

Avaliação Isocinética da Força Muscular em Atletas Profissionais de Futebol Feminino

Isokinetic Assessment of Muscle Strength in Female Professional Soccer Athletes

APARELHO LOCOMOTOR
NO EXERCÍCIO E NO ESPORTE



ARTIGO ORIGINAL

Moacir Silva Neto^{1,2}

Rene Simões³

João Alves Grangeiro Neto^{1,4}

Cláudio P. Cardone^{1,5,6}

1. Departamento de Medicina Desportiva da Associação Brasileira Beneficente de Reabilitação (ABBR).
2. Centro de Medicina Preventiva e Esportiva (Cempre) e Departamento de Fisioterapia do Hospital Regional da Asa Norte (HRAN).
3. Seleção Brasileira Olímpica de Futebol Feminino.
4. Departamento Médico do Comitê Olímpico Brasileiro.
5. Departamento Médico da Confederação Brasileira de Esportes Aquáticos (CBDA).
6. Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Endereço para correspondência:

SMHN, Qd 2, Bloco A, Sala 403
(Ed. de Clínicas). Brasília - DF
70710-904

E-mail: moasneto@hotmail.com

RESUMO

Força muscular é uma variável comprovadamente importante de ser avaliada não somente para obter bom desempenho na prática de esportes, como também para identificar indivíduos que possam estar em um grupo de risco para lesões musculoesqueléticas. Poucos estudos descrevem valores de força para diferentes articulações em atletas de elite do futebol feminino. O objetivo deste estudo é descrever esses valores. Para isso, 23 atletas da seleção brasileira de futebol feminino, em preparação para as Olimpíadas de 2004, foram avaliadas nos movimentos de flexo-extensão de tronco, rotação interno-externa do quadril e flexo-extensão dos joelhos no dinamômetro isocinético Cybex 6000 (Lumex Inc. Ronkonkoma, NY). Foram encontrados os valores médios de torque máximo, expressos em Nm: rotação interna do quadril: 23,1; rotação externa do quadril: 25,6; flexão de tronco: 213,2; extensão de tronco: 267,7; extensão de joelho: 181,4; flexão de joelho: 102,0. Os valores encontrados devem ser considerados quando o indivíduo testado equivaler ao grupo estudado.

Palavras-chave: força muscular, dinamômetro de força muscular, futebol, traumatismos em atletas, medicina preventiva, medicina esportiva.

ABSTRACT

It has been proved that muscle strength is an important variable to be assessed not only to achieve good performance in sports practice, but also to identify deficits which might put the athlete in a group of higher musculoskeletal injury risk. Few studies to date describe strength values of different joints of elite female soccer players. The objective of this study is to describe those values. For that purpose, twenty-three athletes from the Brazilian national female soccer team, in preparation for the Olympic Games of 2004, were evaluated on an isokinetic dynamometer Cybex 6000 for the following movements: trunk flexion and extension, internal and external hip rotation, and knee flexion and extension. The following averages for maximum torque in Nm were found: trunk flexion: 213.2; trunk extension: 267.7; internal hip rotation: 23.1; external hip rotation: 25.6; knee flexion: 102.0; knee extension: 181.4. There was no significant difference between the dominant and non-dominant sides. The values found should be considered when the tested individual has similarities with the studied group here.

Keywords: muscle strength, muscle strength dynamometer, soccer, athletic injuries, preventive medicine, sports medicine.

INTRODUÇÃO

Força muscular é uma variável comprovadamente importante para o desempenho humano na prática de futebol e outros esportes⁽¹⁻³⁾. Os valores de força, além de ter um componente individual e genético, são também afetados pelo sexo, idade, nível do atleta e pela modalidade esportiva praticada⁽⁴⁻⁶⁾. Atualmente, a medida de força muscular tem sido utilizada para otimizar os resultados de atletas em competições e avaliar o balanço muscular tanto em atletas e indivíduos não atletas. O balanço muscular, determinado pela razão entre a musculatura agonista e a antagonista de cada movimento, é um elemento importante para a eficiência da movimentação articular; o conhecimento desse parâmetro tem sido utilizado em programas de prevenção de lesões musculares, tendíneas e articulares⁽⁷⁻¹⁰⁾.

A mensuração da força muscular pode ser realizada a partir de métodos que utilizem diferentes modos de contração: isométrica, isocinética e isotônica. A vantagem da avaliação isocinética, apesar de não constituir um método de avaliação específica do gesto esportivo,

é poder acessar, em cada grau do movimento articular, o torque máximo desenvolvido pela musculatura testada em toda a excursão do movimento. A validação desse método para avaliação de força tem sido demonstrada em outros estudos⁽¹¹⁻¹³⁾.

O dinamômetro isocinético tem sido usado amplamente como o método para avaliação de força muscular. Estudos têm demonstrado dados normativos relativos à avaliação isocinética de vários grupos musculares, no sentido de determinar parâmetros comparativos em diferentes populações e prover dados objetivos para estabelecer alvos em reabilitação e prevenção de lesões. Estudos recentes demonstram a importância de obter parâmetros específicos para cada população levando em consideração o gênero, a idade, o esporte praticado e o nível desses atletas^(10,14).

A maioria dos trabalhos desenvolvidos descreve a avaliação isocinética da flexão e extensão dos joelhos de atletas e tenta estabelecer a relação dos índices obtidos com lesões do LCA e lesões de joelhos por esforço repetitivo^(10,15,16). Isso ocorre porque o joelho é um dos principais sítios das lesões relacionadas com esportes e existe predominância dessas lesões no sexo feminino⁽¹⁶⁻¹⁸⁾.

Todavia, como descreve o consenso quanto à prevenção de lesões do ligamento cruzado anterior realizado em Hunt Valley em 1999 e revisado em 2005, o joelho é somente uma parte de uma cadeia cinética e deve-se, portanto, atentar para o fato de outros sítios como tronco, quadril e tornozelos terem papel importante na gênese de lesões dessa articulação⁽¹⁹⁾. Um recente posicionamento do Comitê Olímpico Internacional sobre lesões do ligamento cruzado anterior também defende a ideia de que alterações de variáveis como o alinhamento de quadril também são considerados fatores risco para essa doença^(20,21).

Além da relação que essas articulações apresentam com os joelhos dentro de uma cadeia cinética, são também frequentemente lesionadas nessas atletas. O quadril, uma articulação fundamental para bom funcionamento do membro inferior, está envolvido em 5 a 6% das lesões em atletas adultos e 10 a 24% das lesões esportivas em crianças^(22,23). O tronco está relacionado com as patologias focais como lombalgias, pubalgias (lesão frequente em jogadores de futebol), além de ser importante para o desempenho no esporte no que se refere a equilíbrio e posicionamento para o gesto desportivo^(24,25).

Apesar da comprovada importância dessas articulações no gesto desportivo e no controle de lesões relacionadas com os esportes, poucos estudos disponibilizam dados sobre avaliações de força muscular de quadril e tronco em atletas. O objetivo deste estudo é descrever os valores de força muscular em atletas de elite de futebol do sexo feminino para flexo-extensão dos joelhos e tronco, e rotação interna e externa das articulações coxofemorais.

MÉTODOS

Foram avaliadas 21 atletas da seleção brasileira de futebol feminino em preparação para os Jogos Olímpicos de Atenas – 2004, campeonato no qual esse time ficou com a segunda colocação. A média com o desvio padrão (DP) da idade, o peso e a altura das atletas estão descritos na tabela 1.

Tabela 1. Dados antropométricos das atletas. N = 21

	PESO (kg)	ALTURA (m)	IDADE
MÉDIA DP	60,9 (5,92)	1,7 (0,07)	21,6 (3,5)

Os detalhes do procedimento foram explicados a cada atleta e aquelas que concordaram em participar assinaram um formulário de consentimento. Os procedimentos da investigação foram aprovados pelo comitê ético-científico da Associação Brasileira Beneficente de Reabilitação (ABBR).

As atletas foram testadas no dinamômetro isocinético *Cyber 6000* (Lumex Inc., Ronkonkoma, NY) para as seguintes articulações: joelho, quadril e tronco. Foi realizado aquecimento prévio com as atletas pedalando cinco minutos em cicloergômetro sem carga, exercícios de alongamento e três repetições submáximas do movimento a ser testado na mesma velocidade angular. O teste foi feito em cinco repetições e as atletas receberam estímulo auditivo e visual para desenvolver força máxima a cada repetição. Para avaliar a flexão e extensão dos joelhos e tronco realizamos a correção da gravidade.

Os joelhos foram avaliados para flexão e extensão concêntricas com velocidade angular de 60°/s com as atletas sentadas e estabilizadas com tiras torácicas diagonais e abdominais transversais, assim como faixa na região distal da coxa a ser testada. A confiabilidade de teste-reteste nessa velocidade de 60°/s, já foi demonstrada⁽¹¹⁾.

Os quadril foram avaliados para rotação interna e externa concêntricas, velocidade angular de 30°/s, com as atletas na mesa em posição supina com o quadril e os joelhos estendidos, com o tronco e a coxa a

ser testada fixados com faixas. Cahalan *et al.*⁽²⁶⁾ descreveram a avaliação da força de rotação usando um espectro de velocidades angulares, sendo que é recomendada velocidade angular de 30°/s ou 60°/s.

Para o tronco avaliamos a flexão e extensão concêntrica utilizando o módulo de tronco do dinamômetro, em velocidade angular de 60°/s a partir da posição ortostática, com a cintura escapular e os membros inferiores fixados. Foi demonstrado previamente que o uso de velocidades angulares mais baixas (60 e 120°/s) para avaliação do tronco corresponde a menor erro de medida⁽¹³⁾. Freedson *et al.* recomendam usar essa velocidade angular por ser próxima de uma série de atividades diárias⁽²⁷⁾.

Os dados obtidos foram apresentados estatisticamente de forma descritiva através da média e desvio padrão de cada teste realizado, obtidos por meio do programa *Microsoft Excel*.

RESULTADOS

Na tabela 2 estão descritas a média e DP do torque máximo gerado pelas atletas para os movimentos de rotação interna e rotação externa do quadril. Está também descrita a média com o desvio padrão da razão entre o torque máximo da rotação interna e o torque máximo da rotação externa das atletas.

Tabela 2. Avaliação do quadril dominante (Dom) e não dominante (Ndom) para rotação interna (RI) e rotação externa (RE) a 30°/s

		RI	RE	Razão RE/RI
Quadril Dom	Média DP	23,1 (3,8)	25,6(6,5)	0,941 (0,232)
Quadril NDom	Média DP	22,1 (5,1)	23,2 (5,6)	0,971 (0,219)

A média e DP do torque máximo para flexão e extensão de joelhos e a média e DP da razão agonistas/antagonistas (flexão/extensão) obtidos estão descritivamente apresentados na tabela 3.

Tabela 3. Avaliação do torque máximo dos joelhos para flexão (FL) e extensão (EX) a 60°/s

		FL	EX	Razão FL/EX
Joelho Dom	Média DP	102,0 (13,9)	181,4 (24,6)	0,561 (0,052)
Joelho NDom	Média DP	100,8 (15,6)	185,1 (33,8)	0,549 (0,086)

A média e o DP do torque máximo de flexão e extensão do tronco e a média e DP da razão agonistas/antagonistas (flexão/extensão) obtidos para os movimentos de flexão e extensão do tronco estão descritivamente apresentados na tabela 4.

Tabela 4. Avaliação isocinética do tronco para flexo/extensão a 60°/s

		Flexão	Extensão	Razão Fl/Ex
Tronco	Média DP	213,2 (69,2)	267,7 (82,9)	0,809 (0,135)

DISCUSSÃO

Devan *et al.*⁽¹⁰⁾, ao avaliar 53 atletas, identificaram que 45 apresentavam a razão entre os flexores e extensores dos joelhos abaixo de 80% em velocidade angular de 300°/s (valor considerado normal) e questionaram a aplicabilidade dos valores isocinéticos considerados normais para atletas de elite.

Cardone *et al.*⁽¹⁴⁾, demonstraram uma diferença significativa na força muscular da rotação interna, rotação externa, abdução e adução quanto à avaliação isocinética de ombro de nadadores de elite e nadadores amadores.

São escassos na literatura estudos sobre valores de força muscular em atletas de elite de futebol feminino para múltiplas articulações. São também escassos estudos que demonstram força de musculatura de tronco e quadril.

Freedson *et al.*⁽²⁷⁾ testaram o joelho de 1.196 mulheres em velocidades angulares de 60, 180 e 300°/s. Na velocidade angular de 60°/s em mulheres de 21 a 30 anos, a média de torque máximo das atletas por nós avaliadas se localizou entre o percentil 70 e 90 para flexão e acima do percentil 90 para extensão, o que demonstra um grau elevado de força muscular.

Os valores obtidos em nosso estudo foram também maiores do que as médias obtidas por Fillya *et al.*, em atletas universitárias, confirmando que existem diferenças entre atletas amadores e atletas de elite de futebol quanto à força de flexo-extensão de joelho, como já demonstram outros estudos^(5,28).

Analisando-se alguns estudos relativos à flexo-extensão do tronco, notamos também grande diferença comparando com os valores por nós obtidos. Smith *et al.*⁽²⁹⁾, Delitto *et al.*⁽¹³⁾ e Freedson *et al.*⁽²⁷⁾, avaliando populações normais, obtiveram médias máximas de 92,2Nm para flexão contra 213,2Nm obtidos nas atletas do time brasileiro. Para extensão, a média por eles obtida foi de 138,3Nm contra 267,7Nm do time brasileiro^(13,28,29).

Para o quadril, nossos valores também foram maiores que os de Hunt *et al.*, mesmo tendo este estudo sido realizado com medidas na posição supina, com os joelhos a 90°, posição em que se obtêm valores maiores do que quando na posição que utilizamos, com os quadris e joelhos estendidos⁽³⁰⁾.

Este estudo traz uma descrição de força muscular de tronco, quadril e joelho em jogadoras de elite de futebol. Não encontramos na literatura estudos que apresentem esses dados. A maioria dos estudos prévios avalia a força muscular de flexo-extensão de joelhos, enquanto poucos calculam força de flexo-extensão de tronco. Nenhum estudo

que descrevesse a força de rotação interna e externa do quadril em atletas de futebol foi encontrado na literatura. O movimento de rotação interna do quadril coloca o joelho em valgo e isso tem sido associado a lesões do ligamento cruzado anterior.

Limitações que encontramos neste estudo para descrição de força em atletas de elite de futebol feminino residem no fato de que não foi avaliada a força da musculatura envolvida na estabilização de tornozelos, musculatura esta que também participa dessa cadeia cinética. Além disso, não testamos contrações excêntricas. Outros estudos têm demonstrado que a razão contração excêntrica dos flexores do joelho pela contração concêntrica dos extensores do joelho é um índice mais fidedigno para avaliação de lesões dos isquiotibiais do que a razão entre as forças concêntricas desses dois grupos musculares^(7,8).

Por se tratar de um estudo que avaliou a força muscular de múltiplos grupos musculares, cada grupo muscular foi testado em uma única velocidade angular. Sabe-se que, na prática de futebol, são empregadas velocidades angulares mais elevadas no gesto motor do que as utilizadas nos testes. Em contrapartida, as velocidades angulares por nós utilizadas permitem maior segurança durante a realização dos testes, assim como uma possível comparação com outros estudos que também utilizam essas velocidades angulares, na maioria das vezes.

CONCLUSÕES

Os valores de força muscular de atletas de elite de futebol feminino para flexão e extensão dos joelhos, flexão e extensão do tronco e rotação interna e externa das articulações coxofemorais foram descritos neste estudo. Como os valores de força variam muito entre indivíduos de diferente sexo, diferente modalidade esportiva e diferente nível de rendimento, tais valores devem ser considerados durante a avaliação da força de atletas de futebol do sexo feminino, seja para tratamento e reabilitação de lesões, ou para avaliação de prevenção a doenças musculoesqueléticas.

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Masuda K, Kikuhara N, Demura S, Katsuta S, Yamanaka K. Relationship between muscle strength in various isokinetic movements and kick performance among soccer players. *J Sports Med Phys Fitness* 2005;45:44-52.
- Saliba L, Hrysomalis C. Isokinetic strength related to jumping but not kicking performance of Australian footballers. *J Sci Med Sport* 2001;4:336-47.
- Newman MA, Tarpenning KM, Marino FE. Relationships between isokinetic knee strength, single-sprint performance, and repeated-sprint ability in football players. *J Strength Cond Res* 2004;18:867-72.
- Andersson E, Sward L, Thorstensson A. Trunk muscle strength in athletes. *Med Sci Sports Exerc* 1988;20:587-93.
- Gissis I, Papadopoulos C, Kalapotharakos VI, Sotiropoulos A, Komsis G, Manolopoulos E. Strength and speed characteristics of elite, subelite, and recreational young soccer players. *Res Sports Med* 2006;14:205-14.
- Holm I, Vollestad N. Significant effect of gender on hamstring-to-quadriceps strength ratio and static balance in prepubescent children from 7 to 12 years of age. *Am J Sports Med* 2008;36:2007-13.
- Asklung C, Karlsson J, Thorstensson A. Hamstring injury occurrence in elite soccer players after preseason strength training with eccentric overload. *Scand J Med Sci Sports* 2003;13:244-50.
- Dauty M, Potiron-Josse M, Rochcongar P. [Consequences and prediction of hamstring muscle injury with concentric and eccentric isokinetic parameters in elite soccer players]. *Ann Readapt Med Phys* 2003;46:601-6.
- O'Sullivan K, O'Ceallaigh B, O'Connell K, Shafat A. The relationship between previous hamstring injury and the concentric isokinetic knee muscle strength of Irish Gaelic footballers. *BMC Musculoskelet Disord* 2008;9:30.
- Devan MR, Pescatello LS, Faghri P, Anderson J. A prospective study of overuse knee injuries among female athletes with muscle imbalances and structural abnormalities. *J Athl Train* 2004;39:263-7.
- Sole G, Hamren J, Milosavljevic S, Nicholson H, Sullivan SJ. Test-retest reliability of isokinetic knee extension and flexion. *Arch Phys Med Rehabil* 2007;88:626-31.
- Impelizzeri FM, Bizzini M, Rampinini E, Cereda F, Maffiuletti NA. Reliability of isokinetic strength imbalance ratios measured using the Cybex Norm dynamometer. *Clin Physiol Funct Imaging* 2008;28:113-9.
- Delitto A, Rose SJ, Crandell CE, Strube MJ. Reliability of isokinetic measurements of trunk muscle performance. *Spine* 1991;16(7):800-3.
- Cardone CP, Ferreira RE, Moura R, Bernhoeft MF. Isokinetic evaluation in the shoulder of the swimming athlete. In: VIII Symposium: Biomechanics and Medicine in swimming.
- Hewett TE, Lindenfeld TN, Riccobene JV, Noyes FR. The effect of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes. A prospective study. *Am J Sports Med* 1999;27:699-706.
- Ostenberg A, Roos H. Injury risk factors in female European football. A prospective study of 123 players during one season. *Scand J Med Sci Sports* 2000;10:279-85.
- Arendt E, Dick R. Knee injury patterns among men and women in collegiate basketball and soccer. NCAA data and review of literature. *Am J Sports Med* 1995;23:694-701.
- Mountcastle SB, Posner M, Kragh JF Jr, Taylor DC. Gender differences in anterior cruciate ligament injury vary with activity: epidemiology of anterior cruciate ligament injuries in a young, athletic population. *Am J Sports Med* 2007;35:1635-42.
- Griffin LY, Albohm MJ, Arendt EA, Bahr R, Beynonn BD, Demaio M, et al. Understanding and preventing noncontact anterior cruciate ligament injuries: a review of the Hunt Valley II meeting, January 2005. *Am J Sports Med* 2006;34:1512-32.
- Myer GD, Chu DA, Brent JL, Hewett TE. Trunk and hip control neuromuscular training for the prevention of knee joint injury. *Clin Sports Med* 2008;27:425-48.
- Renstrom P, Ljungqvist A, Arendt E, Beynonn B, Fukubayashi T, Garrett W, et al. Non-contact ACL injuries in female athletes: an International Olympic Committee current concepts statement. *Br J Sports Med* 2008;42:394-412.
- Phillips KE. Evaluation of the hip. *Phys Ther* 1975;55:975-81.
- Nadler SF MG, Feinberg JH, Prybicien M, Stitik TP, DePrince M. Relationship between hip muscle imbalance and occurrence of low back pain in collegiate athletes: a prospective study. *Am J Phys Med Rehabil* 2001;30:572-7.
- Carpenter DM, Nelson BW. Low back strengthening for the prevention and treatment of low back pain. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31:18-24.
- Holt MA, Keene JS, Graf BK, Helwig DC. Treatment of osteitis pubis in athletes. Results of corticosteroid injections. *Am J Sports Med* 1995;23:601-6.
- Cahalan TD, Johnson ME, Liu S, Chao EY. Quantitative measurements of hip strength in different age groups. *Clin Orthop Relat Res* 1989(246):136-45.
- Freedson *et al.*, apud Dvir Z. Isokinetics: Muscle testing, interpretation and clinical applications. 1st ed. Mary Law; 1995.
- Perrin DH. Isokinetic exercise and assessment. 1st ed. Human Kinetics Pub. Inc; 1993.
- Smith SS, Mayer TG, Gatchel RJ, Becker TJ. Quantification of lumbar function. Part 1: Isometric and multispeed isokinetic trunk strength measures in sagittal and axial planes in normal subjects. *Spine* 1985;10:757-64.
- Lindsay DM, Maitland M, Lowe RC, Kane TJ. Comparison of isokinetic internal and external hip rotation torques using different testing positions. *J Orthop Sports Phys Ther* 1992;16:43-50.