A avaliação da força dos membros inferiores tem uma importância fundamental na modalidade de futebol, uma vez que, os grupos musculares do quadríceps e dos isquiotibiais são de solicitação máxima. Estes grupos musculares estão presentes em movimentos inerentes à modalidade, como o salto, o remate, as mudanças de velocidade e direcção. São ainda responsáveis por acelerações e desacelerações. (Garret e Kirkendall 2000; Wilson e Murphy, 1996). Algumas das porções que constituem estes grupos musculares são biarticulares encontrando-se por isso sujeitas a actividades de alongamento (excêntrico) nos limites da sua extensibilidade fisiológica (Dvir, 2002; Davies, 1992; Aagaard et al., 1995; Kannus, 1992; Aagaard et al., 1998).

A avaliação em dinamometria isocinética dos extensores e flexores do joelho tem demonstrado que é válida e fiável em amostras representativas de jogadores de futebol, embora com alguma imprecisão na descrição da metodologia utilizada (Kannus, 1992; Nitschke, 1992; Glesson e Mercer, 1996).

Expressando a força dos isquitibiais relativamente à força dos quadricípetes, o rácio Isquitibiais/quadricípete dá-nos uma medida da função normal do joelho e da sua estabilidade (Dvir, 2002; Brown, 2000).

Encontra-se bem estabelecida na literatura actual que um bom RI/Q garante a protecção articular activa nas posições de maior instabilidade do joelho. É pois lícito avaliar este parâmetro, em particular numa equipa de futebolistas profissionais, propondo soluções para reforço muscular, nos casos em que os músculos agonistas não se encontrem equilibrados do ponto de vista da força muscular com os seus antagonistas (Aagaard et al., 1995; Gur et al., 1999; Aagaard et al., 1998).

Quanto à posição ocupada pelos jogadores no campo, os estudos em dinamometria isocinética parecem demonstrar diferenças entre os atletas, sendo que os que apresentam parâmetros de força superior são os guarda-redes e os defesas centrais face aos jogadores da linha média e avançados. Estas diferenças parecem ser explicadas pelas diferenças antropométricas dos atletas (Magalhães et al., 2004; Agre e Baxter, 1987).

## **5. METODOLOGIA DO TREINO ASSOCIADO À REABILITAÇÃO**

Depois de uma paragem prolongada, devido a cirurgia ou tratamento conservador, os atletas em especial na primeira condição devem realizar treino de força muscular, a fim de recuperarem os seus níveis pré-lesão (Brotzman e Wilk, 2003).

### **5.1. PROTOCOLO DE REABILITAÇÃO DE LESÃO DOS ISQUIOTIBIAIS**

#### **5.1.1. Objectivos da reabilitação**

O tratamento das lesões musculares dos isquiotibiais têm como objectivo a restauração dos níveis de força e flexibilidade deste grupo muscular (Brotzman e Wilk, 2003). Mesmo no período inicial depois de lesão a atenção é virada para uma activação muscular, a fim de evitar atrofia e promover a recuperação.

Devido ao facto do movimento estar limitado e ser doloroso na fase pós lesão, a activação muscular deve ser iniciado com exercícios de contracção isométricos. Com a diminuição da dor e aumento das amplitudes de movimento, os exercícios de contracção isométrico dão lugar aos exercícios de contracção isotónico com cargas ligeiras e de acordo com a tolerância do indivíduo. Com a ausência de dor o atleta deve iniciar um programa isocinético de baixa resistência e de velocidades angulares elevadas (Brotzman e Wilk, 2003).

O treino de capacidade aeróbia e o treino do trem superior devem ser contemplados nos objectivos traçados na reabilitação (Brotzman e Wilk, 2003).

As avaliações em dinamometria isocinética são utilizadas para obter informações sobre os níveis de força alcançados e os desequilíbrios musculares bilaterais e entre de isquiotibiais e quadríceps, nomeadamente o seu rácio. (Perrin, 1993).

O protocolo que se segue pretende demonstrar alguns exemplos de exercícios utilizados na reabilitação do atleta, sendo que a principal informação encontra-se nos objectivos

das diversas fases. A passagem à fase seguinte é determinada pelo cumprimento dos objectivos propostos na fase anterior.

### **5.1.2. PROTOCOLO DE REABILITAÇÃO (adaptado de Brotzman e Wilk)**

#### **Fase 1: Imediata**

**Tempo:** 1-5 dias.

#### **Objectivos:**

- Controlo dos sinais inflamatórios (Dor, rubor, temperatura, edema e incapacidade funcional).
- Prevenir complicações inerentes às limitações causadas pela lesão.

#### **Tratamento:**

- Sequência RICE.
- Anti-inflamatórios não esteroides (NSAIDs).
- Mobilização das articulações livres.

#### **Fase 1: Aguda**

**Tempo:** Depois dos 5 dias.

#### **Objectivos:**

- Controlo da dor e do edema.
- Prevenir a diminuição da flexibilidade do músculo lesado (aderências nas fibras musculares envolvidas).
- Iniciar exercícios de activação muscular.

#### **Tratamento:**

- Manutenção do tratamento anti-inflamatório.
- Alongamento passivo na posição sentada:
  - O atleta, sentado na marquesa, desliza o membro inferior direito da posição de flexão para extensão com ajuda de uma banda não elástica em volta do pé. Permanece na posição de extensão durante 15 segundos, voltando em seguida à posição inicial. Realiza 5 séries de 10 repetições.
- Flexão do joelho com contração concêntrica na posição sentada:

- O atleta, sentado na marquesa, força a flexão do joelho em contração concêntrica, levando o calcanhar o mais próximo possível do glúteo, voltando depois à posição inicial. Realiza 5 séries de 10 repetições.
- Flexão do joelho com contração concêntrica na posição deitada em decúbito dorsal com o membro inferior direito na parede:
  - O atleta, deitado em decúbito dorsal coloca o pé direito na parede com o membro inferior direito em extensão. Inicia o deslizamento até atingir a posição de flexão do joelho. Realiza 5 séries de 10 repetições.

### **Fase 2: Subaguda**

**Tempo:** 5 dias a 3 semanas.

#### **Objectivos:**

- Controlo da dor e do edema.
- Amplitudes de movimento activo completas.
- Favorecer a reestruturação dos tecidos (fortalecimento da rede de colagénio).
- Manutenção das capacidades físicas do atleta.

#### **Tratamento:**

- Manutenção do tratamento anti-inflamatório.
- Alongamentos dos isquiotibiais:
  - O atleta sentado numa marquesa, com o membro inferior em extensão coloca um rolo debaixo do pé direito e um peso de 3kg na coxa. Este exerce um alongamento passivo nos isquiotibiais. Realiza 5 séries de 30 segundos.
- Utilização de agentes físicos.
- Fortalecimento em regime de contração isométrica:
  - O atleta, sentado na marquesa com o joelho a 60°, realiza força contra a marquesa em flexão. Realiza 5 séries de 10 repetições de 6 segundos.

### **Fase 3: Remodelação**

**Tempo:** 1 semana a 6 semanas.

#### **Objectivos:**

- Manutenção das capacidades físicas do atleta.
- Trabalhar a capacidade cardiovascular.

- Controlo da dor.
- Continuação do fortalecimento da rede de colagénio.
- Aumento da flexibilidade dos isquiotibiais.
- Início do trabalho muscular em regime de contracção excêntrica.
- Início do treino proprioceptivo.

**Tratamento:**

- Manutenção dos exercícios de flexibilidade dos isquiotibiais.
- Utilização de agentes físicos sempre que seja necessário.
- Treino em cicloergómetro.
- Exercícios isotónicos concêntricos.
- Treino de fortalecimento geral do trem superior.
- Incentivar a fase excêntrica do exercício de fortalecimento dos isquiotibiais.
- Exercícios de proprioceptividade em planos instáveis.

**Fase 4: Funcional**

**Tempo:** 2 semanas a 6 meses.

**Objectivos:**

- Trabalhar a capacidade cardiovascular (trabalho aeróbio).
- Controlo da dor.
- Continuação do fortalecimento da rede de colagénio.
- Introdução do treino isocinético em velocidades angulares altas.
- Introdução do treino de força com métodos hipertróficos e de taxa de produção de força.
- Aumento da flexibilidade dos isquiotibiais.
- Continuação do trabalho proprioceptivo.
- Início de treino pliométrico

**Tratamento:**

- Treino em cicloergómetro (capacidade aeróbia).
- Agentes físicos de controlo de dor se necessário.
- Continuação dos exercícios de flexibilidade.

- Exercícios isotônicos concêntricos.
- Exercícios em dinamómetro isocinético em regime de contração concêntrico a velocidades angulares altas ( $>180^\circ/s$ ).
- Treino de força muscular com métodos hipertróficos.
- Treino de força com métodos de taxa de produção.
- Treino de fortalecimento geral do trem superior.
- Exercícios de salto.
- Exercícios proprioceptivos.
- Exercícios de flexibilidade.

### **Fase 5: Regresso à competição**

**Tempo:** De 3 semanas a 6 meses.

#### **Objectivos:**

- Trabalhar a capacidade cardiovascular.
- Ingressar aos treinos no terreno.
- Continuação do trabalho aeróbio.
- Trabalhar o limiar anaeróbio (aumento da capacidade aeróbia).
- Trabalhar as propriedades lácticas (via glicolítica).
- Aumento da flexibilidade dos isquiotibiais.
- Aumento da força dos isquiotibiais.
- Evitar recidiva.

#### **Tratamento:**

- Treino em cicloergómetro.
- Utilização de métodos hipertróficos.
- Treino de fortalecimento geral do trem superior.
- Treino de corrida continua no terreno abaixo do limiar anaeróbio (via oxidativa).
- Treino de corrida intervalada no limiar anaeróbio (aumento da capacidade aeróbia).
- Treino de corrida intervalada acima do limiar anaeróbio (via glicolítica).
- Exercícios específicos da modalidade no terreno.

- Continuação dos exercícios no dinamómetro isocinético em regime de contração concêntrico.

A metodologia do treino associada à reabilitação é uma ferramenta essencial, especialmente numa população de atletas. A estratégia escolhida para o desenvolvimento muscular é semelhante à de um atleta que pretende aumentar os seus níveis de performance salvaguardando os princípios fisiopatológicos da lesão.

### **5.2. PERIODIZAÇÃO DO TREINO**

Assim, o conceito de periodização faz todo o sentido. Periodização consiste numa estratégia de elaboração de programas e sua implementação. Foi desenvolvida com o objectivo de maximizar os efeitos do treino desportivo. O volume e a intensidade são duas das variáveis de treino mais importantes neste processo. O volume de treino ilustra a quantidade de trabalho realizada pelo atleta, enquanto a intensidade se refere à qualidade desse trabalho (Bompa, 2003; Hollida et al., 2008).

Assim, a periodização do treino de força contempla 5 momentos: a adaptação anatómica; a fase de força máxima; a fase de conversão; a fase de manutenção; a fase de detenção e a fase de compensação (Bompa, 2003).

Durante a fase de adaptação anatómica, o objectivo é recrutar o maior número de grupos musculares possíveis, preparando os tendões, músculos articulações e todas as estruturas envolvidas na acção muscular, para o treino exigente no futuro (Bompa, 2003). Segundo este autor, o circuito deve englobar 9-12 exercícios, com 8-12 repetições a 40%-60% da força máxima em 3 séries durante 4 a 6 semanas.

A fase de força máxima deve ter em vista o objectivo da modalidade e do atleta. Geralmente a força máxima afecta o nível de potência e de resistência muscular. O atleta deve ser levado à sua capacidade máxima. Este período deve ter como duração 1-3 meses (Bompa, 2003). Em relação à reabilitação, devem ser salvaguardadas as limitações inerentes ao processo clínico (Brotzman e Wilk, 2003).

A força máxima é definida como o valor mais elevado de força, ou de tensão muscular, passível de ser gerado pelo sistema neuromuscular, contra uma resistência durante uma contracção isométrica voluntária máxima (Svensson e Drust, 2005). Tipicamente a força máxima é definida em função da execução de uma repetição máxima (1RM) num movimento padronizado (Hoff, 2005). Este procedimento é realizado preferencialmente em isometria e a força medida através de um dinamómetro (Mirkov et al., 2004).

Dentro dos testes de força possíveis de realizar em laboratório, os testes isométricos são dos mais populares e têm sido largamente utilizados na determinação da capacidade de produção de força (Gissis et al., 2006; Mirkov et al., 2004).

A força muscular isométrica máxima bem como as características da sua curva de força tempo, representam assim capacidades importantes do sistema neuromuscular. As quais, bem como o seu efeito sobre a força máxima, estão directamente relacionadas com o desempenho desportivo do jogador de futebol (Gissis et al., 2006).

A fase de conversão operacionaliza a transformação da força máxima com a especificidade da modalidade envolvida. A força máxima deve converter-se em potência, resistência muscular ou ambas. Esta fase deve manter-se por 1-2 meses, sem marginalizar os níveis de força máxima, a fim de não baixar os níveis desejados (Bompa, 2003).

A fase de manutenção, como o nome indica, é utilizada para manter os níveis alcançados. Os níveis de potência e resistência muscular devem ser mantidos (Bomba, 2003).

A fase de detenção finaliza o treino de força. Deve ser realizado 5-7 dias antes da competição principal, para que o atleta acumule reservas energéticas suficientes para um bom resultado na competição (Bomba, 2003).

A fase de compensação finaliza a periodização do treino de força e coincide com a fase de transição, em que o atleta realiza o descanso activo (Bompa, 2003).

### **5.2.1. Métodos de treino**

Os métodos de treino de força devem especificar aspectos como o tipo de trabalho muscular (concêntrico, excêntrico e isométrico), modo de aplicação da força (explosivo, moderado e lento) e as características da dinâmica da carga (intensidade da carga, número de série, número de repetições e duração dos intervalos) (Castelo et al., 2000).

Estes podem classificar-se em vários métodos. Em métodos de hipertrofia muscular, caracterizado pelo aumento da massa muscular. Em métodos da taxa de produção de força, caracterizado pelo aumento da capacidade de activação nervosa. Em métodos mistos, caracterizados pela integração dos métodos de hipertrofia e de taxa de produção de força na mesma sessão de treino. E em métodos reactivos, caracterizado pela potenciação do ciclo muscular de alongamento-encurtamento (Castelo et al., 2000).

### **5.2.2. Método da hipertrofia**

Este método procura induzir a fadiga através de um estímulo sub-máximo e de longa duração para que ocorra uma determinada depleção energética e consequentemente se estimulem os fenómenos de ressíntese para a prazo se poder observar hipertrofia (aumento da área da secção transversal do músculo). Do ponto de vista prático, e em relação à dinâmica da carga, esta deve ter uma intensidade de 60-80% do máximo isométrico, com um número de séries entre as 3 e as 5 e com um número de repetições entre as 6 e as 20. (Castelo et al., 2000).

### **5.2.3. Métodos de taxa de produção de força**

Este método, tem como objectivo incrementar a taxa de produção de força ou força explosiva através do aumento da capacidade de activação nervosa. É também designado por métodos máximos. Este método assenta no princípio do recrutamento das unidades motoras. A observância destes dois pressupostos fundamentais conduz a que a organização da carga deste tipo de métodos se caracterize por cargas muito elevadas e uma acção muscular explosiva. Só desta forma se garante que em cada repetição se

tentem mobilizar todas as unidades motoras de um determinado grupo muscular bem como aumentar a frequência dos disparos (Castelo et al., 2000).

Existem vários parâmetros fisiológicos que influenciam a taxa de produção de força, tais como o nível de activação neural, tamanho e área de secção transversal dos músculos e a composição das fibras musculares (isoformas da cadeia pesada de miosina). Em condições de contracção dinâmica foi ainda demonstrada a influência da relação força–velocidade e da relação comprimento–tensão dos músculos envolvidos no movimento (Aagaard et al., 2002).

## **PARTE II – METODOLOGIA**

Neste capítulo definiu-se a metodologia e procedimentos utilizados na concretização do presente estudo.

Um estudo de caso é um estudo aprofundado de uma pessoa. Este método visa investigar um fenómeno dentro do seu contexto da vida real. Enfrenta situações tecnicamente únicas ou raras. Como características apresenta a análise profunda de um objecto, do detalhe, do pormenor (Yin, 1994). Para isso utiliza múltiplas fontes de dados, qualitativos e/ou quantitativos. Estas fontes podem ser, documentos, entrevistas, registos, observações directas, relatórios e/ou estudos e avaliações (Stake, 1995).

Na presente dissertação foi utilizado o método retrospectivo como método de estudo de caso. Este é um tipo de estudo que visa olhar para a informação histórica, onde o pesquisador começa por observar os resultados como fonte de informação e procura perceber qual a origem e as causas que levaram à ocorrência, neste caso de lesão, determinando os factores predisponentes desse episódio (Yin, 1994).

### **1. CARACTERIZAÇÃO DO SUJEITO**

O caso clínico abordado refere-se a um jogador de futebol profissional. Trata-se de um indivíduo de 31 anos, com 178cm de altura e 76Kg de massa corporal. Estreou-se como profissional em 1998, sendo que o seu melhor resultado de sempre remonta a 2004, quando foi Campeão Europeu de clubes ao vencer a Competição da UEFA, Liga dos Campeões. Realizou uma média de 30 jogos por ano até 2010 ao serviço dos clubes onde passou. Foi chamado à selecção Nacional de futebol entre 2002 e 2010, tendo realizado um total de 10 jogos.

## 2. CARACTERIZAÇÃO GENÉRICA DOS EPISÓDIOS

### 1ª Incidência

Um atleta profissional de futebol de 31 anos sofreu uma rotura completa do tendão distal do músculo semitendinoso à direita a 29 de Julho de 2010, num jogo da pré-eliminatória da liga Europa de 2010-2011.

Aos 44 minutos ao receber um passe, o atleta executou uma extensão repentina do joelho, associando uma rotação externa e contracção súbita do quadricípete com contracção súbita do antagonista para frenar o movimento. Sentiu uma dor aguda com uma sensação de pancada “pedrada” sic. Após ser assistido referiu sentir-se bem e regressou ao relvado. Assim que fez o primeiro passe, sentiu incapacidade para o gesto técnico, saiu e não voltou à competição.

Nos dias seguintes houve uma regressão da sintomatologia e ao fim de 4-5 dias já não tinha queixas. Fez uma Ressonância magnética (RM) (ver Anexo I) que revelou uma lesão muscular tipo rotura do músculo semitendinoso. O atleta foi examinado e apenas referia dor ligeira à solicitação contra resistência dos isquiotibiais, apresentava dor à palpação e depressão da zona lesada onde era notória uma zona de hematoma e de solução de continuidade do trajecto muscular. No momento da decisão da escolha do tratamento mais adequado ponderou-se:

1. O atleta sentia-se melhor e já não tinha dores à marcha.
2. A solução cirúrgica não era a sua escolha primária.
3. O musculo lesado continua-se pelo tendão semitendinoso que é um dos tendões utilizados (sacrificados) como enxerto autologo na cirurgia de reconstrução do LCA,
4. Os atletas submetidos a este tipo ligamentoplastia ficam sem o semitendinoso e continuam a pratica desportiva sem diminuição da força dos isquio-tibiais.
5. O atleta foi alertado para as possíveis consequências nomeadamente o processo de cicatrização da rotura poder evoluir para uma fibrose cicatricial dolorosa.

Perante estes factores condicionantes optou-se por um tratamento conservador, isto é, não cirúrgico. Realizou fisioterapia (aplicando o protocolo de reabilitação descrito no

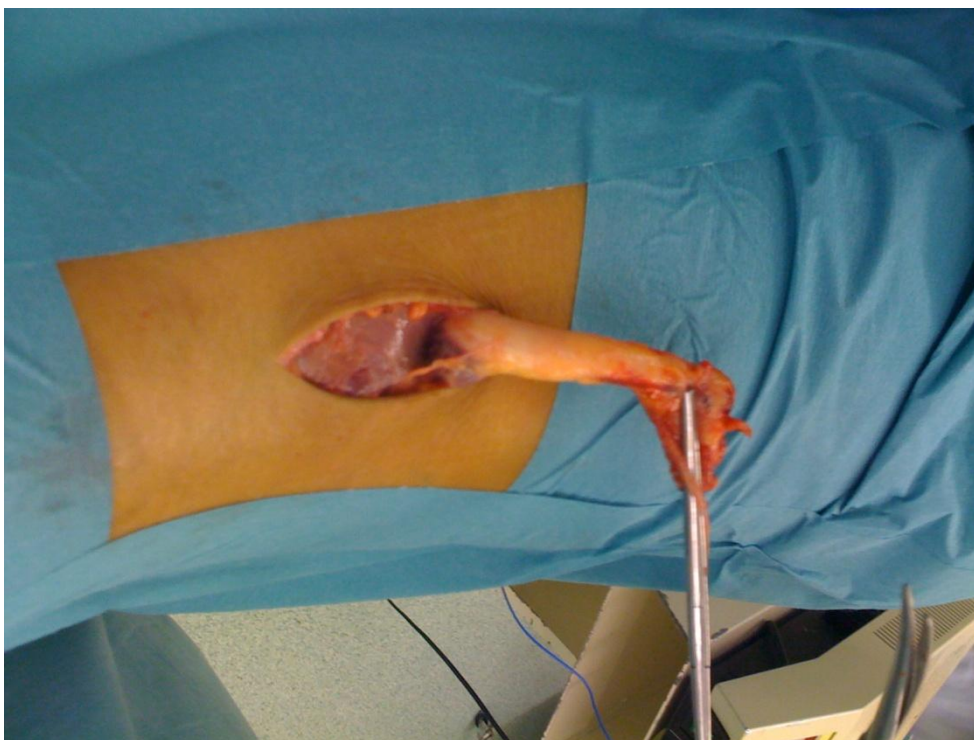
enquadramento teórico), com tratamentos bidários que consistiram na utilização de agentes físicos, técnicas de massagem e crioterapia.

Às 3 semanas de evolução, sem dores, iniciou-se o programa de treino condicionado no ginásio (protocolo de reabilitação: fase 4 – funcional) com treino proprioceptivo e treino de força com métodos hipertróficos e métodos de taxa de produção de força, (métodos mistos) de uma forma progressiva e respeitando os princípios do treino e da fisiopatologia da lesão.

Às 4 semanas estava completamente assintomático e iniciou treino no terreno (protocolo de reabilitação: Fase 5 – Regresso à competição). Aqui também foram contemplados os princípios do treino e da fisiopatologia. Realizou uma base de capacidade aeróbia com trabalho do limiar anaeróbio, seguindo-se de treino intervalado com o intuito da recuperação das capacidades lácticas. Trabalhou também as questões da coordenação motora específicas próprias da actividade desportiva. Sem queixas foi dado como apto para o treino total, começando a integrar o treino com a equipa.

Quando o atleta intensificou o treino, começou a sentir uma “picada / choque” na fase final do remate com força. Na altura interpretou-se como sendo uma fibrose aderente a nervo contíguo e para além dos tratamentos instituídos iniciou-se massagem local e exercícios de alongamentos que não resultaram. Na altura o atleta referia um alto na zona da pata de ganso que na cirurgia se confirmou ser o coto distal do tendão semitendinoso.

Em 27.09.2010 foi operado, apresentava uma rotura completa do semitendinoso na região de transição musculo-tendinosa. Segundo o relatório da cirurgia fez-se excisão do coto tendinoso distal, libertou-se e excisou-se a fibrose cicatricial do coto proximal aderente ao feixe vasculo nervoso (ver figura 2). Foi realizada hemostase e encerramento por planos anatómicos.



**Figura 2** – Excisão do coto tendinoso distal do semitendinoso

O pós-operatório decorreu sem complicações. Prosseguiu a recuperação com terapêutica médica e de fisioterapia durante 15 dias (protocolo de reabilitação descrito no enquadramento teórico). Iniciou treino condicionado de ginásio (fase funcional do protocolo) dia 11 de Outubro, com treino proprioceptivo e com treino de força com métodos hipertróficos e métodos de taxa de produção de força. Dia 5 de Novembro realizou avaliação isocinética. Dia 8 de Novembro obteve alta clínica (curado sem desvalorização).

## **2ª Incidência**

No dia 24 de Fevereiro de 2011, no decurso de um jogo para a Liga Europa, sofreu uma lesão muscular localizada na face posterior do terço médio da coxa direita.

Após avaliação clínica e estudos complementares de diagnóstico, nomeadamente por RM (ver Anexo II), foi possível identificar uma rotura muscular do semimembranoso. Trata-se de uma lesão diferente da verificada a 29 de Julho de 2010, mas que obrigou a

uma interrupção relativamente prolongada em virtude de se tratar da mesma coxa (coxa direita). O tratamento médico e o processo de reabilitação (aplicação do protocolo de reabilitação descrito no enquadramento teórico) proporcionaram uma evolução favorável. O atleta realizou mais uma vez treino condicionado de ginásio e mais tarde treino condicionado no terreno. Realizou nova avaliação isocinética dia 10 de Maio. O jogador obteve a alta clínica no dia 31 de Maio de 2011.

### **3. INSTRUMENTAÇÃO**

Para avaliar a fisiopatologia do atleta foram utilizados exames clínicos apoiados de exames complementares de diagnóstico (ressonância magnética).

Para a avaliação isocinética do atleta, foi utilizado o dinamómetro isocinético, Cibex 340. Este dinamómetro avalia a velocidade angular em regime de contracção concêntrica/concêntrica (extensor/flexor). Apresenta o software cibex 340. O protocolo utilizado neste software, visou duas velocidades angulares. A de 60°/s, como velocidade lenta e a de 180°/s como velocidade rápida.

### **4. PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO E RECOLHA DE DADOS**

#### **Protocolo de avaliação isocinética**

Este protocolo avaliou as diferenças bilaterais, ao nível do Momento máximo (torque)  $M_{\max}$  e do rácio Isquiotibiais/Quadríceps ( $R/Q$ ), nos extensores e flexores do joelho em dinamometria isocinética.

1. Aquecimento realizado em cicloergómetro

Duração 5 min. Nível 3.

O período de aquecimento deverá ser sempre a fase inicial de qualquer actividade física, pois prepara o organismo para esforços de intensidade superior àquela em que se encontra. Os benefícios que se obtêm são uma melhoria quantitativa e qualitativa no gesto a desempenhar e a prevenção de lesões (Dvir, 2002).

## 2. Posicionamento do indivíduo no dinamómetro isocinético

- Sentado na cadeira com a articulação da anca a 100° de flexão. Esta posição é provavelmente a ideal para a realização do teste dos músculos extensores e flexores do joelho (Dvir, 2002).
- Eixo motor alinhado visualmente com o eixo da articulação do joelho.

Estabilizações necessárias ao nível do/a (Dvir, 2002):

- Tronco e cintura pélvica – Cinto de segurança da cadeira.
- Coxa – Cinta de estabilização no 1/3 distal da coxa para evitar as substituições e compensações inerentes aos esforços máximos, por parte de outros grupos musculares e alavancas do corpo humano, para que o joelho a ser testado se mova com um único grau de liberdade.

A estabilização de um indivíduo em teste é um dos factores que podem colocar em causa a validade e a fiabilidade dos resultados medidos. Uma estabilização inadequada do tronco e/ou segmento proximal do corpo, pode limitar as forças que músculos adjacentes possam desenvolver para mover segmentos mais distais, contribuindo para uma subestimação do verdadeiro desempenho muscular (Brown, 2001).

Foi determinado o peso do membro a testar através do sistema intrínseco do dinamómetro, para correcção dos valores do movimento de flexão e de extensão do joelho devido à acção da gravidade (Dvir, 2002).

O desempenho neuromuscular pode ser influenciado por vários factores, nos quais se encontra o efeito da gravidade no momento. Por isso a sua correcção quando se mede o momento dos isquiotibiais e do quadricípete numa posição antigravítica é de enorme importância na validade e fiabilidade dos resultados (Dvir, 2002).

O protocolo utilizado para determinar o factor de correcção do efeito da gravidade no momento foi de acordo com o software do dinamómetro utilizado, Cibex 340. O peso

do membro testado foi medido relaxado de uma posição de 0° para 90° de flexão do joelho.

3. Introdução dos dados pessoais de cada indivíduo no software do Cibex 340:

- Nome;
- Idade;
- Estatura;
- Peso;
- Posição que ocupa;
- Membro dominante;
- Membro envolvido;
- Examinador.

4. Definição dos parâmetros do protocolo do Cibex 340:

- Modo de realização: Teste
- Modo de contracção: Isocinético
- Velocidade de execução:

1ª Série de Teste – 60°/s; com 5 repetições máximas de extensores e flexores em regime de contracção concêntrica.

2ª Série de Teste – 180°/s; com 15 repetições máximas de extensores e flexores em regime de contracção concêntrica.

Tempo de repouso entre as séries: 2 minutos.

5. Explicação do que se pretende durante o teste:

“Vai fazer força máxima logo desde o início em cada movimento para extensão e flexão do joelho durante toda a amplitude definida” (Dvir, 2002).

6. *Feedback* visual e auditivo durante a realização da avaliação isocinética

Visual – Proporcionado pelo software do Cibex 340 através da visualização das curvas de força no monitor.

Auditivo – Pelo encorajamento verbal realizado sempre pelo mesmo indivíduo, com o intuito de manter desde o início do movimento níveis máximos de força muscular (Perrin, 1993).

A Performance em dinamometria isocinética pode ser influenciada pelo *feedback* proporcionado ao sujeito em teste. O *feedback* visual proporciona melhor performance muscular (Mmáx e fadiga) nos extensores e flexores do joelho em baixas velocidades, mas tal não sucede nas velocidades mais altas. A selectividade do efeito foi explicada pelo período maior de tempo disponível para processar a informação de reacção no teste a velocidades baixas (Campenella et al., 2000).

O *feedback* auditivo na forma de encorajamento verbal é bem mais difícil de padronizar, o que é provavelmente a razão para a falta de informação a este respeito. Este encorajamento deve ser dado de uma forma consistente e moderada na intensidade (Campenella et al., 2000).

Foram seguidos, respeitados e preservados todos os princípios éticos, as normas e padrões internacionais que dizem respeito à declaração de Helsínquia e à Convenção dos Direitos do Homem e da Biomedicina (Serrão e Nunes, 1998). O indivíduo testado, após previamente informado deu o seu consentimento oral.

## **PARTE III – APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

Os testes isocinéticos são fiáveis, reprodutíveis e permitem uma análise das curvas de Torque, ou momentos máximos de força, produzidas pelos grupos musculares. Este método permite avaliar, o equilíbrio muscular próprio de cada articulação, assim como os desequilíbrios associados. (Perrin, 1993).

### **1. PRIMEIRA AVALIAÇÃO ISOCINÉTICA**

#### **1.1. AVALIAÇÃO DO MOMENTO MÁXIMO DE FORÇA**

Esta avaliação foi realizada dia 16 de Julho de 2010.

Pode constatar-se, na tabela1, antes do 1º episódio de lesão (1ª incidência), que na primeira avaliação, ou seja a de dia 16 de Julho de 2010, o atleta apresentava valores medianos de momento máximo de força, na extensão e na flexão, em ambos os membros inferiores, quer para a velocidade de 60º/s, quer para a velocidade de 180º/s, comparando com valores de referência (Carvalho, 2005).

O atleta apresentou como valores de  $M_{\text{máx}}$  de força para o extensor direito, a 60º/s, de 239Nm (Newton meter) e para o extensor esquerdo, a 60º/s, apresentou o valor de 231Nm (ver tabela 1). Entre as duas observou-se um défice de (-3%) não sendo por isso significativa a diferença (<10%) (Brown, 2000).

Em relação aos valores de  $M_{\text{máx}}$  de força para o flexor direito a 60º/s, o atleta apresentou 117Nm e para o flexor esquerdo a 60º/s apresentou o valor de 121Nm (ver tabela 1). Neste caso o défice foi também de (-3%) não sendo por isso significativa a diferença (<10%) (Brown, 2000).

Para uma velocidade de 180º/s, obtivemos para o extensor direito, 163Nm e para o esquerdo 175Nm (ver tabela 2). Aqui apresentou um défice de (-7%) não existindo também uma diferença significativa a diferença (<10%) (Brown, 2000).

Para o  $M_{\text{máx}}$  de força dos flexores a  $180^\circ/\text{s}$ , obtivemos para a direita  $108\text{Nm}$  e para a esquerda  $115\text{Nm}$  (ver tabela 2). O défice foi de  $(-6\%)$  não sendo por isso significativa a diferença  $(<10\%)$  (Brown, 2000).

Estes valores, apesar de o indivíduo estudado ser médio defensivo e de acordo com alguns estudos, existirem diferenças nos resultados dos momentos máximos de força (Tourny-Chollet, 2000), são valores semelhantes a atletas que ocupam outras posições no terreno (Magalhães et al., 2004). Tal facto é justificado, por eventuais alterações na metodologia do treino, na concepção do jogo, nomeadamente no treino compensatório da força muscular e na polivalência de tarefas dos atletas (Magalhães et al., 2004).

Podemos ainda observar nestes resultados, a questão do membro inferior dominante do indivíduo. Assim temos, que apesar do atleta apresentar o membro inferior direito como dominante, concluímos que a uma velocidade angular de  $60^\circ/\text{s}$  obtivemos um momento máximo de força na flexão superior no membro inferior esquerdo (não dominante). Já na extensão, o membro inferior direito (dominante) foi superior ao membro inferior esquerdo (ver tabela 1).

À velocidade de  $180^\circ/\text{s}$  observámos uma situação semelhante. O valor do momento máximo de força na flexão do membro inferior esquerdo (não dominante) foi superior ao do membro inferior direito (dominante). Já na extensão, o membro inferior direito (dominante) foi superior ao esquerdo (não dominante) (ver tabela 1).

Os valores apresentados em relação à dominância do membro inferior dominante, não foram conclusivos de acordo com a bibliografia (Brown, 2000). Esta questão foi também abordada noutros estudos (Agré e Baxter, 1987), (Capranica et al., 1992), (Pocholle e Codine, 1994), (Magalhães et al., 2004). Os resultados obtidos demonstraram, que o treino e o jogo, desenvolvem características semelhantes nos dois membros inferiores, não existindo um membro inferior dominante, propriamente dito.

## 1.2. AVALIAÇÃO DO RÁCIO ISQUIOTIBIAIS/QUADRÍCIPETE

O Rácio Isquiotibiais/quadrícipe, dentro dos parâmetros, mostra-nos que o atleta se encontra em equilíbrio a nível do sistema muscular Agonista/antagonista.

Na 1ª avaliação, a 60°/s, o atleta apresentou para o membro inferior esquerdo um RI/Q de 52% (ver tabela 1) estando portanto dentro do intervalo que demonstra equilíbrio (50-60%) (Kannus, 1994). Já para o membro inferior direito o indivíduo apresentou um RI/Q de 49% (ver tabela 1) estando portanto 1% abaixo do equilíbrio muscular (50-60%) (Kannus, 1994). Esta pode ser uma das justificações para a primeira incidência.

Ainda na 1ª avaliação, a 180°/s, para o membro inferior esquerdo e direito obtivemos um rácio 66% e 67% (ver tabela 2). De acordo com a literatura ambas encontraram-se fora do intervalo de equilíbrio (70-75%) (Ostenberg, 1998) por 4% e 3%, respectivamente.

Pode constatar-se com estas observações, que quanto ao equilíbrio muscular entre os quadrípetes e os isquiotiais na 1ª avaliação, para as duas velocidades estudadas, o atleta em causa, ainda livre de lesão, apresentou défices. Embora não sejam elevados (<10%), podem ser causa do primeiro episódio lesional, Rotura completa distal do tendão semitendinoso direito. Os músculos posteriores da coxa possuem maior número de fibras do tipo II do que do tipo I, logo com mais probabilidade de entrarem em fadiga, tendo como consequência a maior susceptibilidade para a lesão (Fried, 1992).

## 2. SEGUNDA AVALIAÇÃO ISOCINÉTICA

Como foi descrito na metodologia, o atleta, sofreu uma rotura completa distal do tendão semitendinoso direito dia 29 de Julho de 2010. A 27 de Setembro, depois de 8 semanas de tratamento conservador e treino condicionado optou-se por intervenção cirúrgica.

O 2º momento de avaliação foi realizado dia 5 de Novembro de 2010, 5 semanas depois da cirurgia.

## 2.1. AVALIAÇÃO DO MOMENTO MÁXIMO DE FORÇA

O atleta foi testado às 5 semanas e meia após a cirurgia, a 5 de Novembro de 2010 e apresentou como valores de  $M_{\text{máx}}$  de força para o extensor direito a 60°/s de 202Nm (Newton meter) (ver tabela 1). Para o extensor esquerdo a 60°/s apresentou o valor de 209Nm (ver tabela 1). Quanto ao défice foi de (-3%) não sendo por isso significativa a diferença (<10%) (Brown, 2000).

Em relação aos valores de  $M_{\text{máx}}$  de força para o flexor direito a 60°/s, o atleta apresentou 72Nm (ver tabela 1). Para o flexor esquerdo a 60°/s apresentou o valor de 114Nm (ver tabela 1). Aqui o défice foi de (-37%) sendo por isso significativa a diferença (>10%) (Brown, 2000).

Para uma velocidade de 180°/s, obtivemos para o extensor direito, 155Nm e para o extensor esquerdo 161Nm (ver tabela 2). O défice foi de (-4%) não sendo uma diferença significativa (<10%) (Brown, 2000).

Para o  $M_{\text{máx}}$  dos flexores a 180°/s, obtivemos para a direita 80Nm e para a esquerda 114Nm (ver tabela 2). Assim apresentou um défice de (-30%) sendo por isso significativa a diferença (>10%) (Brown, 2000).

Estes resultados mostram, que depois de uma rotura completa distal do tendão semitendinoso e após 39 dias de cirurgia de excisão, apesar de assintomático, o atleta apresentou défices significativos de flexão no momento máximo de força, quer para uma velocidade angular baixa (60°/s), quer para uma velocidade angular alta (180°/s). Um estudo realizado a indivíduos submetidos a reconstruções de ligamentos cruzados anteriores com este tendão (técnica descrita na metodologia), apresentaram défices de 24% de momento máximo de força na flexão a 60°/s e défices de 20% de momento máximo de força na flexão a 180°/s ao fim de 2 anos (Elmlinger et al., 2006). Outro

estudo realizado a indivíduos submetidos a esta técnica, justificaram o facto de existirem diferenças nos momentos máximos de força às duas velocidades mencionadas por falta de treino de recrutamento de unidades motoras de limiar elevado (Konishi et al., 2011).

## **2.2. AVALIAÇÃO DO RÁCIO ISQUIOTIBIAIS/QUADRICÍPETE**

A consequência do défice de força no momento máximo de força na flexão do membro inferior direito veio influenciar o Rácio isquiotibiais/quadrícipete deste membro em ambas as velocidades angulares.

O RI/Q a uma velocidade angular de 60°/s foi de 36% para o membro inferior direito (ver tabela 1), apresentando um défice de 14% para os valores de referência (50-60%) (Kannus, 1994) enquanto o membro inferior esquerdo, manteve-se dentro dos valores de referência com 55% (ver tabela 1).

O RI/Q a uma velocidade angular de 180°/s foi de 52% para o membro inferior direito (ver tabela 2), estando fora do intervalo de equilíbrio de acordo com a literatura (70-75%) (Ostenberg, 1998) por 18%. Para o membro inferior esquerdo, o RI/Q apresentou um valor de 71% (ver tabela 2), estando dentro do intervalo de equilíbrio para este parâmetro (Ostenberg, 1998).

## **3. TERCEIRO AVALIAÇÃO ISOCINÉTICA**

O atleta sofreu uma rotura muscular dia 24 de Fevereiro de 2011 no terço médio do músculo semimembranoso. Recuperou com tratamento conservador e treino condicionado no terreno. Foi avaliado no dinamómetro isocinético após 10 semanas da lesão.

### 3.1. AVALIAÇÃO DO MOMENTO MÁXIMO DE FORÇA

O atleta foi testado, a 10 de Maio de 2011 e apresentou como valores de  $M_{\text{máx}}$  de força para o extensor direito a 60°/s de 191Nm (Newton meter) (ver tabela 1.). Para o extensor esquerdo a 60°/s apresentou o valor de 201Nm (ver tabela 1). O défice nesta avaliação foi de (-5%) não sendo por isso significativa a diferença (<10%) de acordo com literatura (Brown, 2000).

Em relação aos valores de  $M_{\text{máx}}$  de força para o flexor direito a 60°/s, o atleta apresentou 71Nm (ver tabela 1). Para o flexor esquerdo a 60°/s apresentou o valor de 114Nm (ver tabela 1). Para este parâmetro apresentou um défice de (-38%) sendo por isso uma diferença significativa (>10%) (Brown, 2000).

Para uma velocidade de 180°/s, obtivemos para o extensor direito, 132Nm e para o extensor esquerdo 137Nm (ver tabela 2). Para este parâmetro apresentou um défice de (-4%) não sendo uma diferença significativa (<10%) (Brown, 2000).

Para o  $M_{\text{máx}}$  dos flexores a 180°/s, obtivemos para a direita 68Nm e para a esquerda 96Nm (ver tabela 2). Assim apresentou um défice de (-30%) sendo por isso significativa a diferença (>10%) (Brown, 2000).

Esta lesão parece estar associada à lesão anterior, visto tratar-se do mesmo grupo muscular. A falta de força no  $M_{\text{máx}}$  de força no segundo momento de avaliação isocinética, por falta de um dos músculos constituintes dos isquiotibiais pode ter estado na origem da sobrecarga e por consequência na rotura muscular do músculo semimembranoso. Passadas 10 semanas desta incidência, é ainda notório o défice nos momentos máximos de força na flexão do membro inferior direito nas duas velocidades testadas (60°/s e 180°/s). Estudos imagiológicos relacionados com roturas musculares do semimembranoso descrevem 30 semanas (Askling et al., 2007) e 31 semanas (Askling et al., 2008) para o tecido readquirir o nível pré-lesão.

### 3.2. AVALIAÇÃO DO RÁCIO ISQUIOTIBIAIS/ QUADRICIPETE

Mais uma vez, neste momento de avaliação isocinético, a consequência do déficit de força no momento máximo de força na flexão do membro inferior direito veio influenciar o Rácio isquiotibiais/quadrícipete deste membro em ambas as velocidades angulares.

O RI/Q a uma velocidade angular de 60°/s foi de 37% para o membro inferior direito (ver tabela 1), apresentando um déficit de 13% para os valores de referência (50-60%) (Kannus, 1994) enquanto o membro inferior esquerdo, manteve-se dentro dos valores de referência com 55% (ver tabela 1).

O RI/Q a uma velocidade angular de 180°/s foi de 52% para o membro inferior direito (ver tabela 2), estando fora do intervalo de equilíbrio de acordo com a literatura (70-75%) (Ostenberg, 1998) por 18%. Para o membro inferior esquerdo, o RI/Q apresentou um valor de 71% (ver tabela 2), estando dentro do intervalo de equilíbrio para este parâmetro (Ostenberg, 1998).

**Tabela 1 – Momento máximo de força e Rácio I/Q a 60°/s**

Teste 60°/seg	Esquerdo			Direito		
	Extensores	Flexores	Rácio	Extensores	Flexores	Rácio
16-07-2010	231 Nm	121 Nm	52%	239 Nm	117 Nm	49%
05-11-2010	209 Nm	114 Nm	55%	202 Nm	72 Nm	36%
10-05-2011	201 Nm	114 Nm	57%	191 Nm	71 Nm	37%

**Tabela 2 – Momento máximo de força e Rácio I/Q a 180°/s**

Teste 180°/seg	Esquerdo			Direito		
	Extensores	Flexores	Rácio	Extensores	Flexores	Rácio
16-07-2010	175 Nm	115 Nm	66%	163 Nm	108 Nm	67%
05-11-2010	161 Nm	114 Nm	71%	155 Nm	80 Nm	52%
10-05-2011	137 Nm	96 Nm	70%	132 Nm	68 Nm	52%

## **4. COMPARAÇÃO DOS TRÊS MOMENTOS DE AVALIAÇÃO ISOCINÉTICA**

### **4.1. AVALIAÇÃO ISOCINÉTICA NOS TRÊS MOMENTOS A UMA VELOCIDADE ANGULAR DE 60°/S PARA O MEMBRO INFERIOR ESQUERDO (NÃO DOMINANTE)**

Assim obtivemos, no primeiro momento de avaliação, para a extensão do joelho esquerdo, um momento máximo de força de 231 N.m. (ver gráfico 1). Para jogadores que ocupam esta posição (médios defensivos) temos valores médios de 225 N.m para o membro inferior não dominante (Carvalho, 2005). Podemos dizer que os nossos valores, embora superiores, aproximaram-se, destes face à média. Quanto aos flexores, para esta velocidade angular e para este membro inferior obtivemos um momento máximo de força de 121 N.m, sendo que a média apresentada pela bibliografia apresenta um valor de 130 N.m (Carvalho, 2005). Os nossos valores foram mais baixos do que os da média da bibliografia apresentada.

Estas ligeiras diferenças, vão ter influência quanto ao Rácio Isquiotibiais/quadrícipete. O RI/Q do atleta em estudo, apresenta menos 6% do que a média do RI/Q que a bibliografia apresenta, com 52% e 58% respectivamente. Lembramos que o intervalo representativo de equilíbrio muscular se encontra no intervalo de (50-60%) (Kannus, 1994).

No segundo momento de avaliação isocinética, os valores baixaram em relação aos primeiros valores para 209 N.m na extensão e para 114 N.m na flexão (ver gráfico 1). Estes valores podem ser justificados pelo tempo de inactividade física devido à cirurgia do membro inferior contra-lateral. Quanto ao RI/Q, neste momento, aumentou para os 55%, mantendo-se no intervalo de equilíbrio (Kannus, 1994).

No terceiro momento de avaliação, os valores de extensão voltaram a baixar, para 201 N.m. enquanto os valores de flexão se mantiveram com 114 N.m. (ver gráfico 1). Depois do segundo episódio de lesão no membro inferior contra-lateral, as diferenças

neste membro inferior não foram significativas. Quanto ao RI/Q voltou a permanecer dentro do intervalo de equilíbrio (Brown, 2000).

Analisados os três momentos de avaliação isocinética a 60°/s para o membro inferior esquerdo (não dominante), parece terem existido diferenças nos momentos máximos de força, devido à inatividade provocada pelos dois episódios lesionais do membro inferior contra-lateral, embora os rácios Isquiotibiais/quadríceps, nunca tenham ultrapassado os limites do intervalo de equilíbrio muscular segundo a bibliografia.

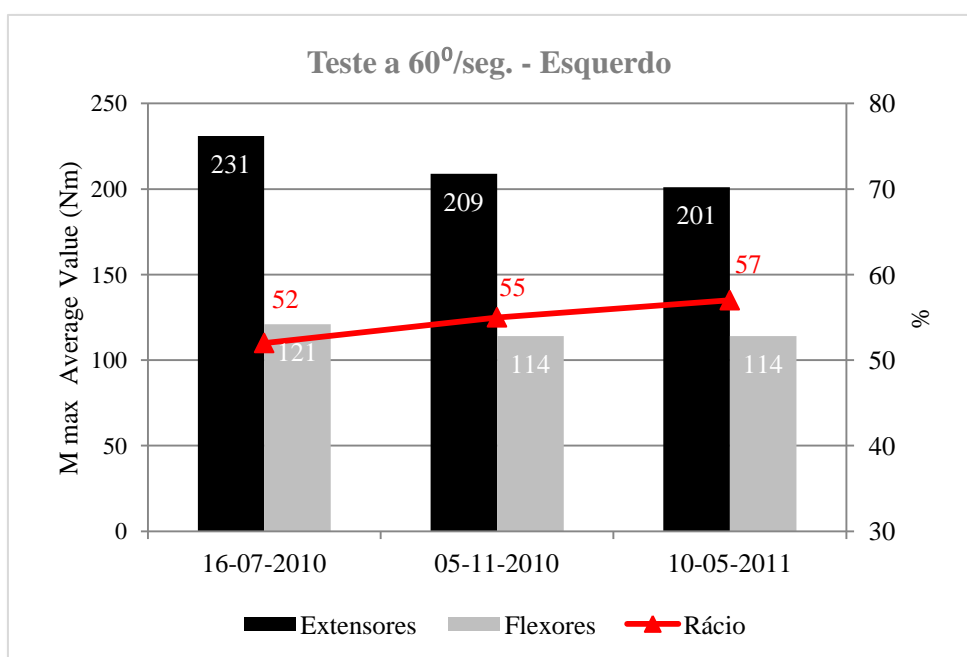


Gráfico 1 – Variação dos três momentos de avaliação isocinética a 60°/s no membro inferior esquerdo.

#### 4.2. AVALIAÇÃO ISOCINÉTICA NOS TRÊS MOMENTOS A UMA VELOCIDADE ANGULAR DE 180°/S PARA O MEMBRO INFERIOR ESQUERDO (NÃO DOMINANTE)

Os resultados, para uma velocidade de 180°/s, mostraram no primeiro momento de avaliação, para a extensão do joelho esquerdo, um momento máximo de força de 175 N.m. (ver gráfico 2). Para jogadores que ocupam esta posição (médios defensivos) temos valores médios de 163 N.m para o membro inferior não dominante (Carvalho,

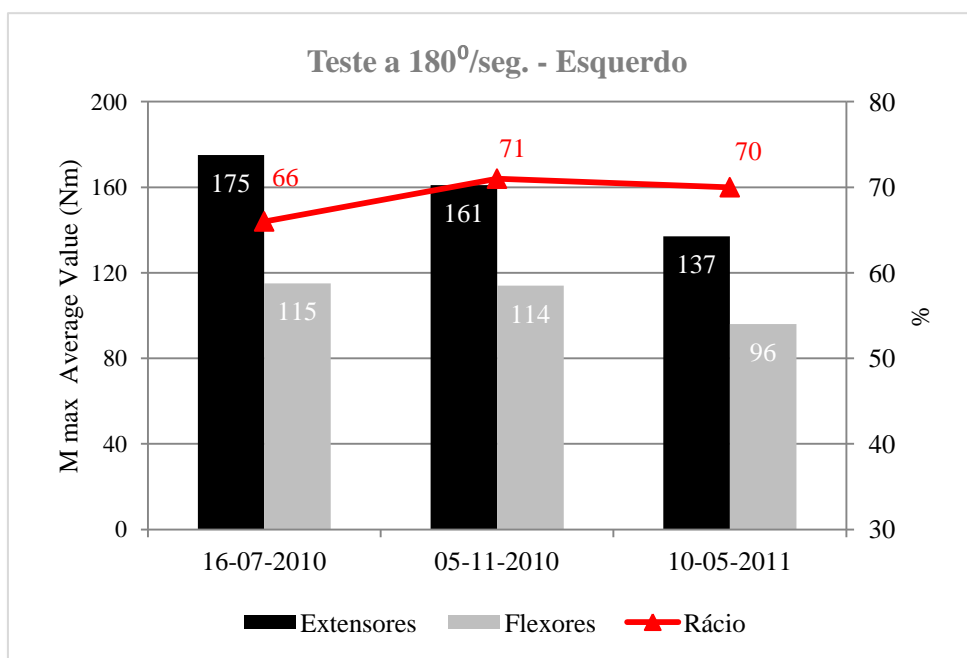
2005). Podemos dizer que os nossos valores foram superiores, à média apresentada pela bibliografia. Quanto aos flexores, para esta velocidade angular e para este membro inferior temos um momento máximo de força de 115 N.m, sendo que a média apresentada pela bibliografia apresenta um valor de 109 N.m (Carvalho, 2005). Os nossos valores voltaram a ser superiores aos da média da bibliografia apresentada.

Estas diferenças, influenciaram o Rácio Isquiotibiais/quadrícipete. O RI/Q do atleta em estudo, apresentou menos 2% do que a média do RI/Q que a bibliografia apresenta, com 66% e 68% respectivamente. Lembramos que o intervalo representativo de equilíbrio muscular se encontra no intervalo de (70-76%) (Ostenberg, 1998), mostrando que ambos se situaram ligeiramente fora do intervalo mencionado.

A evolução, para o segundo momento de avaliação isocinética, baixa em relação aos primeiros valores para 161 N.m na extensão e para 114 N.m na flexão (ver gráfico 2). Mais uma vez, estes valores podem ser justificados pelo tempo de inatividade física devido à cirurgia do membro inferior contra-lateral. Quanto ao RI/Q, neste momento, aumentou para os 71%, mantendo-se no intervalo de equilíbrio (Ostenberg, 1998).

No terceiro momento de avaliação, os valores de extensão voltaram a baixar, para 137 N.m. enquanto os valores de flexão se mantiveram com 96 N.m. (figura 2). Depois do segundo episódio de lesão no membro inferior contra-lateral, as diferenças neste membro inferior não foram significativas. Quanto ao RI/Q voltou a permanecer dentro do intervalo de equilíbrio com 70% (Ostenberg, 1998).

Analisados os três momentos de avaliação isocinética a 180°/s para o membro inferior esquerdo (não dominante), parece terem existido diferenças nos momentos máximos de força, devido à inatividade provocada pelos dois episódios lesionais do membro inferior contra-lateral, embora os rácios Isquiotibiais/quadrícipetes, apenas tenham ultrapassado os limites do intervalo de equilíbrio muscular no primeiro momento de avaliação segundo a bibliografia (Ostenberg, 1998). Neste caso, as paragens provocadas pelos episódios lesionais, diminuíram o ligeiro desequilíbrio que existia no RI/Q.



**Gráfico 2** - Variação dos três momentos de avaliação isocinética a 180º/s no membro inferior esquerdo.

#### 4.3. AVALIAÇÃO ISOCINÉTICA NOS TRÊS MOMENTOS A UMA VELOCIDADE ANGULAR DE 60º/S PARA O MEMBRO INFERIOR DIREITO (DOMINANTE)

Assim obtivemos, no primeiro momento de avaliação a 60º/s, para a extensão do joelho direito, um momento máximo de força de 239 N.m. (ver gráfico 3). Para jogadores que ocupam esta posição (médios defensivos) temos valores médios de 228 N.m para o membro inferior dominante (Carvalho, 2005). Podemos dizer que os nossos valores, embora superiores, aproximaram-se, destes face à média. Quanto aos flexores, para esta velocidade angular e para este membro inferior obtivemos um momento máximo de força de 117 N.m, sendo que a média apresentada pela bibliografia apresenta um valor de 134 N.m (Carvalho, 2005). Os nossos valores foram mais baixos do que os da média da bibliografia apresentada.

Estas ligeiras diferenças, vão ter influência quanto ao Rácio Isquiotibiais/quadrícipete. O RI/Q do atleta em estudo, apresenta menos 9% do que a média do RI/Q que a

## APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

bibliografia apresenta, com 49% e 58% respectivamente. Lembramos que o intervalo representativo de equilíbrio muscular se encontra no intervalo de (50-60%) (Kannus,1994). Como foi mencionado anteriormente, esta pode ser uma das causas do primeiro episódio de lesão.

Para o segundo momento de avaliação isocinética, os valores baixaram em relação aos primeiros valores para 202 N.m na extensão e para 72 N.m na flexão (ver gráfico 3). Estes valores são justificados pela lesão e consequente cirurgia de correção. Quanto ao RI/Q, neste momento, baixou para os 36%, demonstrando grande desequilíbrio entre quadricípete e isquiotibias.

No terceiro momento de avaliação, os valores de extensão voltaram a baixar, para 191 N.m. assim como os valores de flexão com 71 N.m. (figura 3). Depois do segundo episódio de lesão, as diferenças ainda se tornaram mais acentuadas. Quanto ao RI/Q voltou a demonstrar um desequilíbrio acentuado (Kannus, 1994).

Analisados os três momentos de avaliação isocinética a 60°/s para o membro inferior direito (dominante), existem diferenças nos momentos máximos de força, com os rácios Isquiotibiais/quadricípete, fora do intervalo de equilíbrio muscular segundo a bibliografia demonstrando grande desequilíbrio (Kannus, 1994).

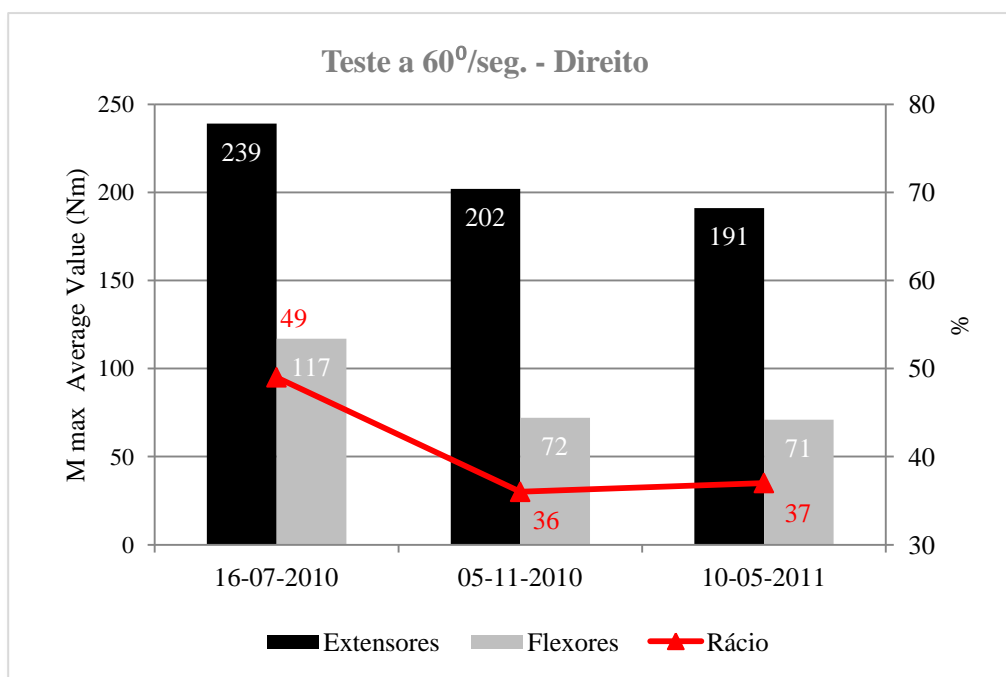


Gráfico 3 - Variação dos três momentos de avaliação isocinética a 60º/s no membro inferior direito.

#### 4.4. AVALIAÇÃO ISOCINÉTICA NOS TRÊS MOMENTOS A UMA VELOCIDADE ANGULAR DE 180º/S PARA O MEMBRO INFERIOR DIREITO (DOMINANTE)

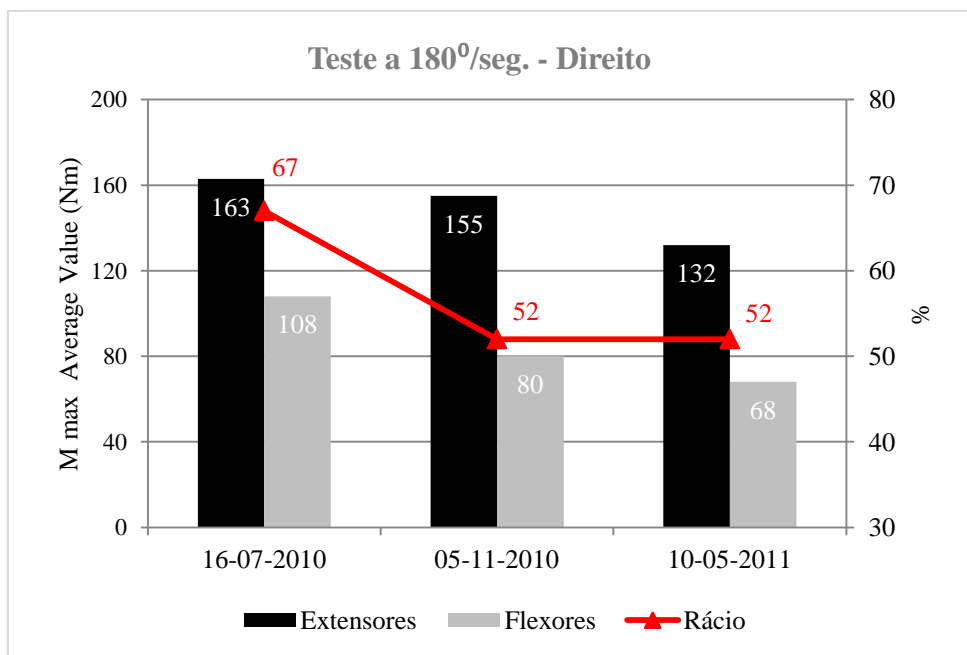
Os resultados, para uma velocidade de 180º/s, mostraram no primeiro momento de avaliação, para a extensão do joelho direito, um momento máximo de força de 163 N.m. (ver gráfico 4). Para jogadores que ocupam esta posição (médios defensivos) temos os mesmos valores médios de 163 N.m para o membro inferior dominante (Carvalho, 2005). Quanto aos flexores, para esta velocidade angular e para este membro inferior obtivemos um momento máximo de força de 108 N.m, sendo que a média apresentada pela bibliografia apresenta o valor aproximado de 109 N.m (Carvalho, 2005).

Quanto ao Rácio Isquiotibiais/quadrícipete o atleta em estudo, apresenta menos 1% em relação à bibliografia apresentada, com 67% e 68% respectivamente. Lembramos que o intervalo representativo de equilíbrio muscular se encontra no intervalo de (70-76%) (Ostenberg, 1998).

A evolução, para o segundo momento de avaliação isocinética, baixou em relação aos primeiros valores para 155 N.m na extensão e para 80 N.m na flexão (ver gráfico 4). Estes valores podem ser justificados devido ao primeiro episódio lesional e a consequente cirurgia de correção. Quanto ao RI/Q apresentado foi de 36% demonstrando um grande desequilíbrio muscular (Ostenberg, 1998).

No terceiro momento de avaliação, os valores de extensão voltaram a baixar, para 132 N.m. assim como os valores de flexão com 68 N.m. (ver gráfico 4). Depois do segundo episódio de lesão o atleta apresentou valores para a extensão e flexão muito afastados dos valores de referência 163N.m e 109N.m, respectivamente (Carvalho, 2005). Quanto ao RI/Q os valores demonstraram grande desequilíbrio muscular. (Ostenberg, 1998).

Analisados os três momentos de avaliação isocinética a 180°/s para o membro inferior direito (dominante), parece terem existido diferenças significativas nos momentos máximos de força, assim como no RI/Q, devido aos dois episódios lesionais.



**Gráfico 4** - Variação dos três momentos de avaliação isocinética a 180º/s no membro inferior direito.

## PARTE IV – CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

O presente estudo estabeleceu o perfil muscular na acção extensão/flexão do joelho e sua comparação bilateral, num atleta profissional de futebol, através da determinação do  $M_{\max}$  (momento máximo – Torque) e do Rácio ( $R_{I/Q}$ ), em dinamometria isocinética, em momentos seleccionados, antes e depois da ocorrência do episódio lesional.

A análise e interpretação dos dados permitem concluir que o atleta, antes do primeiro episódio de lesão, face aos membros inferiores, apresentava no exame isocinético, valores de extensão e flexão do joelho, equilibrados face à média existente para jogadores da mesma posição para velocidade angular de  $60^\circ/s$  e  $180^\circ/s$ . Quanto ao equilíbrio muscular dos isquiotibiais face aos quadricípetes, o atleta apresentou défice no membro inferior direito para uma velocidade angular lenta, embora pouco significativa não explicando a causa da primeira incidência, rotura total do tendão distal do semitendinoso.

Dentro dos factores predisponentes para lesões dos isquiotibiais identificados na revisão da literatura, apenas a idade, a falta de controlo neuromuscular e a falta de coordenação, ambas devido aos índices elevados de fadiga, podem estar na causa da primeira lesão, uma vez que o défice de força, os desequilíbrios musculares e o aquecimento inadequado não se verificaram.

Apesar do processo de recuperação ter sido concluído em 15 semanas, o exame isocinético efectuado neste momento demonstrou défice de força nos flexores direitos, originando desequilíbrio muscular no rácio isquiotibiais quadricípetes. Como do ponto de vista clínico, o atleta apresentava-se funcional e assintomático, recebeu alta com o intuito de colmatar a carência de força com o treino desportivo.

A segunda incidência, lesão muscular do músculo semimembranoso do mesmo membro, ocorreu 15 semanas após alta médica. Devido à falta de exame isocinético

## CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

neste momento, torna-se difícil concluir que o atleta tivesse ainda défice de força e desequilíbrios musculares para anexar aos factores predisponentes de lesão já existentes.

Esta recuperação, como se tratou do mesmo membro inferior, teve uma duração de 12 semanas. No exame isocinético de controlo às 9 semanas do joelho direito, concluí-se que o atleta, para velocidade angular lenta e rápida, obteve valores mais baixos em comparação com o segundo momento de avaliação. Devido ao espaço temporal entre avaliações isocinéticas, ficamos sem perceber se em algum momento na sua actividade desportiva o atleta atingiu valores semelhantes aos iniciais.

Para finalizar, sugerimos a investigação de mais factores predisponentes deste tipo de lesão. Seria também interessante perceber se os exames isocinéticos serão ou não eliminatórios para a reintegração na actividade desportiva.

Visto a nossa avaliação isocinética ter sido efectuada em regime de contracção concêntrica/concêntrica, recomendamos ainda um exame de avaliação isocinética em regime de contracção concêntrica/excêntrica, para a identificação de possíveis diferenças.

---

**BIBLIOGRAFIA**

Aagaard, P., Simonsen, E. B., Andersen, J. L., Magnusson, P., & Dyhre-Poulsen, P. (2002). *Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training*. Journal of Applied Physiology (93), 1318-1326.

Aagaard, P., et al., *A new concept for isokinetic hamstring: quadriceps muscle strength ratio*, in The American Journal of Sports Medicine. 1998. P.231-237.

Aagaard, p., et al., *Isokinetic hamstrings/quadriceps strength ratio: influence from joint angular velocity, gravity correction and contraction mode*, in acta Physiologica Scandinavium. 1995. P.421-427.

Adejuwon, A., McCourt, P., Hamilton, B., &Haddad, F. (2009). *Distal Semitendinosus Tendon Rupture: Is there any benefit of surgical intervention*. Clin J Sport Med, (19), 502-504.

Agre, J. & Baxter, T. (1987) *Musculoskeletal profile of male collegiate soccer players*. Archives of physical Medical Rehabilitation 68: p 147-150.

Alioto, R., Browne, J., Barnthouse, C., & Scott, A. (1997). *Complete Rupture of the distal Semimembranosus complex in a professional Athlete*. Clinical Orthopaedics and related research, (336), 162-165.

Alter, M. (2004). *Science of flexibility* (3<sup>a</sup> ed.). Champaign: Human Kinetics.

Asliling, C., Tengvard, M., Saartok, T. & Thorstensson, A. (2007) *Acute first-time hamstring strains during slow-speed stretching: clinical, magnetic resonance imaging, and recovery characteristics*. American Journal of sports medicine. 10, 1716-1724

Asliling, C., Tengvard, M., Saartok, T. & Thorstensson, A. (2008) *Proximal hamstring strains of stretching type in different sports: injury situations, clinical and magnetic*

---

*resonance imaging characteristics, and return to sport.* 9, 1799-1804

Benegas, E. et al. (2004). *Tratamento artroscópico da epicondilite lateral do cotovelo.* Revista Brasileira Ortopédica, Volume 39 (3), pp.93-101.

Bompa, T. (2003). *Periodización: Teoría Y metodología del Entrenamiento.* Hispano Europa.

Brotzaman, B., e Wilk, E., (2003). *Clinical Orthopaedics rehabilitation.* Second edition. Mosby. Philadelphia.

Brown, L., (2000). *Isokinetics in human Performance.* Human Kinetics.

Cameron, M., Adams, R., & Maher, C. (2003). *Motor control and strenght as predictors of hamstring injury in elite players of Australian football.* Physical Therapy in Sport , 4, 159-166.

Campenella, B., Mattacola, C., Kimura, I., Effects of visual feedback and verbal encouragement on concentric quadriceps and hamstrings peak torque of males and females, in isokinetics and Exercise Science. 2000. P. 1-6.

Capranica, L., et al., (1992). *Force and power of preferred and nonpreferred leg in young soccer players.* Journal of Sports Medicine ans Physical fitness. 324: p. 250-257.

Carvalho, P., (2005). *Avaliação isocinética dos músculos da coxa em jogadores de futebol.* Tese de mestrado em ciências da fisioterapia. Faculdade de Motricidade Humana – Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa. 47pp.

Castelo, C., Barreto, H., Alves, F., Santos, P., Carvalho, J., & Vieira, J., (2000). *Metodologia do treino desportivo,* FMH edições.

- Davies, G., (1992). *A Compendium of Kinetics in Clinical usage and Rehabilitation Techniques*. S&S publishers.
- Davies, G., Halbach, J., & Ross, D. (1983). *Torque acceleration energy and average power changes in quadriceps and hamstrings determined by computerized Cybex testing*. ACSM , 144.
- Dvir, Z., (2002). *Isocinética – Avaliações musculares, Interpretações e aplicações clínicas*. São Paulo: Manole Ltda.
- Elmlinger, B., Nyland, J. & Tillett, E. (2006) *Knee flexor function 2 years after anterior cruciate ligament reconstruction with semitendinosus-gracilis autografts*. Arthroscopy. 22, 650-655.
- Fried, T., & Lloyd, (1992). *An overview of common soccer injuries: Management and prevention*. Sports Medicine. 14: p. 269-275.
- Garret, W. and D. Kirkkendall, *Exercise and Sport Science*. 2000: Lippincott Williams& Wilkins.
- Gissis, L., Papadoulos, C., Kalapotharakos, V., Sotiropoulos, A., Komsis, G., & Manolopoulos, E. (2006). *Strenght and Speed Characteristics of Elite, Subelite, and Recreational Young Soccer Players*. Research in Sports Medicine , 14 (3), 205-214.
- Gleeson, N., and Mercer, T. *The utility of isokinetic dynamometry in the assesement oj human muscle function*. Sports Medicine. 1996. 211: p. 18-34.
- Gur, H., et al., *Effects of age on the reciprocal peak torque ratios during knee muscle contraction in elite soccer players*. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 1999. 9: p.81-87

Henderson, G., Barnes, C., & Portas, M. (2009). *Factors associated with increased propensity for hamstrings injury in english premier league soccer players*. Journal of Science and Medicine in Sport .

Hoff, J. (2005). *Training and testing physical capacities for elite soccer players*. Journal of Sports Sciences , 23 (6), 573-582.

Holliday, B., Burton, D., Sun, G., Hammermeister, J., Naylor, S., & Freigang, D. (2008). *Building the better mental training mousetrap: is periodization a more systematic approach to promoting performance excellence*. Applied Sport Psychology , 20 (2), 199-219.

Jardim, M. (2005). *Tendinopatia Patelar*. ESSFisionline. Volume 1 (4). Pp. 33.

Jarvinen, M. *et al.* (1997). *Histopathological Findings in Chronic Tendon Disorders*. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, Número 7, pp 86-95.

Kannus, P., (1994). *Isokinetic eavaluation of muscular performance – Implications for muscle testing and rehabilitation*. International Journal os Sports Science. 15: p.S11-S18.

Khan, K. *et al.* (1999). *Histopathology of Common Tendinopathies - Update and Implications for Clinical Management*. Sports Medicine, Vol.27 (6), pp 393-404.

Konishi, Y., Oda, T., Tsukazaki, S., Kinugasa, R., & Fukubayashi, T.(2011) *Relationship between quadriceps femoris muscle volume and muscle torque at least 18 months after anterior cruciate ligament reconstruction*. Scandinavian Journal of Medicine and Science Sports.

- Larrat, E., Kemoun, G., Coutte, P., Teffaha, D., & Dugue, B. (2007). *Isokinetic profile of knee flexors and extensors in a population of Rugby players*. *Annales de Readaptation et de Medicine Physique* , 280-286.
- Leadbetter, W. (1992). *Cell-matrix response in tendon injury*. *Clin Sports Med*, Vol. 11 (3), pp. 533-578.
- Magalhães, J., et al., (2004). *Concentric quadriceps and hamstrings isokinetic strength in volleyball and soccer players*. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* . 44: p. 119-125.
- Miller, M. (2008) *Operative Techniques: Sports Knee Surgery*. - Saunders - Elsevier
- Mirkov, D., Nedeljkovic, A., Milanovic, S., & Jaric, S. (2004). *Muscle strenght testing: evaluation of tests of explosive force production*. *European Journal of Applied Physiology* , 91, 147-154.
- Nitschke, J., *Reliability of isokinetic torque measurement: A review of the literature*. *Australian Journal of Physiotherapy*, 1992. 382: p. 125-134.
- Oberg, B., et al., *Isokinetic torque levels for knee extensors and knee flexors in soccer players*. *International Journal of Sports science*, 1986.7: p.50-53.
- Ostenberg, A., et al., (1998). *Isokinetic kne extensor strength and functional performance in healthy female soccer players*. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 8: p. 257-264.
- Perrin, D., (1993). *Isokinetics exercise and assessment*. Human kinetics publishers.

- Pincivero, D., Salfetnikov, Y. C., & Coelho, A. (2004). *Angle and Gender-Specific Quadriceps Femoris Muscle Recruitment and Knee Extensor Torque*. Journal of Biomechanics (37), 1689-1697.
- Pocholle, M. & Codine, P., (1994). *Étude isokinetic des muscles du genou chez des footbaleurs de première division in annn*. Kinésithérapie p.373-377.
- Purkayastha, S., Cremet, J., Trowbridge, C., Fincher, L., & Moreka, S. (2006). *Surface electromyographic amplitude-to-work ratios during isokinetic and isotonic muscle actions*. Journal of Athletic Training, 314-320.
- Riley, G. (2004). *The pathogenesis of Tendinopathy: a molecular perspective*. Rheumatology, Volume 43, pp.131-142.
- Rochcongar, P., et al., *Isokinetic investigation of knee extensors and knee flexors in young French soccer players*. International Journal of Sports Sciences, 1988. 9: p448-450.
- Rouvière, H., & Delmas, A., (2002). *Anatomia Humana, Tomo III. Miembros. Sistema nevosso central*. 10ª Edicion. Masson.
- Serrão, D. and Nunes, R., (1998). *Ética em cuidados de saúde*. Porto Editora. 13-27; 95-110; 191-192.
- Stake, R. (1995). *A Arte de investigação caso*. Newbury Park, CA: Sage Publications.
- Svensson, M., & Drust, B. (2005). *Testing soccer players*. Journal of Sports Sciences, 23 (6), 601-618.
- Togari, H., Ohashi, J. and Ohgushi, T. *Isokinetic muscle strength of soccer players in Science an d Football*. Reilly Editors. 1988. London.

Tourny-Chollet, C., et al., (2000). *Isokinetic knee muscle strength of soccer players according to their position*. *Isokinetics and Exercise Science*. 8: p. 187-193.

Wilson, G. & Murphy, A: *Strength diagnosis: The use of test data to determine specific strength training*. *Journal of Sports Science*, 1996. 14: p.167-173.

Yin, R. (1994) *Estudo de caso: Planeamento e métodos*. (2º Edição). Thousand Oaks, CA: Editora Sage.