

## Evaluation of Isokinetic Muscular Strength of Brazilian Paralympic Athletes

### Avaliação da Força Muscular Isocinética de Atletas Paralímpicos Brasileiros

Felipe Silva<sup>1,2</sup>, Victor Hugo Segundo<sup>3</sup>, Nailton Filho<sup>3</sup>, Gleidson Rebouças<sup>3</sup>, Thiago Felipe<sup>1,3</sup>, Edson Pinto<sup>1</sup>, Maria Irany Knackfuss<sup>3</sup>, Paulo Dantas<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Potiguar (UnP), Departamento de Educação Física, Natal/RN, Brasil; <sup>2</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Centro de Ciências da Saúde, Natal/RN, Brasil; <sup>3</sup>Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), Programa de Pós-Graduação em Saúde e Sociedade (PPGSS), Mossoró/RN, Brasil.

#### Abstract

The aim of this study was to compare the peak torque and the hamstrings/quadriceps ratio from flexor and extensor muscles of the knee joint in athletes of the Brazilian Paralympic Athletics.

The sample was composed by athletes of the Brazilian athletics Paralympic team. To assess the variables, was used an isokinetic dynamometer at angular velocities of 60°/s<sup>-1</sup> and 180°/s<sup>-1</sup>. Analysis of the means by t test for independent samples were conducted to investigate differences in the evaluated parameters. For all statistical procedures, the confidence interval was 95% (p<0.05). No significant differences were found in any of these comparisons, whether the angular velocity of 60°/s<sup>-1</sup> (Extension – p=0.54 / Flexion - p=0.67) as well as 180°/s<sup>-1</sup> (Extension – p=0.47 / Flexion - p=0.56). In conventional ratio it was not observed significant differences (60°/s<sup>-1</sup>: p=0.90 / 180°/s<sup>-1</sup>: p=0.87).

It was concluded that the athletes of the Brazilian Paralympic team of athletics showed satisfactory results both in the peak torque and in the hamstrings/quadriceps ratio and it may result in less risk of injury related to muscle factors on lower limbs.

**Keywords:** Muscle strength; joint balance, disabled people, dynamometer.

#### Resumo

O objetivo deste estudo foi comparar o momento máximo de força e a razão ísquiotibiais/quadríceps dos músculos extensores e flexores da articulação do joelho em atletas da Seleção Brasileira Paralímpica de Atletismo.

A amostra foi composta por atletas da seleção Brasileira Paralímpica de atletismo. Para a avaliação das variáveis, foi utilizado um dinamômetro isocinético nas velocidades angulares de 60°/s<sup>-1</sup> e 180°/s<sup>-1</sup>. Realizou-se a análise das médias através do teste t para amostras independentes para investigar diferença nos parâmetros avaliados. Para todos os procedimentos estatísticos, o intervalo de confiança foi de 95% (p<0,05).

Não foram encontradas diferenças significativas em nenhuma das comparações, seja na velocidade angular de 60°/s<sup>-1</sup> (Extensão - p=0,54 / Flexão - p=0,67) como também com 180°/s<sup>-1</sup> (Extensão - p= 0,47 / Flexão - p=0,56). Na razão ísquiotibiais/quadríceps também não foram observadas diferenças estatísticas (60°/s<sup>-1</sup>: p=0,90 / 180°/s<sup>-1</sup>: p=0,87).

Conclui-se que os atletas da seleção paralímpica brasileira de atletismo apresentaram resultados satisfatórios quanto ao momento máximo de força e à razão ísquiotibiais/quadríceps, podendo implicar em menores riscos de lesões relacionadas aos fatores musculares de membros inferiores.

**Palavras-Chave:** Força Muscular, Equilíbrio Articular, Pessoas com deficiência, Dinamômetro

## Introdução

O paradesporto de alto rendimento comumente tem sido relacionado com elevados índices de lesões, as quais se concentram principalmente nos membros inferiores, mais precisamente na região do joelho e da coxa, chegando a representar em algumas modalidades 80% do total de lesões (Morato, Bilzon, & Duarte, 2013). Tal fato parece ser justificado pelo comprometimento de alguns sistemas, dentre eles o proprioceptivo e o visual, somado às elevadas cargas de Treinamento (Silva, Duarte, Silva, Silva, & Vital, 2011). Sendo assim, evitar que as lesões esportivas ocorram é um dos objetivos principais de todos os profissionais que trabalham com as ciências do esporte (Campos et al., 2015).

Na modalidade de atletismo, percebe-se uma ocorrência muito grande de lesões musculares, responsáveis pela diminuição da capacidade física dos atletas e pelo seu afastamento de treinos e competições, além dos altos custos com o tratamento (Pastre, Carvalho Filho, Monteiro, Netto Júnior, & Padovani, 2004).

Alguns autores citam que essas lesões são decorrentes de fraqueza muscular e, conseqüentemente, instabilidade articular (Croisier, Forthomme, Namurois, Vanderthommen, & Crielaard, 2002; Grace, 1985). Desta forma, uma avaliação precisa da força muscular tem sido de fundamental interesse clínico, principalmente quando o objetivo é prevenir lesões através da identificação precoce de deficiência contralateral de um grupo muscular, ou de desequilíbrio entre músculos antagonistas de uma articulação (Campos et al., 2015).

A avaliação isocinética é considerada padrão ouro na análise dos parâmetros neuromusculares (Terreri, Greve, & Amatuzzi, 2001), e tem sido utilizada para determinar os níveis de torque produzidos por atletas em ações excêntricas e concêntricas de musculaturas como quadríceps e ísquiotibiais (Silva Neto, Simões, Grangeiro Neto, & Cardone, 2010; Zabka, Valente, & Pacheco, 2011). Adicionalmente, a avaliação isocinética tem sido utilizada por permitir identificar déficits de força muscular bilateral e entre diferentes musculaturas agonistas e antagonistas (Carvalho, & Cabri, 2007; Ferreira, Gomes, Ferreira, Arruda, & França, 2010; Weber, Silva, Radaelli, Paiva, & Pinto, 2010).

Os resultados da avaliação isocinética permitem identificar atletas que possam estar mais susceptíveis à ocorrência de lesões, por possíveis desequilíbrios musculares, que podem produzir elevados níveis de stress nos tecidos, permitindo uma especificação nos treinos e condutas no que diz respeito à prevenção (Croisier, Ganteaume, Binet, Genty, & Ferret, 2008; Bittencourt et al. 2005; Oberg, Möller, Gillquist, & Ekstrand, 1986).

Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar o Momento Máximo de Força (MMF) e a razão ísquiotibiais/quadríceps (I/Q) em atletas profissionais da Seleção Brasileira Paralímpica de Atletismo.

## Metodologia

### Participantes

Participaram deste estudo descritivo 20 atletas ( $19,8 \pm 3,6$  anos) da seleção brasileira paralímpica de atletismo, sendo 10 do sexo feminino e 10 do sexo masculino. Os atletas apresentavam diferentes tipos de deficiência, sendo 12 com deficiência visual, 2 com deficiência intelectual e 6 com paralisia cerebral, todos andantes. Durante o período das avaliações, os atletas encontravam-se no período preparatório geral.

Os participantes foram inicialmente esclarecidos sobre os procedimentos da pesquisa e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, conforme as Normas de Realização de Pesquisas com Seres Humanos (resolução nº 466/12 do CNS). A presente pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

### Instrumento

Os atletas foram orientados a não realizar atividades moderadas ou vigorosas nas 48h antecedentes às avaliações, buscando evitar interferência de outros fatores que pudessem comprometer as avaliações e os resultados. As coletas foram realizadas no laboratório do instituto do sono em São Paulo com temperatura ambiente entre 20°C e 22°C.

Em seguida, os atletas foram submetidos à avaliação dos parâmetros neuromusculares e déficits bilaterais da musculatura extensora e flexora dos joelhos em diferentes velocidades de execução, sendo utilizado um dinamômetro isocinético da marca Biodex System 3® (Biodex Medical Systems, Shirley, NY, EUA).

Os atletas foram posicionados sentados na cadeira do dinamômetro seguindo as recomendações do manual de padronização fornecido pelo fabricante do equipamento, devidamente estabilizados através de cintos fixados ao tórax, quadril e coxa do membro a ser testado para evitar compensações. O eixo de rotação do dinamômetro foi alinhado com o eixo de rotação da articulação do joelho testado (côndilo lateral do fêmur), para evitar que as mensurações do MMF fossem invalidadas. O equipamento usado neste estudo permite que o membro seja pesado e decomposto para a produção de dados mais fidedignos, compensando a ação da gravidade.

Posteriormente aos procedimentos de posicionamento e previamente a realização do teste, procedeu-se uma familiarização através da realização de cinco repetições concêntricas submáximas de extensão e flexão do joelho no dinamômetro nas mesmas velocidades angulares utilizadas no teste, a fim de reduzir os efeitos de aprendizagem e garantir a reprodutibilidade dos dados coletados. Após um período de recuperação de cinco

minutos, os indivíduos iniciaram o protocolo de avaliação.

As velocidades angulares utilizadas no protocolo foram de 60°/s-1 (uma série de cinco repetições para cada membro inferior) e 180°/s-1 (uma série de 10 repetições para cada membro inferior). Em ambas as velocidades foram avaliados o MMF, expresso em Newton-metro (Nm), e a razão ísquiotibiais/quadríceps (I/Q) expressa em percentual (%). A razão (I/Q) foi calculada através da equação “I/Q = MMF dos Isquiotibiais/MMF do quadríceps”, tanto na velocidade angular de 60°/s-1 como na de 180°/s-1.

### Análise Estatística

Inicialmente, foi verificada a normalidade dos dados por meio do teste de Shapiro-Wilk. Em seguida, utilizou-se uma análise descritiva, caracterizando a média e o desvio padrão nos parâmetros: momento máximo de força e razão Isquiotibiais/Quadríceps. Realizou-se a comparação das médias através do teste t para amostras independentes. Para todos os procedimentos estatísticos, o intervalo de confiança foi de 95% ( $p < 0,05$ ). As análises foram feitas com o auxílio do pacote estatístico SPSS 20.0 (Statistical Package for the Social Science, 20.0 Ink Chicago, IL, EUA).

### Resultados

As características físicas dos atletas estão expostas na tabela 1.

Tabela 1 – Características dos atletas.

Variáveis	Média	±	DP
Idade (anos)	19,8	±	3,6
Peso (kg)	71,7	±	9,6
Altura (cm)	173,2	±	6,4
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	24,8	±	5,9

A tabela 2 apresenta as comparações do MMF entre os membros em ambas as velocidades angulares testadas (60°/s-1 e 180°/s-1), tanto dos músculos extensores como dos flexores do joelho. Não foram encontradas diferenças significativas no MMF entre os membros em nenhuma das velocidades angulares testadas seja na ação concêntrica dos músculos extensores ou flexores.

Tabela 2 - Comparações do momento máximo de força nas diferentes velocidades angulares.

60°/s <sup>-1</sup>						
Extensores			Flexores			
	Direita	Esquerda	p	Direita	Esquerda	p
MMF (Nm)	214,5 ± 43,3	200,5 ± 45,0	0,54	110,3 ± 22,4	100,3 ± 14,6	0,67
180°/s <sup>-1</sup>						
Extensores			Flexores			
	Direita	Esquerda	p	Direita	Esquerda	p
MMF (Nm)	153,7 ± 32,4	150,3 ± 30,6	0,47	86,9 ± 16,8	85,8 ± 15,3	0,56

Legenda: MMF = Momento Máximo de Força.

A tabela 3 apresenta os valores de razão ísquiotibiais/quadríceps (%) nas diferentes velocidades angulares, onde não foram encontradas diferenças significativas em nenhuma das ocasiões.

Tabela 3 – Comparação da razão ísquiotibiais/quadríceps entre os membros nas diferentes velocidades angulares.

60°/s <sup>-1</sup>			
	Direita	Esquerda	p
Razão I/Q (%)	51,8 ± 7,2	55,8 ± 9,0	0,90
180°/s <sup>-1</sup>			
Razão I/Q (%)	57,1 ± 5,4	58,6 ± 8,9	0,87

### Discussão

Os resultados do presente estudo revelam que os atletas não apresentaram diferenças significativas no momento máximo de força e na razão ísquiotibiais/quadríceps em ambas as velocidades angulares, o que revela risco de lesão diminuído, levando em consideração fatores relacionados à força muscular de membros inferiores.

Outros estudos realizados com atletas de outras modalidades também não encontraram diferenças no MMF de membros inferiores (Rosene, Fogarty, & Mahaffey, 2001; Campos et al., 2015). Ao comparar nossos resultados com corredores de longa distância, Portes et al. (2007) encontraram menor desempenho na extensão de joelho dos membros direito e esquerdo a  $60^\circ/s^{-1}$  (MMF  $191 \pm 5$  Nm e  $188 \pm 35$  Nm, respectivamente) e também na flexão de joelho dos membros direito e esquerdo (MMF  $109 \pm 21$  Nm e  $111 \pm 22$  Nm, respectivamente).

Já na comparação com jogadores do futebol de 5 (cegos), os autores verificaram maiores valores no MMF a  $60^\circ/s^{-1}$  tanto na extensão de joelho dos membros dominante e não dominante ( $229 \pm 37,9$  Nm e  $232 \pm 36,6$  Nm, respectivamente) como na flexão ( $146 \pm 15,4$  e  $137 \pm 14$ , respectivamente) (Campos et al., 2015). O mesmo se repetiu na velocidade angular de  $180^\circ/s^{-1}$ , seja na extensão do joelho dominante e não dominante (MMF  $154 \pm 19,7$  e  $158 \pm 22,9$  Nm, respectivamente), como também na flexão (MMF  $122 \pm 10,4$  e  $116 \pm 8,5$  Nm, respectivamente) (Campos et al., 2015).

Maiores valores de MMF foram encontrados ainda em atletas de jiu-jitsu (de Assis, Gomes, & Carvalho, 2005), atletas de basquete com deficiência visual (Silva, & Andrade, 2002), atletas das seleções brasileira infanto-juvenil e juvenil de voleibol masculino (Bittencourt et al., 2005), atletas de provas de salto e em maratonistas (Siqueira, Pelegrini, Fontana, & Greve, 2002).

Apesar de não existir valores normativos para parâmetros neuromusculares em atletas com deficiência praticantes de atletismo, o fato de não ter havido diferenças significativas entre os membros nos possibilita interpretar que esses resultados representam menor susceptibilidade para o risco de lesões. Tal explicação se confirma pelos valores de razão I/Q se encontrarem entre 50% e 60%, uma vez que diversos estudos apontam como sendo a faixa percentual ideal para esta variável (Bittencourt et al., 2005; Carvalho, & Cabri, 2007; Zouita, Dziri, Ben Salah, & Layouni, 2007; Le Gall, Laurent, & Rochcongar, 1999).

Avaliando atletas cegos do futebol de 5 da seleção paralímpica brasileira, foram encontradas diferenças significativas na razão I/Q entre o membro dominante e o não dominante (Campos et al., 2015). Os autores relataram que apesar dos valores de cada membro estarem dentro da normalidade, essa diferença entre os membros pode comprometer em parte algumas exigências específicas da modalidade que necessitam da utilização de ambos os membros.

A avaliação do equilíbrio muscular tem sua importância por possibilitar identificar atletas que possam estar mais susceptíveis a ocorrência de lesão, uma vez que atletas com inadequada razão I/Q possuem maior susceptibilidade de desencadear lesões por estiramento, por exemplo (Croisier et al., 2002).

Este diagnóstico permite desencadear ações de prevenção e correção desse desequilíbrio, buscando evitar gastos com tratamento e o afastamento do atleta

dos treinos e competições (Carvalho, & Cabri, 2007). Vale ressaltar que cada esporte tem suas características particulares e cabe à equipe discutir e interpretar tais achados e, inclusive, para cada atleta de forma individual (Magalhães, Oliveira, Ascensão, & Soares, 2001).

## Conclusão

Com base nos resultados do presente estudo, podemos concluir que os atletas da seleção paralímpica brasileira de atletismo apresentaram resultados satisfatórios quanto ao momento máximo de força e à razão ísquiotibiais/quadríceps, podendo assim significar menores chances de lesões relacionadas aos fatores musculares de membros inferiores.

## Referências

- Bittencourt, N., Amaral, G., Anjos, M., D'Alessandro, R., Silva, A., & Fonseca, S. (2005). Avaliação muscular isocinética da articulação do joelho em atletas das seleções brasileiras infanto e juvenil de voleibol masculino. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, *11*(6), 331-336.
- Campos, L., Borin, J., Santos, L., Souza, T., Paranhos, V., Tanhoffer, R., & Gorla, J. (2015). Isokinetic evaluation of Brazilian 5-a-side team. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, *21*(3), 220-223.
- Carvalho, P., & Cabri, J. (2007). Avaliação isocinética da força dos músculos da coxa em futebolistas. *Revista Portuguesa de Fisioterapia no Desporto*, *1*(21), 4-13.
- Croisier, J., Ganteaume, S., Binet, J., Genty, M., & 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.
- Croisier, J., Forthomme, B., Namurois, M., Vanderthommen, M., & Crielaard, J. (2002). Hamstring muscle strain recurrence and strength performance disorders. *The American Journal of Sports Medicine*, *30*(2), 199-203.
- De Assis, M., Gomes, M., & Carvalho, E. (2005). Avaliação isocinética de quadríceps e ísquios-tibiais nos atletas de jiu-jitsu. *Revista Brasileira em Promoção da Saúde*, *18*(2), 85-89.
- Ferreira, A., Gomes, S., Ferreira, C., Arruda, M., & França, N. (2010). Avaliação do desempenho isocinético da musculatura extensora e flexora do joelho de atletas de futsal em membro dominante e não dominante. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*, *32*(1), 229-43.

- Grace, T. (1985). Muscle imbalance and extremity injury. A perplexing relationship. *Sports medicine*, 2(2), 77.
- Le Gall, F., Laurent, T., & Rochcongar, P. (1999). Improvement in hamstring and quadriceps strength in high level soccer players. *Science & Sports*, 4(14), 167-172.
- Magalhães, J., Oliveira, J., Ascensão, A., & Soares, J. M. C. (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.
- Morato, M., Bilzon, J., & Duarte, E. (2013). Sports injuries in Brazilian blind footballers. *International journal of sports medicine*, 34(3), 239-243.
- Oberg, B., Möller, M., Gillquist, J., & Ekstrand, J. (1986). Isokinetic torque levels for knee extensors and knee flexors in soccer players. *International journal of sports medicine*, 7(1), 50-53.
- Pastre, C., Carvalho Filho, G., Monteiro, H., Netto Júnior, J., & Padovani, C. R. (2004). Lesões desportivas no atletismo: comparação entre informações obtidas em prontuários e inquéritos de morbilidade referida. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 10(1), 1-8.
- Portes, E., Portes, L., Botelho, V., & Souza Pinto, S. (2007). Isokinetic torque peak and hamstrings/quadriceps ratios in endurance athletes with anterior cruciate ligament laxity. *Clinics*, 62(2), 127-132.
- Rosene, J., Fogarty, T., & Mahaffey, B. (2001). Isokinetic hamstrings: quadriceps ratios in intercollegiate athletes. *Journal of Athletic Training*, 36(4), 378.
- Silva, A., & Andrade, M. (2002). Avaliação isocinética em atletas paraolímpicos. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 8(3), 99-101.
- Silva Neto, M., Simões, R., Grangeiro Neto, J., & Cardone, C. (2010). Isokinetic assessment of muscle strength in female professional soccer athletes. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 16(1), 33-35.
- Silva, M., Duarte, E., Silva, A., Silva, H., & Vital, R. (2011). Aspectos das lesões esportivas em atletas com deficiência visual. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 17(5), 319-323.
- Siqueira, C., Pelegrini, F., Fontana, M., & Greve, J. M. D. (2002). Isokinetic dynamometry of knee flexors and extensors: comparative study among non-athletes, jumper athletes and runner athletes. *Revista do Hospital das Clínicas*, 57(1), 19-24.
- Terreri, A., Greve, J. & Amatuzzi, M. (2001). Avaliação isocinética no joelho do atleta. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 7(2), 62-66.
- Weber, F., Silva, B., Radaelli, R., Paiva, C., & Pinto, R. (2010). Isokinetic assessment in professional soccer players and performance comparison according to their different positions in the field. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 16(4), 264-268.
- Zabka, F., Valente, H., & Pacheco, A. (2011). Isokinetic evaluation of knee extensor and flexor muscles in professional soccer players. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 17(3), 189-192.
- Zouita, A., Dziri, C., Ben Salah, F., & Layouni, R. (2007). Comparison of isokinetic muscle strength and ratio hamstring/quadriceps between Tunisian athletes. *Science & Sports*, 22(5), 196-200.