

## ARTIGO ORIGINAL

## Avaliação Isocinética da Força dos Músculos da Coxa em Futebolistas

Paulo Carvalho<sup>1</sup>, Jan Cabri<sup>2</sup>

Fisioterapeuta. Mestre em Ciências da Fisioterapia. Assistente da Escola Superior de Tecnologias da Saúde do Porto – Instituto Politécnico do Porto<sup>1</sup>  
Correspondência para: [pmc@estsp.ipp.pt](mailto:pmc@estsp.ipp.pt)

Fisioterapeuta. Professor Doutor. Professor Associado da Faculdade de Motricidade Humana – Universidade Técnica de Lisboa<sup>2</sup>

### Resumo

**Introdução:** A força muscular é um dos componentes mais importante no desporto, não só para um elevado desempenho mas também na prevenção de lesões. Um dos métodos mais utilizados para avaliar a força muscular entre o membro dominante e não dominante e o rácio antagonista/agonista é o dinamómetro isocinético. **Objectivo:** Descrever e comparar a força isocinética em futebolistas e analisar se esta se encontra relacionada com a posição ocupada por estes dentro do campo. **Relevância:** A avaliação da força muscular bem como do seu equilíbrio é, nos dias de hoje, um factor de elevada importância para o Atleta e Profissionais de Saúde (nomeadamente Fisioterapeutas) que com eles trabalham, para que, juntos consigam objectivar uma melhor recuperação e prevenir a ocorrência de lesões. **Metodologia:** A partir de um estudo do tipo descritivo-correlacional avaliaram-se 245 sujeitos (guarda-redes=30; defesas centrais=45; defesas laterais=37; médios centro=45; médios ala=47; avançados=41), futebolistas profissionais. Para avaliação do *Peak Torque* ( $P_T$ ) foi utilizado um dinamómetro isocinético da marca Biodex System 3Pro<sup>®</sup>. Foi realizada a correcção da força da gravidade na avaliação do  $P_T$  concêntrico dos músculos extensores e flexores do joelho, para as velocidades angulares de 60°/s (4 repetições) e 180°/s (6 repetições). **Resultados:** Os défices bilaterais encontrados entre os membros D e ND encontram-se abaixo dos 10-15% e parecem acentuar o padrão bilateral do futebol. A inexistência de diferenças bilaterais significativas entre a posição dos jogadores, relativamente aos valores do  $P_T$  dos músculos extensores e flexores do joelho, dos membros D e ND. O  $P_T$  do quadríceps e dos ísquio-tibiais apresentam diferenças significativas entre as diversas posições, qualquer que seja o membro e a velocidade angular ( $p<0,05$ ).

**Discussão/Conclusão:** Os resultados parecem sugerir que as acções específicas do futebol e as diferentes posições dos jogadores no campo não induzem desequilíbrios musculares bilaterais significativos, mas que a sua posição implica um  $P_T$  específico.

**Palavras-chave:** Futebolista, *Peak Torque*, Rácio IT/Q, Isocinético, Equilíbrio muscular

### Abstract

**Introduction:** Muscular strength is one of the most important components of sport, not only for high performance but also injury prevention. One of the most used methods to assess muscle strength balance between dominant/non-dominant and hamstrings (H)/quadriceps (Q) strength ratio is the isokinetic testing. **Purpose:** Describe and compare isokinetic strength in soccer players and analyse its relationship with their position in the playing field. **Methods:** 245 professional soccer players (goalkeepers=30; centre-backs=45; full-backs=37; centre-half=45; attacking midfielders=47; forwards=41) were evaluated with Biodex System 3Pro<sup>®</sup> isokinetic dynamometer. Maximal gravity corrected concentric peak torque of knee extensors and flexors muscles were measured at angular velocities of 60°/s (4 repetitions) and 180°/s (6 repetitions). **Results:** No significant Bilateral Differences (BD) were found between soccer players position. The quadriceps and hamstrings concentric Peak Torque show significant differences between the different positions in the game, whatever the leg and the angular speed ( $p<0,05$ ). **Discussion/Conclusion:** Our data suggest that specific demands of this sport and the different positional roles in soccer did not induce bilateral leg imbalances. The specific position of the players on the playing field implies specific Peak Torque.

**Key words:** Soccer player, Peak torque, H/Q strength Ratio, Isokinetic, Muscle balance

### Introdução

O futebol é o desporto mais popular do mundo. Este está a tornar-se cada vez mais rápido e a intensidade das jogadas e dos jogos está a aumentar. Há cada vez mais um maior número de jogos, especialmente a nível profissional sendo os intervalos entre estes cada vez menores e mais irregulares, exigindo jogadores com mais força e resistência (Reilly 1996; Reilly, Bangsbo & Hughes 1997; Castelo 2003).

A força muscular é avaliada sobretudo para determinar o perfil da condição muscular de um indivíduo, quantificar a importância e o significado relativo da força nas diferentes actividades desportivas, identificar as deficiências específicas da função muscular de forma a poder eliminá-las ou minimizá-las e para avaliar a eficácia e os efeitos dos vários programas de treino e intervenções ao nível da reabilitação, tendo em conta os objectivos previamente estabelecidos (Reilly 1996;

Reilly, Bangsbo & Hughes 1997; Golomazov & Shirra 1997; Östenberg, Roos, Ekdahl & Roos 1998; Garrett & Kirkendall 2000).

A posição que o jogador adopta na equipa, o nível profissional do atleta ou até o estilo de jogo, parece ter impacto no perfil músculo-esquelético do jogador de futebol (Reilly 1996; Reilly *et al* 1997).

A avaliação da força muscular com recurso a dinamómetros isocinéticos tem sido largamente divulgada e utilizada no diagnóstico de disfunções neuro-músculo-esqueléticas (desequilíbrios musculares entre o membro dominante (D)/não dominante (ND) e os antagonistas/agonistas) e também na reabilitação, no treino e na investigação, como indicador da função e desempenho de certos grupos musculares, sendo a sua medição feita através do *peak torque* ( $P_T$ ) ou momento máximo ( $M_{m\acute{a}x}$ ) (Dvir 2004).

Para além de outros parâmetros decorrentes de uma avaliação isocinética é sem dúvida o  $P_T$  a medida usada com maior frequência nos trabalhos científicos. De acordo com a literatura, o  $P_T$  tem-se revelado como uma variável bastante precisa e altamente reprodutível, tornando-se numa medida de referência para todas as avaliações isocinéticas (Davies 1992; Perrin 1993; Brown 2000; Dvir 2004).

O rácio ísquio-tibiais/quadríceps ( $R_{I/Q}$ ) concêntrico (concentric *antagonist/agonist Ratio*) representa o rácio mais antigo e o mais utilizado na literatura (Davies 1992; Perrin 1993; Brown 2000; Dvir 2004). Numerosos estudos demonstraram que se situa de forma constante, independentemente da idade, do género e do lado testado, entre 50-60% a baixa velocidade angular (30°/s-60°/s) e entre 70-80% a média velocidade ( $\geq 180^\circ/s$ ). Nos dias de hoje são utilizados também outros  $R_{I/Q}$  excêntrico/excêntrico, excêntrico/concêntrico, sem que exista um consenso quanto à utilização e ao protocolo a seguir nestas situações (Davies 1992; Perrin 1993; Bolukbasi, Karatas, Akin & Beyazova 1994; Pocholle & Codine 1994; Aagaard, Simonsen, Trolle, Bangsbo & Klausen 1995; Delemme, Pocholle, Lassau 1999; Gür, Akova, Punduk & Kucukoglu 1999; Brown 2000; Dvir 2004; Coombs & Garbutt 2002).

Os desequilíbrios musculares são um dos factores mais referidos na literatura como causa provável de lesões

desportivas. Neste sentido, a avaliação destes parâmetros funcionais assumem particular importância na concepção de programas de prevenção de lesões (Magalhães *et al* 2004).

Por conseguinte, um dos propósitos do presente estudo foi o de descrever e comparar as diferenças bilaterais dos músculos quadríceps e ísquio-tibiais, através da análise do  $P_T$  e do  $R_{I/Q}$ . O outro foi o de comparar o  $P_T$  e o  $R_{I/Q}$  entre as diversas posições específicas que os jogadores assumem dentro do campo.

## Metodologia

### Tipo de estudo

Estudo do tipo descritivo-correlacional.

### Amostra

No decurso deste estudo avaliámos 245 futebolistas profissionais portugueses da super-liga e liga de honra (139 da Super Liga e 106 da Liga de Honra).

Na tabela 1 apresentamos os dados demográficos (idade) e antropométricos (estatura e peso) dos elementos da amostra, separados pelas posições no campo.

Foram critérios de exclusão os sujeitos com patologia aguda ou sub-aguda ao nível da articulação do joelho e coxa à data do teste e a presença de dor durante a execução da avaliação isocinética.

### Material e Procedimentos

O presente estudo foi realizado no Centro Nacional de Medicina Desportiva – Delegação do Porto, numa sala privada, em que a temperatura da mesma era controlada. A recolha foi realizada no início da época e decorreu durante 20 dias. O aquecimento prévio foi realizado num cicloergómetro da marca/modelo Monark®/E-824 e teve a duração de 5 minutos com uma carga de 2% do peso corporal.

Para a realização da avaliação isocinética foi utilizado um dinamómetro da marca/modelo Biodex System 3 Pro® (Figura 1).

Os sujeitos foram posicionados na cadeira do dinamómetro com uma inclinação de  $\pm 100^\circ$

**Tabela 1** – Caracterização da amostra tendo em conta a posição dos jogadores no campo.

Guarda-Redes	Redes	N=30	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	
		Idade (anos)	30		± 3,97	19	37
		Peso (Kg)	82,1	± 4,87	70	94	
		Estatura (cm)	184,1	± 4,40	175	196	
Defesas Centrais	Centrais	N=45	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	
		Idade (anos)	26		± 3,44	20	35
		Peso (Kg)	81,3	± 5,50	70	101	
		Estatura (cm)	183,8	± 3,13	177	191	
Defesas Laterais	Laterais	N=37	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	
		Idade (anos)	25		± 3,6	20	33
		Peso (Kg)	73,9	± 3,87	65,8	81	
		Estatura (cm)	176,8	± 4,02	169	184	
Médios Centros	Centros	N=45	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	
		Idade (anos)	26		± 4,22	18	37
		Peso (Kg)	73,8	± 4,2	65	86	
		Estatura (cm)	176,9	± 4,68	167	187	
Médios Ala	Ala	N=47	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	
		Idade (anos)	26		± 4,44	18	35
		Peso (Kg)	73,77	± 5,01	59	86	
		Estatura (cm)	176,1	± 4	168	184	
Avançados		N=41	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	
		Idade (anos)	27		± 2,88	21	33
		Peso (Kg)	79,5	± 4,94	70,3	95	
		Estatura (cm)	181	± 4,11	173	191	

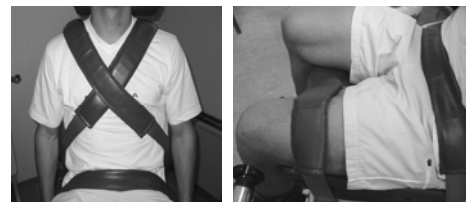
(ângulo interno a partir da horizontal), com o eixo motor alinhado visualmente com o eixo da articulação do joelho e com as estabilizações necessárias ao nível do tronco, da cintura pélvica e da coxa (1/3 distal) de forma a evitar as substituições e compensações inerentes a esforços máximos, por parte de outros grupos musculares e alavancas do corpo humano, para que o joelho a ser testado se mova com um único grau de liberdade (Hart, Stobbe, Till & Plummer 1984; Biodex System 3 Pro Manual 1995) (figura 2).

**Figura 1** – Dinamómetro isocinético Biodex System 3 Pro®.



O braço da alavanca no membro inferior em teste foi colocado ao nível do 1/3 distal da perna (3 cm acima do

**Figura 2** – Estabilizações necessárias para a realização do teste.



maléolo tibial). Foi determinado o peso do membro a testar, através do sistema intrínseco do dinamómetro, para a correcção dos valores  $P_T$  nos movimentos de flexão e extensão do joelho devido à acção da gravidade (Nelson & Duncan 1983; Fillyaw, Bevins & Fernandez 1986; Davies 1992; Kannus 1992; Nitschke 1992; Perrin 1993; Kannus 1994; Brown 2000; Brown & Weir 2001; Dvir 2004).

As velocidades de execução utilizadas neste estudo para avaliar o  $P_T$  quadrícipite e ísquio-tibiais foram respectivamente de 60°/s (4 repetições) e de 180°/s (6 repetições), numa amplitude de movimento

compreendida entre os 100° – 0° e com um tempo de repouso entre as velocidades de 2 minutos (Dvir 2004).

Antes da realização do teste os sujeitos realizaram um aquecimento específico sub-máximo no dinamómetro para se familiarizarem com o equipamento e com todos os procedimentos da sua execução (Brown & Weir 2001; Dvir 2004).

Os sujeitos foram instruídos para realizarem o teste com as mãos cruzadas sobre o tronco ao nível do esterno (Figura 1).

Durante a realização do teste foi proporcionado *feedback* visual e auditivo (Baltzopoulos, Williams & Brodie 1991; Campenella, Mattacola & Kimura 2000).

**Considerações Éticas**

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 (Tuckman 2000).

**Procedimentos Estatísticos**

Estatística e análise descritiva (média e desvio padrão) para descrever e caracterizar a amostra, bem como para as diferenças bilaterais (DB) nos parâmetros

isocinéticos avaliados nas duas velocidades – P<sub>T</sub> e o R<sub>I/Q</sub> – nos membros D e ND.

Realizou-se a análise da média através do teste *t* (amostras independentes) para investigar diferenças nos parâmetros isocinéticos avaliados nas duas velocidades – P<sub>T</sub> e o R<sub>I/Q</sub> – entre o lado D e ND nas diferentes posições ocupadas pelos jogadores.

Análise da variância através do teste *One-way ANOVA* para investigar diferenças nos parâmetros isocinéticos avaliados nas duas velocidades – P<sub>T</sub> e o R<sub>I/Q</sub> – entre as diferentes posições ocupadas pelos jogadores.

Para todos procedimentos estatísticos o nível de significância foi de 0,05.

**Resultados**

**Diferenças bilaterais no P<sub>T</sub> entre membro D e ND**

Os resultados referentes às DB do P<sub>T</sub> na velocidade de 60°/s, mostram que os médios centro são aqueles que apresentam valores médios superiores no quadrícepite e os avançados nos ísquio-tibiais, relativamente aos jogadores das outras posições (tabela 2).

As DB do P<sub>T</sub> na velocidade de 180°/s apresentadas pelos médios ala, são em média superiores no quadrícepite e ísquio-tibiais, relativamente aos jogadores das outras posições (tabela 3).

**Tabela 2 – Peak Torque (P<sub>T</sub>), diferenças bilaterais do P<sub>T</sub> (%) (dominante (D) versus não dominante (ND)) e Rácio Ísquio-Tibiais (R<sub>I/Q</sub> (%)) na velocidade de 60°/s em futebolistas (resultados da média e do desvio padrão).**

Posição dos jogadores no campo	Velocidade 60°/s							
	Quadrícepite		Diferenças Bilaterais (%)	Ísquio-Tibiais		Diferenças Bilaterais (%)	R <sub>I/Q</sub> (%)	
	D	ND		D	ND		D	ND
	P <sub>T</sub> (N.m)	P <sub>T</sub> (N.m)	P <sub>T</sub> (N.m)	P <sub>T</sub> (N.m)	P <sub>T</sub> (N.m)	P <sub>T</sub> (N.m)		
<b>Guarda-redes</b> N=30	263,3±27,6 *	255,4±22 *	5,7±4,1	160,4±17,3 *	152,9±20,6 *	8,1±7,2	61,1±5,5	59,9±6
<b>Defesas Centrais</b> N=45	277,2±41,2 **	276±36 **	6,6±5,7	158,2±24,4 **	156,4±23,1 **	7,7±5,2	57,4±7,1	57±7,9
<b>Defesas Laterais</b> N=37	243,2±21,5 **	237,2±22,2 **	5,2±4	142,2±18,6 * / **	136,9±22,5 **	7,8±5,3	58,7±7,3	57,8±7,6
<b>Médios Centro</b> N=45	228,8±24,9 ** / ●	224,9±32,1 ** / ●	6,4±4,6	133,6±22,9 ** / ●	129,7±23,6 * / **	8,7±9,9	58,4±7,4	57,8±8,2
<b>Médios Ala</b> N=47	244,1±31,1 **	238,5±25,6 **	6,9±5,4	138,3±19,9 * / **	135,4±19,6 * / **	8,2±6,1	57±7,5	56,9±6,4
<b>Avançados</b> N=41	255,5±27,9 ** / ●	247,5±27,4 ** / ●	6,6±5,2	146,4±20,8	140,2±19,9 **	9±4,5	57,5±7,4	56,7±5,8

\* Diferenças significativas entre os jogadores destas posições; (p<0,05). \*\* Diferenças significativas entre os jogadores destas posições; (p<0,05).  
● Diferenças significativas entre os jogadores destas posições; (p<0,05).

**Tabela 3** – Peak Torque ( $P_T$ ), diferenças bilaterais do  $P_T$  (%) (dominante (D) versus não dominante (ND)) e Rácio Ísquio-Tibiais ( $R_{I/Q}$  (%)) na velocidade de 180°/s em futebolistas (resultados da média e do desvio padrão).

Posição dos jogadores no campo	Velocidade 180°/s							
	Quadrícipite		Diferenças Bilaterais (%)	Ísquio-Tibiais		Diferenças Bilaterais (%)	$R_{I/Q}$ (%)	
	D $P_T$ (N.m)	ND $P_T$ (N.m)		D $P_T$ (N.m)	ND $P_T$ (N.m)		D	ND
<b>Guarda-redes</b> N=30	186,8±20,8 *	180±18,8 *	6,2±4,3	131,4±16 *	127,3±19,7 *	8,9±5,3	70,3±5,6	70,7±8,1
<b>Defesas Centrais</b> N=45	195,8±26,7 **	197,8±26,6 * / **	5,4±3,9	127±17,3 **	124,1±20,4 **	9,1±4,7	65,3±8,5	63±9,2
<b>Defesas Laterais</b> N=37	171,5±19,5 **	168,1±17 **	5,5±4,8	115,2±17,2	115±20	8,4±6,3	67,5±9,5	68,5±10
<b>Médios Centro</b> N=45	163±22 * / •	162,9±21 * / **	6,7±5,5	109,3±14,5 * / **	109,5±16,1 * / **	6,6±5,5	68±6,3	67,4±7,3
<b>Médios Ala</b> N=47	172±24,1 **	168±22,6 ** / □	7,9±5,7	113,9±19,5 * / **	111,7±18,1 * / **	9,1±5,6	66,4±7,9	66,6±6,6
<b>Avançados</b> N=41	183,3±17,9 •	181,6±21,6 ** / • / □	5,8±5,4	117,9±18,6 *	118,7±19,1	8,4±6,8	64,4±8,2	65,3±7

\* Diferenças significativas entre os jogadores destas posições; (p<0,05). \*\* Diferenças significativas entre os jogadores destas posições; (p<0,05).

• Diferenças significativas entre os jogadores destas posições; (p<0,05). □ Diferenças significativas entre os jogadores destas posições; (p<0,05).

As DB médias apresentadas por cada grupo de jogadores, tendo em conta a sua posição no campo, são consideradas normais em todos os parâmetros isocinéticos analisados, isto é, são inferiores a 10-15% (tabelas 2 e 3).

A análise dos valores médios das DB não indica diferenças significativas entre o membro D e ND em cada posição ocupada pelos jogadores no campo (p<0,05).

#### O Rácio Ísquio-Tibiais/Quadrícipite ( $R_{I/Q}$ )

Na velocidade de 60°/s os resultados sugerem que todos os sujeitos da amostra, se encontram em equilíbrio funcional ao nível da articulação do joelho ( $R_{I/Q}$  → 50%-60%). O mesmo não sucedeu na velocidade de 180°/s em que os resultados foram inferiores aos referidos pela literatura ( $R_{I/Q}$  → 70%-80%) (tabela 2 e 3).

#### Comparações entre as diversas posições

Pela análise da tabela 5 podemos concluir que apenas os valores das variáveis  $R_{I/Q}$  do membro D e ND na velocidade de 60°/s não diferem significativamente em relação à posição ocupada pelos jogadores dentro do campo. Em relação às outras variáveis em estudo verificámos a existência de diferenças estatisticamente significativas (tabela 4).

Este procedimento apenas permitiu afirmar que é pouco provável que as médias das diversas posições no campo sejam iguais. Por este motivo, foram realizados os procedimentos de comparação múltipla que permitem avaliar as diferenças entre as diversas médias (teste **HSD de Tukey** de comparação múltipla).

#### $P_T$ do Quadrícipite → Velocidade de 60°/s

No  $P_T$  dos membros D e ND verificaram-se diferenças estatisticamente significativas entre: guarda-redes e médios centro; defesas centrais e os jogadores das restantes posições dentro do campo (com excepção dos guarda-redes); médios centro e os avançados. Entre os defesas laterais e os jogadores do sector médio e avançado não se registaram diferenças significativas (tabela 2).

#### $P_T$ dos Ísquio-tibiais → Velocidade de 60°/s

O  $P_T$  médio, dos membros D e ND, apresenta diferenças estatisticamente significativas entre a posição adoptada pelos jogadores no terreno de jogo. Não se registaram diferenças significativas entre os defesas laterais e os jogadores da linha média e os avançados (tabela 2).

**Tabela 4** – Análise da variância através do teste *One-way ANOVA* para analisar as diferenças entre as diversas variáveis em estudo (**ns**-nível de significância).

<b>Variáveis</b>	<b>ns</b>	<b>Legenda:</b>
<b>P<sub>T</sub>QD60°/s</b>	0,000	
<b>P<sub>T</sub>QND60°/s</b>	0,000	<i>P<sub>T</sub>QD60°/s</i> → <i>P<sub>T</sub> do quadríceps no membro dominante (D) na velocidade de 60°/s</i>
<b>R<sub>VQ</sub>D60°/s</b>	<b>0,223*</b>	
<b>R<sub>VQ</sub>ND60°/s</b>	<b>0,488*</b>	<i>P<sub>T</sub>QND60°/s</i> → <i>P<sub>T</sub> do quadríceps no membro não dominante (ND) na velocidade de 60°/s</i>
<b>P<sub>T</sub>ITD60°/s</b>	0,000	<i>R<sub>VQ</sub>D60°/s</i> → <i>R<sub>VQ</sub> do membro D a 60°/s</i>
<b>P<sub>T</sub>ITND60°/s</b>	0,000	
<b>P<sub>T</sub>QD180°/s</b>	0,000	<i>R<sub>VQ</sub>ND60°/s</i> → <i>R<sub>VQ</sub> do membro ND a 60°/s</i>
<b>P<sub>T</sub>QND180°/s</b>	0,000	
<b>R<sub>VQ</sub>D180°/s</b>	0,027	<i>P<sub>T</sub>ITD60°/s</i> → <i>P<sub>T</sub> dos ísquio-tibiais no membro D na velocidade de 60°/s</i>
<b>R<sub>VQ</sub>ND180°/s</b>	0,002	<i>P<sub>T</sub>ITND60°/s</i> → <i>P<sub>T</sub> dos ísquio-tibiais no membro ND na velocidade de 60°/s</i>
<b>P<sub>T</sub>ITD180°/s</b>	0,000	
<b>P<sub>T</sub>ITND180°/s</b>	0,000	<i>P<sub>T</sub>QD180°/s</i> → <i>P<sub>T</sub> do quadríceps no membro D na velocidade de 180°/s</i>

\* Valores significativos (p&gt;0,05)

*P<sub>T</sub> do Quadríceps* → *Velocidade de 180°/s*

No P<sub>T</sub> dos membros D e ND verificam-se diferenças estatisticamente significativas entre: guarda-redes e médios centro; defesas centrais e os jogadores da linha média; defesas centrais e laterais; médios centro e avançados (tabela 3).

*P<sub>T</sub> dos Ísquio-tibiais* → *Velocidade de 180°/s*

O P<sub>T</sub> médio dos membros D e ND apresenta diferenças significativas entre a posição adoptada pelos jogadores no terreno de jogo. Não se registaram diferenças significativas entre os defesas laterais, os jogadores da linha média e os avançados (tabela 3).

**Discussão**

Como não existe nenhum protocolo padronizado para avaliar a força dos futebolistas, torna-se difícil comparar os resultados entre os diversos estudos. Para além disso, os equipamentos isocinéticos diferem entre os vários estudos, tornando as comparações mais complexas e questionáveis. Num estudo realizado por Wilk *et al* (1987), em que comparavam os valores do P<sub>T</sub> entre os grupos musculares extensores e flexores do joelho utilizando três dinamómetros de marcas diferentes (Biodex, Cybex e Kin-Com), verificaram que os valores não eram consistentes entre eles.

**Diferenças bilaterais entre os membros D e ND**

A utilização comum, por parte dos jogadores, de tarefas específicas do futebol com uma clara componente de lateralidade, como por exemplo o rematar, o passar, o desarmar parece não induzir um marcado aumento da força no membro D e conseqüentemente, uma acentuada diferença bilateral, dos membros D e ND, entre os jogadores tendo em conta a sua posição dentro do campo.

Os défices bilaterais encontrados entre os membros D e ND estão em concordância com os dados normativos, isto é, encontram-se abaixo dos 10-15% e parecem acentuar o padrão bilateral do futebol. Brown (2000) refere que défices bilaterais superiores aos referidos anteriormente são indicadores de desequilíbrios musculares e poderão estar também associados com o elevado risco de lesão (articular, muscular e tendinosa) e alterações no desempenho desportivo.

A inexistência de diferenças bilaterais significativas em relação aos valores do P<sub>T</sub> dos músculos extensores e flexores do joelho, dos membros D e ND, são similares aos resultados encontrados por Agre e Baxter (1987), Capranica, Cama, Fanton, Tessitore, Figura (1992), Pocholle e Codine (1994), Bennell *et al* (1998) e Magalhães *et al* (2004) que também não registaram diferenças significativas entre os membros D e ND na força dos futebolistas. Contrariamente, Mognoni *et al* (1994) registaram valores significativamente superiores do P<sub>T</sub> dos músculos extensores do joelho do membro

ND, comparativamente ao membro D, nas velocidades de 60°/s, 180°/s, 240°/s e 300°/s, bem como McLean & Tumilty (1993) em todas as velocidades testadas (60°/s, 180°/s e 240°/s), em futebolistas.

Estes resultados apontam para a importância da intensidade da carga desenvolvida pelo membro ND no suportar do corpo em variadíssimas acções técnicas no futebol, e consequentemente revela a influência destas acções nos ganhos de força (Magalhães *et al* 2004).

### **Comparações entre o $R_{I/Q}$**

A comparação dos resultados ao nível do  $R_{I/Q}$  com a literatura tornou-se complicada devido à grande variabilidade nos protocolos de teste, nomeadamente a velocidade, a marca do dinamómetro, a amplitude de movimento e a referência da correcção do efeito da gravidade no  $P_T$ .

O  $R_{I/Q}$  médio encontrado nos futebolistas encontram-se de acordo com a literatura para a velocidade de 60°/s (entre os 50-60%) (Kannus 1988; Kannus 1994; Bolukbasi *et al* 1994; Aagaard *et al* 1995; Aagaard, Simonsen, Magnusson, Larson, Dyhre-Poulsen 1998; Brown 2000; Coombs & Garbutt 2002; Dvir 2004). De facto, estes resultados sugerem que todos os sujeitos da amostra, independentemente da posição ocupada dentro do campo, se encontram em equilíbrio funcional e dinâmico ao nível do joelho.

Estes resultados coincidem com os apresentados por Magalhães *et al* (2004) e Tourny-Chollet *et al* (2000). Porém num estudo realizado por Cometti *et al* (2001), os rácios médios concêntricos entre os ísquio-tibiais e o quadríceps em 29 jogadores franceses de futebol profissional foi de aproximadamente 68% a 60°/s e de 75% a 180°/s.

Os valores do  $R_{I/Q}$  na velocidade de 180°/s são inferiores aos referidos na literatura (Öberg, Möller, Gillquist & Ekstrand 1986; Perrin 1993; Brown 2000; Dvir 2004) (70-76%), excepto os guarda-redes que apresentam um rácio médio de 70,3% no membro D e de 70,7% no ND. Este facto pode realçar o trabalho predominante do quadríceps em diversas acções específicas do futebol e/ou pelo treino de compensação insuficiente dos ísquio-tibiais (DeProft *et al* 1988; Bolukbasi *et al* 1994; Magalhães *et al* 2004).

Figoni *et al* (1984) defendem que as avaliações do momento angular específico podem ser mais valiosas para a avaliação da função muscular do joelho, uma vez que o  $P_T$  ocorrem em ângulos diferentes para flexão e extensão. Estes rácios parecem ser úteis na identificação, monitorização e reabilitação em patologias como, por exemplo, a condromalácia patelar (Cabri & Clays 1991). Contudo, estes rácios não explicam o funcionamento dos músculos antagonistas logo, não proporcionam uma descrição da função muscular recíproca (Coombs & Garbutt 2002).

Na prática do futebol, é considerado normalmente que o grupo muscular do quadríceps possui um papel importante no saltar, no rematar e no passar da bola, enquanto que, os ísquio-tibiais controlam as actividades de corrida e estabilizam o joelho durante as mudanças de direcção ou de desarme do adversário. Estes actuam também para travar a perna por contracção excêntrica durante o movimento de remate e passe da bola, limitando o movimento anterior da perna depois do pé bater na bola. Eles actuam em simultâneo na desaceleração aquando da corrida. Para além disso a sua contribuição para a estabilidade articular do joelho torna-se cada vez mais importante com o aumento da velocidade. Por este motivo é frequente nos futebolistas as lesões neste grupo muscular (Fried & Lloyd 1992; Reilly *et al* 1997).

Os músculos ísquio-tibiais possuem um maior número de fibras do tipo II do que fibras do tipo I, logo com mais probabilidade de entrarem em fadiga, tendo como consequência a maior susceptibilidade para a lesão (Fried & Lloyd 1992; Lieber 2002).

### **Comparações entre as diversas posições no $P_T$**

As diferenças bilaterais da força e o rácio dos ísquio-tibiais/quadríceps estão relacionados com as exigências particulares de cada desporto, sendo de esperar que o padrão motor de uma determinada modalidade desportiva, neste caso o futebol, possa influenciar o perfil funcional dos atletas (Brown 2000).

A relação entre a posição adoptada no jogo e os momentos da força isocinética avaliados a diferentes velocidades sugeriu algumas diferenças entre as diversas posições. As diferenças encontradas nas duas

velocidades de realização do teste entre os defesas centrais e os jogadores da linha média no  $P_T$  dos extensores do joelho, justificam-se pelas funções específicas dos mesmos no terreno de jogo, como por exemplo a produção de movimentos intensos e potentes na execução de pontapés de baliza e de passes mais longos realizados pelos defesas, bem como de saltos verticais explosivos nos cabeceamentos, para os quais a força máxima do quadricípite é constantemente solicitada (Reilly *et al* 1997).

Os defesas laterais quando comparados com os defesas centrais, registaram valores inferiores no  $P_T$  dos extensores e flexores do joelho, nas duas velocidades. Este facto pode ser justificado pelas funções específicas dos mesmos dentro do campo.

O  $P_T$  do quadricípite nas velocidades de 60°/s e de 180°/s dos guarda-redes foi superior ao dos jogadores da linha média, devido fundamentalmente à necessidade dos mesmos executarem esforços explosivos aquando dos pontapés de longa distância, como sucede no pontapé de baliza (Reilly *et al* 1997).

Os avançados possuem  $P_T$  concêntricos do quadricípite e dos ísquio-tibiais mais elevados do que os jogadores da linha média e os defesas laterais. O treino específico dos avançados traduz-se principalmente em três movimentos técnicos: *sprints* curtos, saltos e no rematar (Reilly *et al* 1997).

No que concerne ao  $P_T$  dos extensores e dos flexores do joelho, os jogadores da linha média obtiveram valores inferiores relativamente aos avançados, nas duas velocidades avaliadas. Esta diferença pode estar relacionada com o facto dos avançados possuírem qualidades musculares ao nível do quadricípite propícias à conjugação ideal de força e rapidez de remate, bem como de capacidade de impulsão. Em relação ao  $P_T$  dos flexores parece existir um certo equilíbrio nos valores médios entre os jogadores destas posições (Wisloff, Helgerud, Hoff 1998).

Na verdade, e apesar das escassas referências bibliográficas sobre esta matéria, tem-se demonstrado, por exemplo, que exigências de alta capacidade de resistência parecem estar mais relacionadas com os jogadores da linha média, enquanto que, os avançados e os defesas centrais revelam um nível mais elevado de

impulsão vertical e nos *sprints* (Reilly 1996; Reilly *et al* 1997).

As diferenças significativas encontradas entre o  $P_T$ , avaliado a velocidades baixas (60°/s), dos guarda-redes e avançados estão de acordo com outros estudos realizados, nomeadamente o de Öberg *et al* (1984), Togary *et al* (1988) e o de Tourny-Chollet *et al* (2000).

Os resultados também estão de acordo com os obtidos pelos estudos referidos anteriormente no que diz respeito às diferenças significativas entre os defesas centrais e os avançados no  $P_T$  do quadricípite nos membros D e ND. Existe também alguma concordância com o estudo realizado por Tourny-Chollet *et al* (2000) ao nível do  $P_T$  dos ísquio-tibiais, na velocidade de 60°/s, em relação às diferenças significativas entre os avançados e os jogadores da linha média, nos membros D e ND.

Pelo contrário, no estudo realizado por Magalhães *et al* (2004) encontraram uma semelhança no perfil muscular dos membros inferiores entre os futebolistas das várias posições.

Eventualmente, as alterações da metodologia do treino, da concepção do jogo, nomeadamente a maior atenção ao treino compensatório da força muscular e a polivalência de tarefas realizadas, terão conduzido nos últimos anos a uma indiferenciação do perfil de força muscular dos futebolistas na especificidade das diferentes posições, justificando de certo modo alguns dos resultados encontrados por outros autores.

### Conclusão

A análise e interpretação dos resultados permitem concluir que existem diferenças significativas no  $P_T$  dos músculos extensores e flexores do joelho dos futebolistas profissionais entre as diversas posições que ocupam dentro do campo e que as suas acções funcionais parecem não induzir diferenças bilaterais.

Estes resultados realçam a importância da intensidade do trabalho realizado pelos membros inferiores durante a actividade específica do futebol, e provavelmente, reflectem a influência dessa actividade na força muscular exibida nos membros inferiores pelos futebolistas. Torna-se assim importante a avaliação da força muscular com dinamómetro isocínético, no sentido

de identificar reais incapacidades e desequilíbrios musculares.

## Bibliografia

- Aagaard, P.; Simonsen, E.; Magnusson, S.; Larsson, B.; Dyhre-Poulsen, P. – A new concept for isokinetic hamstring: quadriceps muscle strength ratio. *The American Journal of Sports Medicine* (1998); 26(2):231-237.
- Aagaard, P.; Simonsen, EB; Trolle, M.; Bangsbo, J.; Klausen, K. – Isokinetic hamstring/quadriceps strength ratio: Influence from joint angular velocity, gravity correction and contraction mode. *Acta Physiologica Scandinavica* (1995); 154(4):421-427.
- Agre, J.; Baxter, T. – Musculoskeletal profile of male collegiate soccer players. *Archives of Physical Medical Rehabilitation* (1987) 68:147-150.
- Baltzopoulos, V.; Williams, J.; Brodie, D. – Sources of error in isokinetic dynamometry: effects of visual feedback on maximum torque measurements. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* (1991); 13:138-142.
- Bennell, K.; Wajswelner, H.; Lew, P.; Schall-Riauour, A.; Leslie, S.; Plant, D.; Cirone, J. – Isokinetic strength testing does not predict hamstring injury in Australian footballers. *British Journal of Sports Medicine* (1998); 32(4):309-314.
- Biodex System 3 Pro Manual: Applications/operations (1995). Disponível em: <http://www.biodex.com/rehab/manuals/835000man.pdf>
- Bolukbasi, N.; Karatas, M.; Akin, S.; Beyazova, M. – Isokinetics of knee Muscles: Peak Torque Ratios or Angle-Specific Torque ratios? *Journal of Arthroplasty and Arthroscopic Surgery* (1994); 5(9):35-38.
- Brown, L. – *Isokinetics in Human Performance*. Human Kinetics; 2000.
- Brown, L.; Weir, J. – ASEP procedures recommendation I: Accurate assessment of muscular strength and power. *Journal of Exercise Physiology online* (2001); 4(3):1-21.
- Cabri, J.; Clarys, J. – Isokinetic exercise in rehabilitation. *Applied Ergonomics* (1991); 22:295-298.
- Campanella, B.; Mattacola, C.; Kimura, I. – Effect of visual feedback and verbal encouragement on concentric quadriceps and hamstrings peak torque of males and females. *Isokinetics and Exercise Science* (2000); 8:1-6.
- Capranica, L.; Cama G.; Fanton, F.; Tessitore, A.; Figura, F. – Force and power of preferred and nonpreferred leg in young soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* (1992); 32(4):358-363.
- Castelo, J. – *Futebol: Guia prático de exercícios de treino*. Visão e contextos; 2003.
- Cometti, G.; Maffiuletti, NA; Pousson M; Chatard, JC; Maffulli, N. – Isokinetic strength and anaerobic power of elite, subelite and amateur French soccer players. *International Journal of Sports Science* (2001); 22: 45-51.
- Coombs, R.; Garbutt, G. – Developments in the use of the hamstring/quadriceps ratio for the assessment of muscle balance. *Journal of Sports Science and Medicine* (2002); 1:56-62.
- Davies, G. – *A Compendium of Isokinetics in Clinical Usage and Rehabilitation Techniques*. 4ª edition. S & S Publishers; 1992.
- Delemme, Y.; Pocholle, M; Lassau, V. – Isocinétisme et football professionnel: Profil musculaire du genou chez 34 joueurs de D1. *Ann. Kinésithérapie* (1999); 26(6):251-264.
- Dvir, Z. – *Isokinetics: Muscle Testing, Interpretation and Clinical Applications*. 2<sup>nd</sup> Edition. Churchill Livingstone; 2004.
- Fillyaw, M.; Bevins, T.; Fernandez, L. – Importance of Correcting Isokinetic Peak Torque for the Effect of Gravity when Calculating Knee Flexor to Extensor Muscle Ratios. *Physical Therapy* (1986); 66(1):23-31.
- Fried, T.; Lloyd, G. – An overview of common soccer injuries: Management and prevention. *Sports Medicine* (1992); 14:269-275.
- Garrett, W. & Kirkendall, D. – *Exercise and Sports Science*. Lippincott Williams & Wilkins; 2000.
- Golomazov, S. & Shirra, B. – *Futebol-Preparação física*. Editora Lazer & Sport; 1997.
- Gür, H.; Akova, B.; Punduk, Z.; Kucukoglu, S. – Effects of age on the reciprocal peak torque ratios during knee muscle contractions in elite soccer players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* (1999); 9(2):81-87.
- Hart, D.; Stobbe, T.; Till, C.; Plummer, R. – Effect of trunk stabilization on quadriceps femoris muscle torque. *Physical Therapy* (1984); 64(9):1375-1380.
- Kannus, P. – Isokinetic evaluation of muscular performance: Implications for muscle testing and rehabilitation. *International Journal of Sports Science* (1994); 15:S11-S18.
- Kannus, P. – Normality, variability and predictability of work, power and torque acceleration energy with respect to peak torque in isokinetic muscle testing. *International Journal of Sports Science* (1992); 13:249-256.
- Lieber, R. – *Skeletal Muscle Structure, Function & Plasticity*. 2<sup>nd</sup> Edition. Lippincott Williams & Wilkins, 2002.
- Magalhães, J.; Oliveira, J.; Ascensão, A.; Soares, J. – Concentric quadriceps and hamstrings isokinetic strength in volleyball and soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* (2004); 44(2):119-125.
- McLean, B.; Tumilty, D. – Left-right asymmetry in two types of soccer kick. *British Journal of Sports Medicine* (1993); 274:260-262.
- Mognoni, P.; Narici, M.; Sirtori, M.; Lorenzelli, F. – Isokinetic torques and maximal velocity in young soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* (1994); 34(4):357-361.
- Nelson, S.; Duncan, P. – Correction of isokinetic and isometric torque recordings for the effects of gravity. *Physical Therapy* (1983); 63(5):674-676.
- Nitschke, J. – Reliability of isokinetic torque measurements: A review of the literature. *Australian Journal of Physiotherapy* (1992); 38:125-134.
- Öberg, B.; Moller, M.; Gillquist, J.; Ekstrand, J. – Isokinetic torque levels for knee extensors and knee flexors in soccer players. *International Journal of Sports Science* (1986); 7:50-53.
- Perrin, D. – *Isokinetics exercise and assessment*. Human Kinetics Publishers; 1993.
- Pocholle, M.; Codine, P. – Étude isocinétique des muscles du genou chez des footballeurs de première division. *Ann. Kinésithérapie* (1994); 21(7):373-377.
- Reilly, T. – *Science and Soccer*. London: E & FN spon; 1996.
- Reilly, T.; Bangsbo, J.; Hughes, M. – *Science and Football III: Proceedings of the 3th World Congress of Science and Football-1995*. London: E & FN Spon; 1997.
- Togari, H.; Ohashi, J.; Ohgushi, T. – *Isokinetic muscle strength of soccer players, in Science and Football*, Reilly et al Editors. London: E & FN Spon.: 1988.

Tourny-Chollet, C.; Leroy, D.; Leger, H.; Beuret-Blanquart, F. – Isokinetic knee muscle strength of soccer players according to their position. *Isokinetics and Exercise Science* (2000); 8(4):187-193.

Tuckman, B. – *Manual de Investigação em Educação*. Fundação Calouste Gulbenkian; 2000.

Wilk, K.; Johnson, R.; Lering, B. – A comparison of peak torque values of knee extension and flexor muscles groups using Biodex, Cybex and kin-Com isokinetic dynamometers. *Physical Therapy* (1987); 67(5):789-790.

Wisloff, U.; Helgerud, J.; Hoff, J. – Strength and endurance of elite soccer players. *Medicine & Science in Sports & Exercise* (1998); 30(3):462-467.

**Trabalho recebido a:** 15 Abril de 2007

**Trabalho revisto a:** 18 Abril de 2007

**Trabalho aceite a:** 24 Abril 2007