

ESTUDO COMPARATIVO DE VARIÁVEIS ISOCINÉTICAS DO JOELHO EM ATLETAS DE TAEKWONDO E KICKBOXING

Susane Moreira Machado¹ susanetkd@hotmail.com
Renato Aparecido de Souza^{1,2} tatosouza2004@yahoo.com.br
Adriano Prado Simão² adrianopsimao@ig.com.br
Diego Pereira Jerônimo¹ diego-jeronimo@hotmail.com
Newton Soares da Silva¹ nsoares@univap.br
Rodrigo Aléxis Lazo Osorio¹ ralo@univap.br
Marcio Magini³ mmagini@hotmail.com

doi:10.3900/fpj.8.6.407.p

Machado SM, Souza RA, Simão AP, Jerônimo DP, Silva NS, Osório RAL, Magini M. Estudo comparativo de variáveis isocinéticas do joelho em atletas de taekwondo e kickboxing. Fit Perf J. 2009 nov-dez;8(6):407-11.

RESUMO

Introdução: O objetivo deste estudo foi comparar variáveis isocinéticas do joelho, tais como pico de torque e relação de equilíbrio agonista/antagonista, entre atletas de taekwondo (TKD) e kickboxing (KB). **Materiais e Métodos:** Foram incluídos dez atletas de artes marciais do sexo masculino (18±3 anos, 1,75±9cm e 65±10kg): cinco atletas de taekwondo e cinco atletas de kickboxing. Foi realizada avaliação do pico de torque e relação de equilíbrio agonista/antagonista de flexores e extensores de joelho bilateralmente (dinamômetro Biodex Multi-joint System 3). A análise dos dados foi realizada por meio de estatística não paramétrica (teste Mann-Whitney), adotando-se significância estatística de $p < 0,05$. **Resultados:** Os resultados não indicaram diferenças no pico de torque e relação de equilíbrio agonista/antagonista entre as modalidades esportivas analisadas. Além disso, verificou-se em todos os atletas uma diferença menor que 10% quando comparados os picos de torque entre membro inferior direito e esquerdo e uma diferença de isquiotibiais menor que 50 a 80% em relação ao quadríceps ipsilateral. **Discussão:** Essas informações sugerem que os atletas de TKD e KB da amostra analisada apresentaram condições de força semelhantes e baixo risco de lesão musculoesquelética associada à articulação de joelho.

PALAVRAS-CHAVE

Artes Marciais; Dinamômetro de Força Muscular; Sistema Musculosquelético.

¹ Universidade do Vale do Paraíba – UNIVAP – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento – IP&D – São José dos Campos/SP – Brasil

² Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM – Diamantina/MG – Brasil

³ Universidade Camilo Castelo Branco – UNICASTELO – São José dos Campos/SP – Brasil

COMPARATIVE STUDY OF ISOKINETIC VARIABLES OF THE KNEE IN TAEKWONDO AND KICKBOXING ATHLETES

ABSTRACT

Introduction: The aim of this study was to compare isokinetic variables of the knee such as peak torque and relative balance of agonist/antagonist of knee flexors and extensors between athletes of kickboxing (KB) and taekwondo (TKD). **Materials and Methods:** Ten male athletes from martial arts were included in this study (18±3 years old, 1.75±9cm and 65±10kg): five TKD athletes and five KB athletes. The assessment of peak torque and relative muscle balance was performed using the Biodex Multi-joint System 3 dynamometer. Data analysis was performed by means of non-parametric statistics (Mann-Whitney test) with statistical significance at $p < 0.05$. **Results:** This study showed no differences in peak torque and relative balance of agonist/antagonist of the sports examined. Furthermore, it was found in all assessed athletes a difference of less than 10% when compared the peak torque between the right and the left lowers limbs and a difference of less than 50 to 80% in the ipsilateral quadriceps, hamstrings ratio. **Discussion:** This information suggests that athletes of TKD and KB have similar conditions of strength and low risk of musculoskeletal injury associated with the knee joint.

KEYWORDS

Martial Arts; Muscle Strength Dynamometer; Musculoskeletal System.

ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS VARIABLES ISOCINÉTICAS DE LA RODILLA EN LOS DEPORTISTAS DE TAEKWONDO Y KICKBOXING

RESUMEN

Introducción: El objetivo de este estudio fue comparar las variables isocinética de la rodilla, como el par máximo y relativo equilibrio de agonistas/antagonistas de los flexores y extensores de la rodilla, entre los deportistas de taekwondo (TKD) y kickboxing (KB). **Materiales y Métodos:** Se incluye diez atletas de las artes marciales de lo sexo masculino (18±3 años, 1,75±9 cm y 65±10 kg): 5 atletas de TKD y 5 KB de los atletas. El evaluación de par máximo y la relación de equilibrio agonista/antagonista de los músculos flexores y extensores de la rodilla bilateral se realizo utilizando dinamómetro Biodex Multi-joint System 3. El análisis de los datos se realizó mediante estadísticas no paramétricas (Mann-Whitney), con significación estadística de $p < 0.05$. **Resultados:** Este estudio no mostró diferencias en el pico de torsión y equilibrio relativo de agonista/antagonista de los deportes examinados. Además, se ha constatado en todos los atletas a prueba una diferencia inferior al 10%, si se compara el pico de torsión entre la derecha y la izquierda reduce extremidades y una diferencia de menos de 50 a 80% en el cuádriceps ipsilateral, hamstrings relación. **Discusión:** Esta información sugiere que los atletas de TKD y KB en este estudio tienen la misma condición de la fuerza y bajo riesgo de lesiones musculoesqueléticas relacionadas con la articulación de la rodilla.

PALABRAS CLAVE

Artes Marciales; Dinamómetro de Fuerza Muscular; Sistema Musculoesquelético.

INTRODUÇÃO

A avaliação por dinamometria isocinética tem sido usada nas últimas décadas como método para se determinar o padrão funcional de força e equilíbrio muscular fundamentalmente através das variáveis isocinéticas "pico de torque" e "relação de equilíbrio agonista/antagonista"¹. O pico de torque representa o ponto de maior torque em uma dada amplitude do movimento articular analisado². Para o melhor estudo dessa variável isocinética, utiliza-se normalmente a velocidade de 60°/s, pois quanto menor a velocidade angular, maior é o torque³. A relação de equilíbrio agonista/antagonista representa uma forma adequada de identificação da proporção e, conseqüentemente, o equilíbrio muscular¹. A respeito da relação entre o pico de torque dos flexores/extensores sobre a arti-

culação sadia do joelho, normalmente se verifica uma diferença de 50 a 80%⁴.

A utilização dos resultados de uma avaliação isocinética possibilita uma nova ferramenta e estratégia para a reestruturação do plano de treinamento esportivo, pois permite uma sensível identificação da função muscular⁵. Além disso, podem-se determinar valores de referência para a função muscular, especialmente predizendo o risco de lesões^{6,7}. Entretanto, a atividade esportiva e o nível de condicionamento físico podem constituir fatores determinantes na adequada interpretação dos resultados isocinéticos, ou seja, a demanda funcional imposta às propriedades do tecido muscular de atletas de modalidades distintas acarretam diferenças na expressão desses resultados¹. Nesse sentido, justificam-se estudos isocinéticos que verifiquem a função muscular entre as diversas modalidades esportivas.

Pouca atenção tem sido dada ao desempenho muscular de atletas de artes marciais. De especial interesse para este estudo, merecem destaque as modalidades taekwondo (TKD) e kickboxing (KB).

O TKD, cujo significado se traduz em “caminho dos pés e da mão através da mente”, é de origem coreana, e se tornou oficialmente um esporte olímpico em 2000, nos Jogos de Sydney⁸. Os atletas de TKD de competição utilizam predominantemente os chutes rápidos e de alta amplitude na região do tronco e da cabeça do adversário, exigindo intensa utilização dos músculos extensores e flexores do joelho. Dessa forma, tem sido relatada na literatura relativa frequência de lesões musculares em atletas que praticam esporte⁹. Por outro lado, o KB, “chutar boxeando”, é de origem americana e se caracteriza por permitir contato total entre os adversários durante a competição. Atualmente, é considerado um esporte de alta popularidade e estima-se que existam aproximadamente 1 milhão de praticantes dessa modalidade em todo o mundo¹⁰. Durante essa prática esportiva, os atletas executam e sofrem diversos golpes, tais como socos, cotoveladas, chutes e joelhadas. Embora essas duas modalidades exijam intensamente o recrutamento dos músculos envolvidos com os chutes, até o presente momento não foi encontrada na literatura nenhuma informação acerca do uso da dinamometria isocinética para avaliação muscular desses atletas.

Diante do exposto e tendo em vista a escassez de trabalhos científicos envolvendo atletas de artes marciais, a proposta deste estudo foi comparar variáveis isocinéticas do joelho, tais como pico de torque e relação de equilíbrio agonista/antagonista entre atletas de TKD e atletas de KB.

MATERIAIS E MÉTODOS

Amostra

Foram selecionados, por conveniência, dez atletas de artes marciais do sexo masculino, com idade média de 18 ± 3 anos, altura de $1,75 \pm 9$ cm, massa corporal total de 65 ± 10 kg e Índice de Massa Corporal (IMC) de 21 ± 3 . Para análise dos dados, a amostra foi dividida em dois grupos experimentais em função da modalidade esportiva praticada: TKD ($n=5$) e KB ($n=5$). A média do tempo de treinamento desses atletas foi de 5 ± 1 anos para o TKD e 2 ± 1 anos. Para seleção da amostra, adotaram-se como critérios de inclusão a inexistência de qualquer lesão musculoesquelética, capacidade de realizar os testes experimentais e praticar TKD ou KB de duas a três vezes por semana para participar em competições de nível estadual. Seriam excluídos da amostra os voluntários que tivessem apresentado algum tipo de le-

são muscular nos últimos seis meses e praticassem TKD ou KB de forma recreacional.

Os voluntários, após serem esclarecidos sobre as finalidades do estudo e os procedimentos aos quais seriam submetidos, assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. Este estudo obedeceu às normas de realização de experimentos envolvendo seres humanos segundo a resolução específica do Conselho Nacional de Saúde (n.º 196/96) e obteve aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade do Vale do Paraíba (Univap) sob protocolo n.º H307/CEP/2007.

Instrumentação

O dinamômetro isocinético Biodex Multi-joint System 3 (Biodex Medical Systems, Inc., Nova Iorque, Estados Unidos) foi utilizado para realização das medidas de função muscular do joelho (pico de torque e relação de equilíbrio agonista/antagonista) na velocidade angular de $60^\circ/s$.

Dinamometria Isocinética

Antes do teste, os atletas realizaram um aquecimento em bicicleta ergométrica por dez minutos. Após o aquecimento, os atletas foram devidamente posicionados na cadeira do isocinético na posição sentada, com inclinação do tronco de 85° e coxas apoiadas no assento. O braço de alavanca do dinamômetro foi posicionado paralelamente à perna dos atletas com a resistência fixada distalmente e o eixo do aparelho alinhado com o eixo do joelho. A estabilização dos atletas na cadeira do dinamômetro foi realizada por meio de cintos fixados no tórax, pelve e coxa do membro a ser testado, sendo que o outro membro permaneceu fixo por um cinto adaptado à cadeira. Em seguida, foi realizada a correção da força da gravidade, uma vez que o desempenho no teste implica realização do movimento contra a gravidade¹¹. Cada atleta realizou 15 repetições na velocidade de $60^\circ/s$ para flexo-extensão concêntrica do joelho para se obterem as variáveis “pico de torque” e “relação de equilíbrio agonista/antagonista”. Foram analisadas somente as cinco primeiras repetições, tendo em vista que as outras repetições foram para análise de fadiga. A velocidade de $60^\circ/s$ foi escolhida uma vez que, em velocidades baixas, consegue-se maior geração de torque, aproximando-se mais do desempenho muscular máximo dos atletas¹¹. A amplitude de teste foi limitada a 100° , com início em 110° de flexão e término em 10° de flexão de joelho. A amplitude de extensão completa foi limitada para evitar o efeito de insuficiência passiva dos isquiotibiais. Todos os testes foram realizados com estímulo verbal padronizado, a fim de motivar o esforço máximo dos atletas durante a realização dos testes.

Variáveis isocinéticas

A avaliação das variáveis isocinéticas “pico de torque” e “relação de equilíbrio agonista/antagonista de flexores e extensores de joelho”, foi realizada inicialmente no membro direito e, uma vez finalizada, no membro esquerdo. O pico de torque é expresso em Newton x metro (N.m), e representou o maior torque da articulação do joelho dos atletas. A relação de equilíbrio agonista/antagonista representou a razão entre o pico de torque dos flexores/extensores do joelho expressa em percentual (%), ou seja, o valor absoluto do pico de torque do isquiotibiais dividido pelo pico de torque do quadríceps multiplicado por 100.

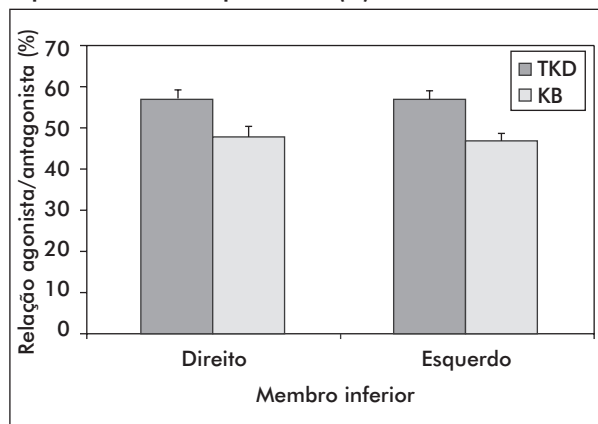
Análise estatística

Para análise dos resultados, foi utilizado o pacote estatístico SPSS (Statistical Package for Social Science) versão 11.0. Foram realizadas as seguintes comparações entre os atletas de TKD e KB: pico de torque extensor do membro inferior direito (PTED), pico de torque flexor do membro inferior direito (PTFD), pico de torque extensor do membro inferior esquerdo (PTEE), pico de torque flexor do membro inferior esquerdo (PTFE), relação de equilíbrio agonista/antagonista do membro inferior direito (RED) e relação de equilíbrio agonista/antagonista do membro inferior esquerdo (REE). Empregou-se o teste Mann-Whitney para comparação das amostras independentes (TKD x KB). A significância estatística adotada foi de $p < 0,05$.

Tabela 1 - Média do pico de torque dos músculos extensores de joelho direito (PTED) e esquerdo (PTEE) e flexores de joelho direito (PTFD) e esquerdo (PTFE) dos atletas de Taekwondo (TKD) e Kickboxing (KB)

Pico de torque (N.m)	TKD (n=5)	KB (n=5)
PTED	157,23±25,34	148,49±32,74
PTEE	155,53±17,78	146,02±31,67
PTFD	89,21±13,03	71,76±13,03
PTFE	88,13±12,97	68,94±14,93

Figura 1 - Relação agonista/antagonista de joelho nos atletas de taekwondo (TKD) e kickboxing (KB): valores expressos em média percentual (%)



RESULTADOS

Os valores médios e os desvios padrões (média±dp) para a variável pico de torque estão apresentados na Tabela 1. Não foram identificadas diferenças significativas ($p > 0,05$) quando comparados bilateralmente os extensores e flexores de joelho entre as duas modalidades de artes marciais. Além disso, observou-se que: a) a diferença média entre o PTED e PTEE nos atletas de TKD e KB foi de 2N.m (2,0%); b) a diferença média entre o PTFD e PTFE nos atletas de TKD foi de 1N.m (1,2%) e c) a diferença média entre o PTFD e PTFE nos atletas de KB de 3N.m (4,3%).

A Figura 1 apresenta a relação agonista/antagonista de joelho, a qual possibilitou a análise do equilíbrio muscular dessa articulação entre os atletas. Observou-se que os atletas de TKD apresentaram equilíbrio muscular de $57 \pm 2,3\%$ tanto para o membro inferior direito quanto para o membro inferior esquerdo. Os atletas de KB apresentaram um equilíbrio de $48 \pm 2,5\%$ para o membro inferior direito e $47 \pm 1,8\%$ para o membro inferior esquerdo entre os picos de torque de flexores/extensores dos joelhos direito e esquerdo, respectivamente. Quando se compararam os valores encontrados de cada membro inferior entre os atletas de TKD e KB, não foram encontradas diferenças significativas ($p > 0,05$).

DISCUSSÃO

Diante da escassez de estudos envolvendo o desempenho físico de atletas praticantes de artes marciais e a real possibilidade de determinação de valores de referência para a função muscular, especialmente predizendo o risco de lesões através da avaliação isocinética^{6,7}, este estudo teve o propósito de comparar as variáveis isocinéticas “pico de torque” e “relação agonista/antagonista dos músculos flexores e extensores de joelho” de duas modalidades distintas: TKD e KB. Tem sido estabelecido que o treinamento esportivo pode ocasionar desequilíbrios musculares relacionados à flexibilidade e força, aumentando o risco do desenvolvimento de lesões^{12,13}. Nesse sentido, Devan *et al.*¹⁴ observaram que jogadoras de basquete, futebol de campo e hóquei na grama apresentaram risco aumentado de lesão de joelho quando constatava-se na avaliação isocinética: diferença maior que 10% quando se comparavam isquiotibiais e/ou quadríceps contralateralmente¹⁵ e diferença de isquiotibiais menor que 50 a 80% em relação ao quadríceps ipsilateralmente¹⁶.

Pieter e Taaffe, citados por Pieter *et al.*¹⁷, testaram o pico de torque isocinético de atletas profissionais americanos de TKD e encontraram uma relação agonista/antagonista de joelho menor que os valores considerados adequados, constatando-se que esses atletas teriam predisposição aumentada a lesões de joelho. Embora não

tenha sido encontrado nenhum estudo isocinético envolvendo a modalidade KB, deve-se considerar que modalidades esportivas que envolvam frequentes rotações e movimentos torcionais de joelho também estão relacionadas à instabilidade e dor crônica dessa articulação¹⁸.

Com relação ao pico de torque, foi observado que os atletas de TKD apresentaram valores superiores de pico de torque flexor e extensor em relação aos atletas de KB (Tabela 1). Embora essas diferenças não tenham sido significativas, deve-se levar em consideração o fato de o tempo de treinamento dos atletas de TKD ser superior em relação ao dos atletas de KB (5±1 anos versus 2±1 anos, respectivamente). Em um estudo com atletas de outra modalidade das artes marciais, Probst *et al.*¹² observaram atletas de caratê com experiência mínima de dois anos e encontraram valores médios de pico de torque (60°/s) de quadríceps (190N.m) e isquiotibiais (115N.m) superiores aos atletas do presente estudo. Este fato deve ser considerado pela natureza distinta dos treinamentos instituídos em cada modalidade de arte marcial. Enquanto o treinamento de atletas de karatê impõe significativas forças articulares, em especial na execução de exercícios de extensão de joelho, tais como o chute frontal¹², os atletas de KB e TKD atribuem aos seus treinamentos estratégias de sequências de golpes (socos e chutes)^{8,10,19}, não enfatizando toda a potência e velocidade requerida pelos atletas de karatê.

Outro aspecto importante da variável pico de torque é a comparação bilateral dos flexores e extensores de joelho entre os atletas da mesma modalidade esportiva. A diferença máxima encontrada foi 4,3% para o pico de torque flexor dos atletas de KB. Considerando que é aceita uma diferença de até 10% para essa avaliação¹⁵, sugere-se que exista nos atletas analisados um equilíbrio adequado entre os músculos isquiotibiais direito e esquerdo e quadríceps direito e esquerdo.

Com relação à variável isocinética equilíbrio agonista/antagonista de flexores e extensores de joelho, observou-se que os atletas de ambas as modalidades esportivas apresentaram adequado equilíbrio muscular bilateralmente, ou seja, uma diferença inferior a 50 a 80%^{4,16} (Figura 1). Esses dados parecem demonstrar um baixo risco de lesão muscular por distensão na população estudada. De fato, embora as lesões musculares tenham relativa frequência de incidência em atletas de TKD e KB, as lesões mais prevalentes nessas modalidades são as contusões musculares^{10,13,19}.

Por fim, considerando que a avaliação isocinética permite a determinação de valores de referência para a função muscular, a escassez de informações científicas referentes às modalidades esportivas analisadas e a experiência mínima de dois anos dos atletas que participaram deste estudo, a pequena e limitada amostra forneceu dados pioneiros

e norteadores para o treinamento desses atletas e futuros estudos. Os resultados não indicaram diferenças entre as modalidades esportivas analisadas quanto às variáveis isocinéticas “pico de torque” e “relação agonista/antagonista de joelho”. Além disso, os atletas analisados apresentaram equilíbrio muscular adequado. Essas informações sugerem que os atletas de TKD e KB da amostra analisada têm condições de força semelhantes e baixo risco de lesão musculoesquelética associada à articulação de joelho.

REFERÊNCIAS

1. Terreri ASAP, Greve JMD, Amatuzzi MM. Avaliação isocinética no joelho do atleta. *Rev Bras Med Esporte*. 2001;7(5):170-4.
2. O'Shea K, Kenny P, Donovan J, Condon F, McElwain JP. Outcomes following quadriceps tendon ruptures. *Injury*. 2002;33(3):257-60.
3. Yoon TS, Park DS, Kang SW, Chun SI, Shin JS. Isometric and isokinetic torque curves at the knee joint. *Yonsei Med J*. 1991;32(1):33-43.
4. Hewett TE, Myer GD, Zazulak BT. Hamstrings to quadriceps peak torque ratios diverge between sexes with increasing isokinetic angular velocity. *J Sci Med Sport*. 2008;11(5):452-9.
5. D'alexandro RL, Silveira EAP, Anjos MTS, Silva AA, Fonseca ST. Análise da associação entre a dinamometria isocinética da articulação do joelho e o salto horizontal unipodal, hop test, em atletas de voleibol. *Rev Bras Med Esporte*. 2005;11(5):271-5-6.
6. 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(3):263-7.
7. 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(9):601-6.
8. Mohsen K, Judith W, Christopher M, Anthony RW. A profile of olympic taekwondo competitors. *J Sports Sci Med*. 2006;5(CSSI):114-12.
9. Beis K, Tsaklis P, Pieter W, Abatzides G. Taekwondo competition injuries in Greek young and adult athletes. *Eur J Sports Traumatol Rel Res*. 2001;23(3):130-6.
10. Gartland S, Malik MH, Lovell ME. Injury and injury rates in Muay Thai kick boxing. *Br J Sports Med*. 2001;35(5):308-13.
11. Perrin HD. *Isokinetic Exercise and Assessment*. Champaign: Human Kinetics Publishers; 1993.
12. Probst MM, Fletcher R, Seelig DS. A comparison of lower-body flexibility, strength, and knee stability between karate athletes and active controls. *J Strength Cond Res*. 2007;21(2):451-5.
13. Pieter W. *Martial Arts Injuries*. *Med Sport Sci*. 2005;48:59-73
14. 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(3):263-7.
15. Safran MR, Seaber AV, Garrett WE. Warm-up and muscular injury prevention. *Sports Med*. 1989;8(4):239-9.
16. Rosene J, Fogarty TD, Mahaffey BL. Isokinetic hamstrings: quadriceps ratios in intercollegiate athletes. *J Athl Train*. 2001;36(4):378-83.
17. Pieter W, Luigi T, Bercades GDK. Relative total body fat and skinfold patterning in filipino national combat sport athletes. *J Sports Sci Med*. 2006;CSCI,35-41.
18. Sekiya JK, Kuhn JE. Instability of the proximal tibiofibular joint. *J Am Acad Orthop. Surg*. 2003;11(2):120-8.
19. Kazemi M, Pieter W. Injuries at a Canadian National Taekwondo Championships: a prospective study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2004;5:22.

Recebido 02/07/09 – Aceito 17/10/09