



UNIVERSIDADE FERNANDO PESSOA

FCS/ESS

LICENCIATURA EM FISIOTERAPIA

PROJECTO E ESTÁGIO PROFISSIONALIZANTE II

**Estudo comparativo da força muscular isocinética dos extensores e flexores do joelho entre futebolistas e voleibolistas profissionais**

Ana Margarida Fernandes

Estudante de Fisioterapia

Escola Superior de Saúde - UFP

[11984@ufp.edu.pt](mailto:11984@ufp.edu.pt)

Rogério Pereira

Licenciado em Motricidade Humana

Escola Superior de Saúde - UFP

[rogerio@ufp.edu.pt](mailto:rogerio@ufp.edu.pt)

Porto, junho 2017

## Resumo

**Objetivo:** Descrever e comparar o perfil da força muscular isocinética dos músculos extensores e flexores do joelho de futebolistas e voleibolistas profissionais. **Metodologia:** Foram avaliados 21 futebolistas e 13 voleibolistas através de um dinamómetro isocinético da marca *Gymnex ISO-1* com o protocolo de 6 e 8 repetições máximas, a 60°/s e 180°/s, respetivamente. **Resultados:** Não foram encontradas diferenças significativas no *peak torque* entre os futebolistas e voleibolistas. O *peak torque/body weight* dos flexores do membro dominante a 180°/s e membro não dominante a 60°/s encontra-se significativamente maior nos futebolistas em relação aos voleibolistas. O mesmo acontece com a razão convencional isquiotibiais/quadrícipite do membro dominante a 180°/s e do membro não dominante a 60°/s. **Conclusão:** Os futebolistas apresentaram valores significativamente superiores no *peak torque body weight* nos flexores do joelho do membro dominante na a 180°/s e membro não dominante a 60°/s. O mesmo acontece com a razão convencional isquiotibiais/quadrícipite onde os futebolistas apresentam maiores valores no membro dominante a 60°/s e membro não dominante a 180°/s **Palavras-chave:** Prevenção de lesões, futebol, voleibol, força muscular, joelho.

## Abstract

**Objective:** Describe and compare the isokinetic muscular strength profile of the knee extensor and flexor muscles in athletes of football and volleyball. **Methods:** Were assessed 21 football and 13 volleyball players by an isokinetic dynamometer of *Gymnex ISO-1* brand, with the protocol of 6 and 8 maximal repetitions, at 60°/s e 180°/s, respectively. **Results:** There were no significant differences in the peak torque between football and volleyball players. The peak torque/body weight of the flexors of the dominant limb at 180°/s and of the non-dominant limb at 60°/s is significantly higher in the football players in relation to the volleyball players. The same happens with the conventional ratio hamstrings/quadriceps of the dominant limb at 180°/s and of the non-dominant limb at 60°/s. **Conclusion:** The football players showed significantly higher values in the peak torque/body weight of the dominant limb knee flexors at 180°/s and of the non-dominant limb at 60°/s. The same happens with the conventional ratio hamstrings/quadriceps in which the football players show higher values in the dominant limb at 60°/s and non-dominant limb at 180°/s **Key-word:** Injury prevention, football, voleyball, muscular strength, knee.

## Introdução

A exigência desportiva, especialmente na alta competição, tem vindo a crescer com jogos cada vez mais intensos e frequentes, o que exige dos atletas maiores índices de força e resistência (Teixeira, Carvalho, Moreira e Santos, 2014).

Em modalidades como o futebol e o voleibol, os grupos musculares extensores e flexores do joelho, para além da importante estabilidade dinâmica que conferem, são intensa e reiteradamente solicitados para as diferentes habilidades neuromotoras de cada modalidade tais como, a corrida em *sprint*, mudanças de direção, passes, remates e saltos (Magalhaes, Oliveira, Ascensao e Soares, 2004; Brito, Soares e Rebelo, 2009; Vairo, 2014; Bere et al., 2015). Assim, o equilíbrio neuromuscular, é apontado como um dos componentes importantes para o desempenho motor dos atletas pela sua influência no jogo, mas também pelo papel que desempenha na prevenção de lesões (Carvalho e Cabri, 2007; Croisier et al., 2008; Lehance, Binet, Bury e Croisier, 2009; Hadzic et al., 2010; Tol et al., 2014; Kyritsis et al., 2016). No que diz respeito a lesões no futebol, a lesão muscular é a mais frequente, nomeadamente a dos isquiotibiais (Ekstrand, Hägglund e Waldén, 2011). Porém, as lesões ligamentares do joelho são das mais temidas entre os atletas pelo seu elevado tempo de recuperação e morbilidade associada (Brito, Soares e Rebelo, 2009; Espregueira-Mendes et al., 2011; Grindem et al., 2016). Por sua vez, no voleibol, as lesões do joelho representam 15% de todas as lesões sendo a tendinopatia rotuliana a lesão mais frequente (Bere et al., 2015).

Neste sentido, medidas de prevenção primária e secundária têm emergido com o intuito de reduzir o número lesões, traduzindo-se em benefícios desportivos, sociais e económicos (Freckleton e Pizzari, 2012; Sugimoto, Myer, Foss e Hewett, 2014). Para a prevenção, é fundamental identificar e compreender os fatores precedentes da lesão para que sejam desenvolvidas estratégias eficazes para os anular ou atenuar (Croisier et al., 2008; Van Tiggelen et al., 2008; Lehance, Binet, Bury e Croisier, 2009). Desta forma, a dinamometria isocinética é importante na avaliação do perfil neuromuscular do atleta (Brown, 2000; Croisier et al., 2008). É um dispositivo que permite avaliar a força muscular a uma velocidade constante e com uma resistência acomodatória, permitindo ao atleta exercer a máxima força em cada momento da amplitude articular funcional. Este proporciona uma avaliação objetiva, segura, fiável e reproduzível (Brown, 2000; Dvir, 2004). Apesar de subvalorizada por alguns autores por não refletir aspetos funcionais como padrões de movimento (Cometti et al., 2001), tem sido reportado que, diferentes variáveis da avaliação isocinética possam consubstanciar fatores de risco para lesões desportivas. Dentro dos vários parâmetros de análise, o *peak*

*torque* (PT) define-se pelo momento de maior força dentro da amplitude isocinética. É usado especialmente para avaliar as diferenças de força muscular entre agonista e antagonista, como também para identificar eventuais diferenças bilaterais. Quando dividido pela massa corporal, pode ser quantificada a eficiência mecânica funcional do atleta, i. e., permite a normalização dos momentos de força em relação à massa - *Peak torque body weight* (PT/BW). Pode-se ainda calcular a razão convencional (RC) (*peak torque* concêntrico dos flexores/*peak torque* concêntrico dos extensores) e funcional (*peak torque* excêntrico dos flexores/*peak torque* concêntrico dos extensores), avaliando assim o equilíbrio neuromuscular unilateral do joelho (agonista/antagonista) (Brown, 2000). A evolução e seguimento destes parâmetros têm implicações importantes no que diz respeito ao desempenho, prevenção, e terapêutica de lesões desportivas (Magalhães, Oliveira, Ascensão e Soares, 2001; Croisier et al., 2008; Lehance, Binet, Bury e Croisier, 2009; Teixeira, Carvalho, Moreira e Santos, 2014). Assim, este trabalho pretende descrever e comparar o perfil da força muscular isocinética dos músculos extensores e flexores do joelho de atletas de duas modalidades diferentes, futebol e voleibol.

## **Metodologia**

### **Tipo de estudo**

Estudo comparativo observacional.

### **Considerações éticas**

Todos os participantes e responsáveis dos clubes foram informados através de uma declaração de consentimento informado e foram observados todos os princípios éticos descritos na Declaração de Helsínquia.

### **Participantes**

O estudo apresenta uma amostra de 22 jogadores de futebol e 14 jogadores de voleibol, profissionais em ambos os casos, que competem nas respetivas primeiras divisões do campeonato nacional. Estabeleceram-se como critérios de inclusão: atletas do sexo masculino com mais de 17 anos e sem limitações motoras. Foram aplicados os seguintes critérios de exclusão: atletas com sintomatologia dolorosa na execução do teste e história de lesão grave no membro inferior nos últimos seis meses. Entendeu-se como lesão grave um afastamento da atividade desportiva superior a 28 dias (Fuller et al., 2006).

Dos 36 atletas, dois foram excluídos do estudo. Um atleta da equipa de futebol que apresentou dor no joelho ao executar o teste e o outro da equipa de voleibol com história de patologia grave do joelho recente (tendinopatia do tendão rotuliano). Assim a amostra compreendeu 34 atletas (21 futebolistas e 13 voleibolistas).

### **Instrumentos**

A avaliação do perfil neuromuscular dos atletas foi efetuada na Clínica do Dragão, Espregueira-Mendes Sports Centre - FIFA Medical Centre of Excellence, na pré-época de 2016/2017. Foi utilizada uma bicicleta *TechnoGym*® para o aquecimento e o dinamómetro isocinético *Gymnex ISO-1* para avaliar a força neuromuscular dos extensores e flexores do joelho.

### **Procedimentos**

Numa primeira fase foi feito o levantamento do historial clínico, a recolha dos dados sociodemográficos, da biométrica, determinado o membro dominante e avaliação física do joelho. Foram fornecidas explicações detalhadas aos atletas sobre todos os procedimentos e objetivos do teste.

Numa segunda fase foi implementado um protocolo pré-estabelecido para todos os atletas. Começou-se por um aquecimento durante 8 minutos numa bicicleta, a 75 a 100 rotações por minuto. De seguida posicionou-se o atleta na cadeira e o eixo anatómico de flexão e extensão do joelho foi alinhado com o eixo mecânico do dinamómetro, sendo posteriormente fixado o braço de alavanca ao nível do terço distal da perna, imediatamente acima do maléolo tibial. A amplitude de teste determinada para cada atleta foi de 90 graus. A correção da gravidade foi efetuada através de um sistema intrínseco do dinamómetro. Colocaram-se cintas para estabilização do tronco e uma cinta femoral para estabilizar a coxa. Foi reforçada a importância de realizar o teste mantendo o máximo de intensidade possível durante a execução. Antes de cada série de teste foram permitidas 4 repetições submáximas para a familiarização com o dinamómetro.

Durante o teste, os atletas realizaram 6 repetições máximas de flexão e extensão do joelho no modo concêntrico-concêntrico a 60°/s e 8 repetições a uma velocidade de 180°/s. Entre cada série houve 90 segundos de descanso. O teste foi realizado bilateralmente e iniciado pelo membro não dominante. Todos os atletas receberam estimulação verbal coerente e consistente durante a avaliação.

## Análise estatística

A análise estatística foi efetuada utilizando o programa *Statistical Package for the Social Sciences (SPSS®) v.24.0* e considerou-se um nível de significância (p) de 0,05 em todos testes de hipótese.

Devido ao comportamento gaussiano, as variáveis foram apresentadas pela média e desvio padrão e a comparação entre as variáveis dos dois grupos foi efetuada pelo teste *t* student para amostras independentes.

## Análise individual de acordo com os valores *cut-offs*

Para realizar a análise individual, diferenças bilaterais superiores a 10% (Brown, 2000; Tol et al., 2014) e razões convencionais inferiores ou iguais a 47% (Croisier et al., 2008) foram consideradas como desequilíbrios bilaterais e unilaterais, respetivamente.

## Resultados

Do total da amostra de 34 atletas masculinos, 21 correspondem à modalidade de futebol (25 anos, 23,5 Kg/m<sup>2</sup>) e 13 à modalidade de voleibol (24,8 anos, 23,3 Kg/m<sup>2</sup>). A caracterização sociodemográfica da amostra pode ser consultada na tabela 1.

**Tabela 1** - Caracterização sociodemográfica da amostra nas modalidades de futebol e voleibol.

	Futebol(n=21)	Voleibol (n=13)
	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$
<b>Idade</b> (anos)	25,0±4,7	24,8±5,5
<b>Altura</b> (metros)	1,81±0,05	1,87±0,01
<b>Peso</b> (quilogramas)	74,4±14,3	82,1±8,1
<b>IMC</b> ( Kg/m <sup>2</sup> )	23,5±1,5	23,3±1,8

**Legenda:** Média ( $\bar{x}$ ), desvio padrão ( $\sigma$ ), Índice de massa corporal (IMC); n: número.

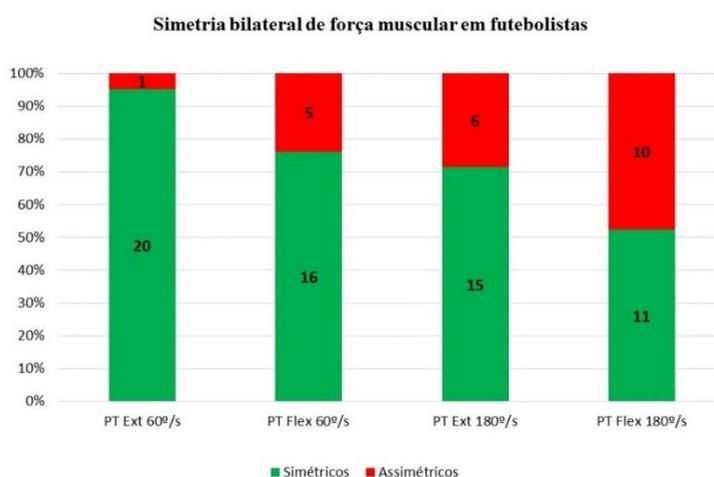
A análise comparativa do PT revelou não haver diferenças significativas nos extensores e flexores do joelho entre os futebolistas e voleibolistas ( $p>0,05$ ). Contudo, observaram-se valores de PT tendencialmente mais elevados nos extensores dos voleibolistas em relação aos futebolistas e nos flexores dos futebolistas em relação aos voleibolistas (Tabela 2).

**Tabela 2** - Comparação dos valores do PT entre as modalidades de futebol e voleibol, tendo em conta as diferentes velocidades (60°/s e 180°/s) e grupos musculares (extensores e flexores) do joelho.

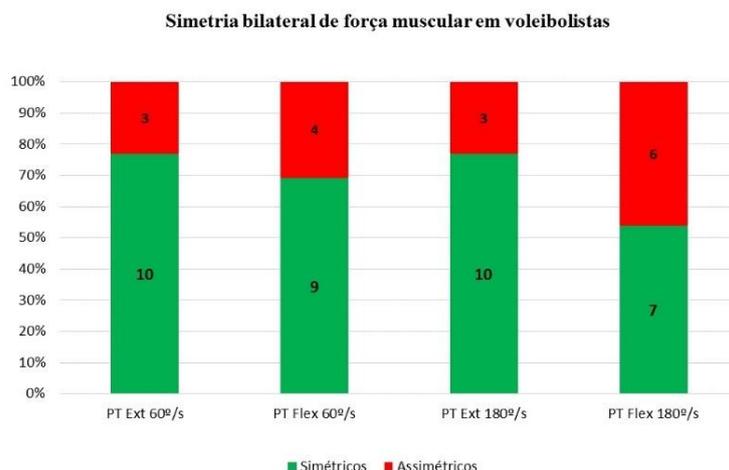
PT (N.m)	Futebol (n=21) $\bar{x} \pm \sigma$	Voleibol (n=13) $\bar{x} \pm \sigma$	p
PT D 60°/s Ext	239,9±22,9	255,8±35,0	N.S.
PT ND 60°/s Ext.	247,0±26,6	266,2±35,1	N.S.
PT D 60°/s Flx	170,8±26,5	167,9±27,9	N.S.
PT ND 60°/s Flx.	167,9±30,4	160,5±25,2	N.S.
PT D 180°/s Ext	161,5±25,5	170,2±20,5	N.S.
PT ND 180°/s Ext.	163,8±20,0	171,4±24,0	N.S.
PT D 180°/s Flx	109,7±17,0	103,7±16,1	N.S.
PT ND 180°/s Flx.	101,4±19,7	96,6±15,1	N.S.

**Legenda:** n: número;  $\bar{x} \pm \sigma$  : média  $\pm$  desvio padrão; N.S.: não significativo; N-m: Newton-Metro; n: número; Ext: extensores; Flx: flexores.

Ao avaliar desequilíbrios bilaterais, diferença bilateral superior a 10%, em futebolistas (Figura 1) e voleibolista (Figura 2), na velocidade de 60°/s verificaram-se desequilíbrios bilaterais nos extensores do joelho em 5% dos futebolistas e em 23% dos voleibolistas. Em relação aos flexores, na velocidade de 60°/s, observamos desequilíbrios em 24% dos futebolistas e em 31% dos voleibolistas. Na velocidade de 180°/s, ao avaliar os extensores do joelho, verificamos desequilíbrios bilaterais em 29% dos futebolistas e em 23% dos voleibolistas. No que diz respeito aos flexores a 180°/s, 48% dos futebolistas e 46% dos voleibolistas, apresentam desequilíbrios bilaterais.



**Figura 1** - Frequência absoluta e relativa de défices bilaterais dos músculos extensores e flexores do joelho em futebolistas. **Legenda:** Ext - Extensores; Flx – Flexores.



**Figura 2** - Frequência absoluta e relativa de défices bilaterais dos músculos extensores e flexores do joelho em voleibolistas. **Legenda:** Ext - Extensores; Flx – Flexores.

Na tabela 3 é apresentada a distribuição dos défices bilaterais entre o membro dominante e não dominante nas modalidades de futebol e voleibol.

**Tabela 3:** Caracterização da lateralidade dos défices nas modalidades de futebol e voleibol, tendo em conta as diferentes velocidades (60°/s e 180°/s) e grupos musculares (extensores e flexores) do joelho.

	Futebolistas		Voleibolistas	
	> PT D	> PT ND	> PT D	> PT ND
<b>Extensores 60°/s</b>	0	1	0	3
<b>Flexores 60°/s</b>	2	3	3	1
<b>Extensores 180°/s</b>	1	5	0	3
<b>Flexores 180°/s</b>	7	3	4	2

**Legenda:** > PT D: maior PT no membro dominante; > PT ND: maior PT no membro não dominante.

Em relação à variável que corresponde ao PT normalizado pela massa corporal do atleta (PT/BW), a análise dos dados revelou diferenças estatisticamente significativas nos flexores do joelho, no membro não dominante na velocidade de 60° /s e no membro dominante na velocidade de 180°/s, apresentando os futebolistas valores mais elevados (P<0,05; Tabela 4).

**Tabela 4** - Comparação dos valores do PT/BW entre as modalidades de futebol e voleibol, tendo em conta as diferentes velocidades (60°/s e 180°/s) e grupos musculares (extensores e flexores) do joelho.

PT/BW (%)	Futebol (n=21) $\bar{x} \pm \sigma$	Voleibol (n=13) $\bar{x} \pm \sigma$	p
PT/BW D 60°/s Ext	311,0±29,2	306,4±32,0	N.S.
PT/BW ND 60°/s Ext.	315,5±39,9	319,8±40,0	N.S.
PT/BW D 60°/s Flx	221,4±34,1	200,2±23,1	N.S.
PT/BW ND 60°/s Flx.	217,9±39,4	191,8±23,3	<b>0,038*</b>
PT/BW D 180°/s Ext	209,0±29,7	208,3±23,7	N.S.
PT/BW ND 180°/s Ext.	204,3±37,1	209,8±28,6	N.S.
PT/BW D 180°/s Flx	142,1±20,1	126,0±11,9	<b>0,013*</b>
PT/BW ND 180°/s Flx.	131,4±23,5	117,9±16,1	N.S.

**Legenda:** n: número;  $\bar{x} \pm \sigma$  : média  $\pm$  desvio padrão; N.S.: não significativo; \*: com diferenças significativas; Ext: extensores; Flx: flexores.

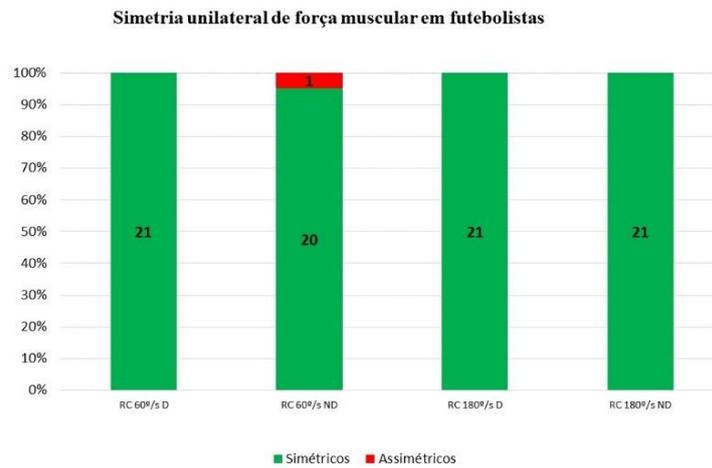
Na tabela 5 são apresentados os valores de RC e podemos verificar que existem diferenças significativas no membro não dominante na velocidade de 60°/s no membro dominante na velocidade de 180°/s, apresentando os futebolistas valores mais elevados ( $P < 0,05$ ). Em ambas modalidades a razão isquiotibiais/quadrícipite diminui com o aumento da velocidade.

**Tabela 5** - Comparação dos valores de RC do membro dominante e não dominante nas modalidades de futebol e voleibol, tendo em conta as diferentes velocidades, 60°/s e 180°/s.

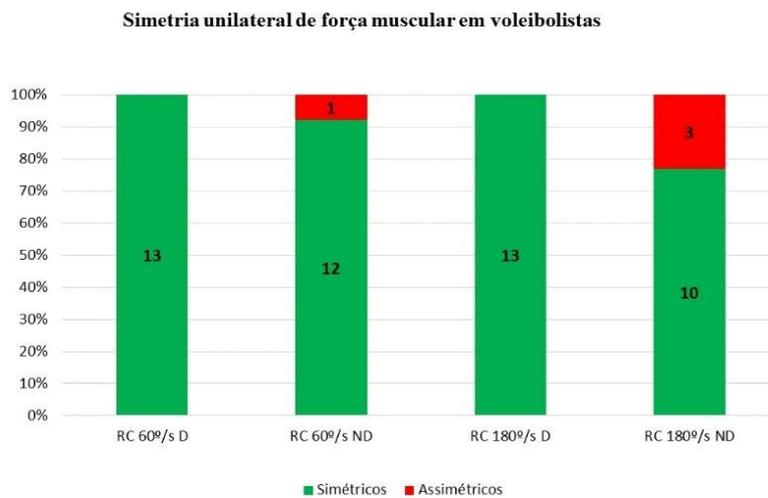
Razão Convencional (RC)	Futebol (n=21) $\bar{x} \pm \sigma$	Voleibol (n=13) $\bar{x} \pm \sigma$	p
RC D 60°/s	70,7±8,8	65,5±10,1	N.S.
RC ND 60°/s	67,2±8,3	60,5±10,7	<b>0,047*</b>
RC D 180°/s	67,9±7,5	60,7±8,4	<b>0,015*</b>
RC ND 180°/s	61,3±8,3	56,9±12,7	N.S.

**Legenda:** n: número;  $\bar{x} \pm \sigma$  : média  $\pm$  desvio padrão; N.S.: não significativo; \*: com diferenças significativas; D: dominante; ND: não dominante.

Numa análise individual para identificar atletas com défices unilaterais em futebolistas (Figura 3) e voleibolistas (Figura 4), usando o *cut-off* de 47%, foram assinalados um futebolista (4,8%) e um voleibolista (7,7%) na velocidade de 60°/s e três voleibolistas (23,1%) na velocidade de 180°/s. Todos os desequilíbrios foram observados no membro não dominante



**Figura 3** - Frequência absoluta e relativa de défices unilaterais no membro dominante (D) e não dominante (ND) em futebolistas.



**Figura 4** - Frequência absoluta e relativa de défices unilaterais no membro dominante (D) e não dominante (ND) em voleibolistas.

## Discussão

A análise e interpretação dos valores de PT, quando comparamos futebolistas e voleibolistas, não evidenciou diferenças estatisticamente significativas entre as duas modalidades. No entanto, foram observados valores tendencialmente mais elevados nos extensores dos voleibolistas relativamente aos futebolistas, e valores mais elevados nos flexores dos futebolistas em relação aos voleibolistas. Esta tendência foi encontrada também nos resultados de Teixeira, Carvalho, Moreira e Santos (2014) e poderá ser atribuída quer à biometria dos atletas, quer às especificidades dos gestos técnicos das diferentes modalidades. Assim, no caso das desacelerações e remate no futebol, os músculos isquiotibiais são largamente solicitados (Carvalho e Cabri, 2007; Petersen et al., 2011), e nos saltos verticais do voleibol, os músculos extensores são requisitados de forma reiterada e intensa (Magalhães, Oliveira, Ascensão e Soares, 2001; Magalhaes, Oliveira, Ascensao e Soares, 2004). Neste sentido, De Ruitter, De Korte, Schreven e De Haan (2010) reportam uma correlação positiva entre a força dos extensores e a altura máxima alcançada no salto vertical.

Em relação às assimetrias musculares bilaterais, uma diferença <10% é considerada como critério de retorno ao desporto (Tol et al., 2014). Para além disso, independentemente de existir lesão, a avaliação da simetria bilateral é considerada no âmbito do desempenho e da prevenção. Assim, quando comparamos as frequências dos desequilíbrios bilaterais entre as duas modalidades, os futebolistas, relativamente à avaliação dos extensores na velocidade de 60°/s, apresentaram uma frequência menor de desequilíbrios bilaterais quando comparados com os voleibolistas, 4,8% e 23,1%, respetivamente. Em relação aos flexores a 60°/s, a frequência de défices bilaterais é de 23,8 para os futebolistas e 30,8% para os voleibolistas. Por sua vez, a 180°/s os desequilíbrios entre extensores apresentaram uma frequência de 28,6% nos futebolistas e 23,1% nos voleibolistas. Nos flexores na velocidade de 180°/s, 47,7% dos futebolistas e 46,2% dos voleibolistas apresentaram desequilíbrios bilaterais.

Ao analisar os resultados dos atletas que apresentam défices bilaterais, ao contrário dos resultados apresentados por Teixeira, Carvalho, Moreira e Santos (2014), não foi apurada nenhuma tendência entre estes e a sua lateralidade (Tabela 3). Exibindo o futebol uma preferência unilateral em parte das suas habilidades técnicas, como o remate e o passe em relação ao voleibol, onde há uma prevalência de movimentos bilaterais como a posição base e os saltos (Maclaren, 1990), poderia ser expectável que os futebolistas apresentassem maior frequência desequilíbrios bilaterais, o que não se verifica. Assim, consideradas as tendências atuais das metodologias de treino e a procura da simetria funcional nos atletas, a prevalência

de assimetrias bilaterais terá mais que ver com a falta de controlo das assimetrias e de intervenção através de programas específicos de reforço muscular do que com o carácter assimétrico de cada modalidade. Aliás, tal não deve prevalecer, uma vez que o desequilíbrio muscular é um dos fatores de risco intrínsecos de lesão desportiva mais referidos na literatura (Brown, 2000; Magalhaes, Oliveira, Ascensao e Soares, 2004; Carvalho e Cabri, 2007; Croisier et al., 2008; Tol et al., 2014). A avaliação destes parâmetros funcionais tem assim, particular importância aquando do desenvolvimento de programas de prevenção de lesão.

Devido às diferentes características biométricas dos atletas das duas modalidades, ao normalizar o PT com a massa corporal, as diferenças observadas nos músculos extensores entre o voleibol e o futebol são atenuadas. No entanto, em relação aos flexores, os valores do PT/BW continuam a ser mais elevados no futebol em relação ao voleibol, com significância estatística no membro não dominante à velocidade de 60°/s e dominante à velocidade de 180°/s. Estes resultados são semelhantes aos verificados por Teixeira, Carvalho, Moreira e Santos (2014). Por sua vez, Lehance, Binet, Bury e Croisier (2009) também observaram a importância da diferença biométrica na avaliação de atletas nos desportos de alta competição. O PT/BW estabelece-se como um fator importante, especialmente no âmbito da performance atlética, uma vez que a eficiência mecânica (PT/BW) está muitas vezes diretamente correlacionada com a eficácia e otimização dos gestos desportivos (Brown, 2000).

Relativamente à razão convencional isquiotibiais/quadrícipite, esta parece ser importante para a estabilidade dinâmica do joelho. Neste estudo, os futebolistas mostraram valores deste parâmetro maiores do que os de voleibol, o que vai ao encontro dos resultados previamente reportados (Magalhães, Oliveira, Ascensão e Soares, 2001; Teixeira, Carvalho, Moreira e Santos, 2014). Esta diferença pode resultar das características inerentes a cada modalidade, no caso do futebol pela maior solicitação dos isquiotibiais, e no caso do voleibol pela frequente solicitação do quadrícipite e/ou falta de exercícios compensatórios de forma a contrariar uma menor solicitação dos isquiotibiais (Magalhães, Oliveira, Ascensão e Soares, 2001). As diferenças estatisticamente significativas foram encontradas no membro dominante para a velocidade de 180°/s e membro não dominante para a velocidade de 60°/s. Valores da razão isquiotibiais/quadrícipite baixos são associados a uma diminuição da co-ativação dos isquiotibiais. Estes, pela ação de restrição no deslizamento anterior da tíbia, assumem um papel importante na estabilização do joelho, principalmente nas ações de natureza excêntrica, necessárias para evitar lesões, como por exemplo, ruturas do ligamento cruzado anterior (LCA) (Brito, Soares e Rebelo, 2009; Teixeira, Carvalho, Moreira e Santos, 2014; Vairo, 2014). Nesta linha, foi demonstrado que após reconstrução do LCA, aqueles atletas que

retomaram a atividade desportiva com um desvio de 10% da razão convencional, apresentaram um risco de cerca de 10 vezes superior de recidiva (Kyritsis et al., 2016).

Em relação ao *cut-off* para definir desequilíbrios unilaterais, não existe consenso na literatura (Dauty et al., 2016). Sendo assim, importa referir que para o presente estudo, foi considerado o *cut-off* de 47% reportado por Croisier et al. (2008) onde foram avaliados 462 jogadores de futebol dos quais 55% (n=118) mostraram défices unilaterais. Na nossa amostra, tendo em consideração este *cut-off*, não foram encontrados, no membro dominante, défices na razão isquiotibiais/quadrícipite. No membro não dominante, 4,8% dos futebolistas e 7,7% dos voleibolistas, à velocidade de 60°/s, apresentam desequilíbrios unilaterais. Na velocidade de 180°/s apenas os voleibolistas apresentam esses desequilíbrios (23%). Embora se tenha assumido o *cut-off* de 47%, Croisier et al. (2008) reporta ainda um *cut-off* de 0.45, no caso de um dispositivo da marca *Biodex*. O *cut-off* de 47% seria para um dispositivo da marca *Cybex*. O mesmo estudo reporta a necessidade de, nos atletas com défices na pré-época, atingirem um *cut-off* de 57% após programa de intervenção/reabilitação muscular devidamente acompanhado pelo fisioterapeuta. Embora estes *cut-offs* sejam usados como referência, deveremos ter em conta o tipo de população onde eles surgiram que no caso foram futebolistas. Existe assim a necessidade de prudência na sua aplicação a outras modalidades desportivas, onde o padrão de exigência física, tática ou técnica, pode ser diferente. Para realçar a disparidade da literatura, quanto à decisão do que são considerados défices unilaterais, no nosso estudo, se tomássemos em consideração outros valores indicativos, os resultados seriam totalmente distintos. Para realçar este facto, se ao invés de usarmos um *cut-off* de 47%, usássemos o *cut-off* de 60%, tal como é referido em Aagaard et al. (1998) encontraríamos défices em pelo menos 65% dos atletas, em vez dos 15% encontrados neste estudo. Esta divergência poderia ainda ser maior se usássemos o intervalo sugerido por Carvalho e Cabri (2007), em que teríamos na nossa amostra mais de 90% dos atletas com défices na razão isquiotibiais/quadrícipite. Sendo assim, tendo em conta a interferência que as diferentes referências teriam nos nossos resultados, a falta de consenso na determinação daquilo que são efetivamente défices na razão entre isquiotibiais/quadrícipite traz ambiguidade e dificuldade na comparação de resultados de diferentes estudos.

Na avaliação isocinética, quando subimos a velocidade de 60°/s para 180°/s, há uma perda no PT quer nos extensores quer nos flexores do joelho. No entanto, o facto dos músculos isquiotibiais apresentarem uma maior proporção de fibras tipo II em relação às de tipo I, poderá justificar uma perda no PT menor para os isquiotibiais do que para os quadrícipites. Sendo a razão convencional definida pelo numerador que corresponde ao PT

dos isquiotibiais e pelo denominador que corresponde ao PT do quadrícipite, aquilo que se espera é que a razão convencional suba com a velocidade como está descrito nas recomendações que encontramos na literatura para aqueles que devem ser os valores da razão convencional recomendados aos atletas (Magalhaes, Oliveira, Ascensao e Soares, 2004; Petersen et al., 2011). No entanto, ao fazer a análise individual, observou-se que, nas duas modalidades, ao aumentar a velocidade de 60°/s para 180°/s, a razão convencional diminuiu. Este facto foi encontrado no futebol em 12 jogadores (57%) no membro dominante e 13 (62%) no membro não dominante. Na mesma linha, os jogadores de voleibol também mostraram uma evolução atípica da razão convencional em 11 jogadores (85%) no o membro dominante e 8 jogadores (62%) no membro não dominante. Embora no futebol tenha ocorrido em vários jogadores, este fenómeno ocorreu mais frequentemente nos jogadores de voleibol que poderá dever-se à solicitação preferencial do aparelho extensor e daí os flexores revelarem menor adaptação crónica no que diz respeito ao seu desempenho em velocidades altas. No caso dos futebolistas poderá ter a ver com a metodologias de treino, uma vez que a literatura é consistente em reportar uma tendência de subida da razão com o aumento da velocidade de avaliação

A avaliação isocinética na pré-época parece ser útil para identificar desequilíbrios musculares e posteriormente programar treino específico de fortalecimento (Brown, 2000; Wang, Macfarlane e Cochrane, 2000; Croisier, 2004). A identificação de assimetrias musculares como potenciais fatores de risco de lesão é essencial para aumentar a eficácia no desenho e implementação programas de prevenção, quer primária quer secundária. Para além disso, a monitorização e quantificação dessas assimetrias musculares podem ser usadas como critérios objetivos na progressão entre fases de reabilitação e retorno à competição. Assim, tem sido sugerido que o atleta apenas deva jogar após ter estabelecido o equilíbrio muscular (Croisier et al., 2008).

As limitações inerentes a este estudo prendem-se sobretudo com o tamanho reduzido da amostra. Uma amostra maior resultaria em maior poder estatístico e, por ventura, em conclusões mais robustas. A falta de padronização de protocolos de avaliação neuromuscular por dinamometria isocinética patente na literatura assim como a utilização de diferentes dispositivos, faz com que a comparação de resultados seja difícil. Como objeto de um estudo futuro, seria interessante avaliar e acompanhar prospectivamente estes atletas após a implementação de programas de reforço muscular, nos casos em que procedesse, para aferir da sua efetividade e das implicações na incidência de lesões.

## Conclusão

Os resultados deste estudo permitem concluir que em nenhum dos parâmetros medidos os voleibolistas apresentam valores significativamente superiores na comparação com os futebolistas. Por sua vez, há 4 variáveis - PT/BW dos flexores do membro dominante a 180°/s, PT/BW dos flexores do membro não dominante a 60°/s, RC do membro dominante a 180°/s e RC do membro não dominante a 60°/s – sobre as quais a análise estatística revelou valores superiores para os futebolistas, sendo as diferenças estatisticamente significativas, em relação aos voleibolistas. Assim, as diferenças verificadas para as 4 variáveis, acima referidas, parecem refletir as adaptações crônicas às exigências desportivas particulares do futebol. A caracterização do perfil neuromuscular isocinético e a identificação de défices e/ou assimetrias na força muscular contribui, no âmbito do exercício da fisioterapia, para desenhar e implementar programas de prevenção de lesões, de reabilitação e de melhoria do desempenho motor.

## Bibliografia

- Aagaard, P., Simonsen, E., Magnusson, S., Larsson, B. e Dyhre-Poulsen, P. (1998). A new concept for isokinetic hamstring: quadriceps muscle strength ratio. *The american journal of sports medicine*, 26(2), 231-237.
- Bere, T., Kruczynski, J., Veintimilla, N., Hamu, Y. e Bahr, R. (2015). Injury risk is low among world-class volleyball players: 4-year data from the FIVB Injury Surveillance System. *British journal sports medicine*, 49(17), 1132-1137.
- Brito, J., Soares, J. e Rebelo, A. (2009). Prevenção de lesões do ligamento cruzado anterior em futebolistas. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 15(1) 62-69.
- Brown, L. (2000). *Isokinetics in human performance*, 1st ed. Human Kinetics.
- Carvalho, P. e Cabri, J. (2007). Avaliação isocinética da força dos músculos da coxa em futebolistas. *Revista portuguesa de fisioterapia no desporto*, 1(21), 4-13.
- Cometti, G., Maffiuletti, N., Pousson, M., Chatard, J. e Maffulli, N. (2001). Isokinetic strength and anaerobic power of elite, subelite and amateur French soccer players. *International journal of sports medicine*, 22(01), 45-51.
- Croisier, J. (2004). Factors associated with recurrent hamstring injuries. *Sports medicine*, 34(10), 681-695.

- Croisier, J., Ganteaume, S., Binet, J., Genty, M. e Ferret, J. (2008). Strength imbalances and prevention of hamstring injury in professional soccer players: a prospective study. *The american journal of sports medicine*, 36(8), 1469-1475.
- Dauty, M., Menu, P., Fouasson-Chailloux, A., Ferréol, S. e Dubois, C. (2016). Prediction of hamstring injury in professional soccer players by isokinetic measurements. *Muscles, ligaments and tendons journal*, 6(1), 116–123.
- de Ruiter, C., de Korte, A., Schreven, S. e De Haan, A. (2010). Leg dominance in relation to fast isometric torque production and squat jump height. *European journal of applied physiology*, 108(2), 247.
- Dvir, Z. (2004). *Isokinetics: muscle testing, interpretation, and clinical applications*, 2nd ed. Elsevier Health Sciences.
- Ekstrand, J., Hägglund, M. e Waldén, M. (2011). Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). *The american journal of sports medicine*, 39(6), 1226-1232.
- Espregueira-Mendes, J., Pereira, R., Monteiro, A., Pereira, H., Sevivas, N. e Varanda, P. (2011). Sports and anterior cruciate lesions. *Revue de chirurgie orthopédique et traumatologique*, 97(8), S472-S476.
- Freckleton, G. e Pizzari, T. (2012). Risk factors for hamstring muscle strain injury in sport: a systematic review and meta-analysis. *British journal of sports medicine*, 47(6), 351-358.
- Fuller, C. W., Ekstrand, J., Junge, A., Andersen, T. E., Bahr, R., Dvorak, J., Hägglund, M., McCrory, P. e Meeuwisse, W. H. (2006). Consensus statement on injury definitions and data collection procedures in studies of football (soccer) injuries. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 16(2), 83-92.
- Grindem, H., Snyder-Mackler, L., Moksnes, H., Engebretsen, L. e Risberg, M. (2016). Simple decision rules can reduce reinjury risk by 84% after ACL reconstruction: the Delaware-Oslo ACL cohort study. *British journal of sports medicine*, 50(13), 804-808.
- Hadzic, V., Sattler, T., Markovic, G., Veselko, M. e Dervisevic, E. (2010). The isokinetic strength profile of quadriceps and hamstrings in elite volleyball players. *Isokinetics and exercise science*, 18(1), 31-37.
- Kyritsis, P., Bahr, R., Landreau, P., Miladi, R. e Witvrouw, E. (2016). Likelihood of ACL graft rupture: not meeting six clinical discharge criteria before return to sport is associated with a four times greater risk of rupture. *British journal of sports medicine*, 50(15), 946-951.

- Lehance, C., Binet, J., Bury, T. e Croisier, J. (2009). Muscular strength, functional performances and injury risk in professional and junior elite soccer players. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 19(2), 243-251.
- Maclaren, D. (1990). Court games: volleyball and basketball. In: Reilly, T., Secher, N., Snell, P., Williams, C. (eds.) *Physiology of sports*. Spon Press: Abingdon.
- Magalhães, J., Oliveira, J., Ascensão, A. e Soares, J. (2004). Concentric quadriceps and hamstrings isokinetic strength in volleyball and soccer players. *Journal of sports medicine and physical fitness*, 44(2), 119.
- Magalhães, J., Oliveira, J., Ascensão, A. e Soares, J. (2001). Avaliação isocinética da força muscular de atletas em função do desporto praticado, idade, sexo e posições específicas. *Revista portuguesa de ciências do desporto*, 1(2), 13-21.
- Petersen, J., Thorborg, K., Nielsen, M., Budtz-Jørgensen, E. e Hölmich, P. (2011). Preventive effect of eccentric training on acute hamstring injuries in men's soccer: a cluster-randomized controlled trial. *The american journal of sports medicine*, 39(11), 2296-2303.
- Sugimoto, D., Myer, G. D., Foss, K. D. B. e Hewett, T. E. (2014). Specific exercise effects of preventive neuromuscular training intervention on anterior cruciate ligament injury risk reduction in young females: meta-analysis and subgroup analysis. *British Journal Sports Medicine*, 49(5), 282-289.
- Teixeira, J., Carvalho, P., Moreira, C. e Santos, R. (2014). Isokinetic Assessment of Muscle Imbalances and Bilateral Differences between Knee Extensores and Flexores' Strength in Basketball, Football, Handball and Volleyball Athletes. *International journal of sports science*, 4(1), 1-6.
- Tol, J. L., Hamilton, B., Eirale, C., Muxart, P., Jacobsen, P. e Whiteley, R. (2014). At return to play following hamstring injury the majority of professional football players have residual isokinetic deficits. *British journal sports medicine*, 48(18), 1364-1369.
- Vairo, G. L. (2014). Knee flexor strength and endurance profiles after ipsilateral hamstring tendons anterior cruciate ligament reconstruction. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 95(3), 552-561.
- Van Tiggelen, D., Wickes, S., Stevens, V., Roosen, P. e Witvrouw, E. (2008). Effective prevention of sports injuries: a model integrating efficacy, efficiency, compliance and risk-taking behaviour. *British journal of sports medicine*, 42(8), 648-652.
- Wang, H.-K., Macfarlane, A. e Cochrane, T. (2000). Isokinetic performance and shoulder mobility in elite volleyball athletes from the United Kingdom. *British journal of sports medicine*, 34(1), 39-43.