

ATLETAS DE TAEKWONDO APRESENTAM DESEQUILÍBRIO MUSCULAR ENTRE OS MÚSCULOS FLEXORES E EXTENSORES DO JOELHO: ACHADOS PRELIMINARES

Recebido em: 03/01/2023

Aceito em: 03/02/2023

DOI: 10.25110/arqsaude.v27i1.20239129

Brenda Emily da Silva Moraes ¹
Patrícia Azevedo Garcia ²
Anderson de Araújo Ferreira ³
Michele Alves da Silva ⁴
Gustavo Ferreira de Sousa ⁵
João Paulo Chierregato Matheus ⁶
Josevan Cerqueira Leal ⁷
Osmair Gomes de Macedo ⁸

RESUMO: Durante a prática de taekwondo com movimentos repetitivos, sistematizados e com certa sobrecarga de treino, o indivíduo pode gerar possíveis adaptações orgânicas que resultam em problemas posturais com grandes chances de desencadear desequilíbrio muscular. Objetivo: Verificar a presença de desequilíbrio entre os grupos musculares agonistas e antagonistas da articulação do joelho e entre membros dominantes e não dominantes de praticantes de taekwondo por meio da dinamometria isocinética. Método: Estudo transversal, observacional e descritivo realizado com nove praticantes de taekwondo do sexo masculino. Utilizou-se um dinamômetro isocinético para investigar o pico de torque, pico de torque por peso corporal, trabalho total, potência média, relação agonista/antagonista e índice de fadiga. Os dados dos membros dominante e não dominante foram comparados por meio do teste t-student para amostras pareadas. Foram calculados o intervalo de confiança de 95% da diferença média, o tamanho de efeito e o poder das análises. Resultados: Os músculos extensores dos membros dominante e não dominante apresentaram diferença média significativa de 15,49 Nm (IC95% 7,27; 23,70; p=0,002) para pico de torque e de 22,64% (IC95% 11,83; 33,46; p=0,001) para pico de torque por peso corporal a 60°/s, representando tamanho de efeito médio. Conclusão: Os atletas de taekwondo apresentaram maior pico de torque e maior pico de torque por peso corporal dos músculos extensores do joelho a 60°/s no lado dominante. A relação agonista/antagonista foi inferior a 60% e mais da metade dos atletas apresentaram uma diferença maior que 10% no pico de torque flexor no lado não dominante.

¹ Bacharel em Fisioterapia, Universidade de Brasília – Faculdade de Ceilândia.

E-mail: brenda.unbfisio@gmail.com

² Doutora em Ciências da Reabilitação, Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação pela Universidade de Brasília – Faculdade de Ceilândia. E-mail: patriciaagarcia@unb.br

³ Bacharel em Fisioterapia, Universidade de Brasília – Faculdade de Ceilândia.

E-mail: andersondearaujo08@gmail.com

⁴ Bacharel em Fisioterapia, Universidade de Brasília – Faculdade de Ceilândia.

E-mail: miiichele98@gmail.com

⁵ Bacharel em Fisioterapia, Universidade de Brasília – Faculdade de Ceilândia.

E-mail: gustavofsunb@gmail.com

⁶ Doutor em Ciências Médicas, Programa de Pós-graduação em Ciências e Tecnologias em Saúde pela Universidade de Brasília – Faculdade de Ceilândia. E-mail: jpcmatheus@unb.br

⁷ Doutor em Ciências Médicas, Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação pela Universidade de Brasília – Faculdade de Ceilândia. E-mail: josevanleal@unb.br

⁸ Doutor em Ciências, Universidade de Brasília – Faculdade de Ceilândia. E-mail: osmair@unb.br

PALAVRAS-CHAVE: Artes Marciais; Dinamômetro Isocinético; Equilíbrio Muscular; Força Muscular.

TAEKWONDO ATHLETES HAVE MUSCLE IMBALANCE BETWEEN KNEE FLEXORS AND EXTENSIONS: PRELIMINARY FINDINGS

ABSTRACT: During taekwondo practice with the repetitive motions, systematized and with certain training overload, the person can generate possible organic adaptations that result in postural problems with a great chances of triggering muscle imbalance. Objective: To verify the presence of imbalance between agonist and antagonist muscle groups of knee joint and between dominant and non-dominant limbs through isokinetic dynamometry. Methods: Cross-sectional, observational and descriptive study realized with nine male taekwondo practitioners. An isokinetic dynamometer was used to investigate the peak torque, peak torque by body weight, total work, average power, agonist/antagonist ratio and fatigue index. Data from the dominant and non-dominant limbs were compared by t-student test for pared samples. The 95% confidence interval of the mean difference, the effect size and the power of analyses power were calculated. Results: The extensor muscles of the dominant and non-dominant limbs showed mean difference of 15,49 Nm (IC95% 7,27; 23,70; p=0,002) for peak torque and of 22,64% (IC95% 11,83; 33,46; p=0,001) for peak torque by body weight at 60°/s, representing average effect size. Conclusion: The taekwondo athletes had higher peak torque and higher peak torque by body weight of the knee extensors muscles in the dominant side. The agonist/ antagonist ratio was less than 60% and more than half of the athletes showed a difference greater than 10% in the peak flexor torque on the non-dominant side.

KEYWORDS: Martial Arts; Dynamometer Isokinetic; Muscle Balance; Muscle Strength.

LOS ATLETAS DE TAEKWONDO PRESENTAN UN DESEQUILIBRIO MUSCULAR ENTRE LOS FLEXORES Y LOS EXTENSORES DE LA RODILLA: HALLAZGOS PRELIMINARES

RESUMEN: Durante la práctica de taekwondo con los movimientos repetitivos, sistematizados y con cierta sobrecarga de entrenamiento, la persona puede generar posibles adaptaciones orgánicas que deriven en problemas posturales con grandes posibilidades de desencadenar desequilibrios musculares. Objetivo: Verificar la presencia de desequilibrio entre grupos musculares agonistas y antagonistas de la articulación de la rodilla y entre miembros dominantes y no dominantes mediante dinamometría isocinética. Métodos: Estudio transversal, observacional y descriptivo realizado con nueve practicantes masculinos de taekwondo. Se utilizó un dinamómetro isocinético para investigar el par máximo, el par máximo por peso corporal, el trabajo total, la potencia media, la relación agonista/antagonista y el índice de fatiga. Los datos de las extremidades dominantes y no dominantes se compararon mediante la prueba t-student para muestras de pared. Se calcularon el intervalo de confianza del 95% de la diferencia media, el tamaño del efecto y la potencia de los análisis. Resultados: Los músculos extensores de los miembros dominantes y no dominantes mostraron una diferencia media de 15,49 Nm (IC95% 7,27; 23,70; p=0,002) para el par máximo y de 22,64% (IC95% 11,83; 33,46; p=0,001) para el par máximo por peso corporal a 60°/s, lo que representa el tamaño medio del efecto. Conclusiones: Los atletas de taekwondo presentaron un mayor par máximo y un mayor par máximo por peso corporal de los músculos extensores de la rodilla en el lado dominante. La relación agonista/antagonista

fue inferior al 60% y más de la mitad de los atletas mostraron una diferencia superior al 10% en el pico de par flexor en el lado no dominante.

PALABRAS CLAVE: Artes Marciales; Dinamómetro Isocinético; Equilibrio Muscular; Fuerza Muscular.

1. INTRODUÇÃO

No sentido geral, o takwondo (TKD) remete uma técnica de combate sem armas para defesa pessoal, envolve destreza no uso de mãos e punhos, pontapés, esquivas e intercepções de golpes com as mãos, braços ou pés, para a rápida destruição de seu oponente. Basicamente o TKD é um esporte de chutes com muito poder de explosão (QUÂN, 2015).

Inicialmente, o TKD era ensinado para guerra, autodefesa ou somente para o condicionamento físico. Atingiu o estágio olímpico como esporte de demonstração nos Jogos Olímpicos de Seul, em 1988, e nos Jogos Olímpicos de Barcelona, em 1992. Tornou-se um esporte olímpico oficial somente nos Jogos Olímpicos de Sydney nos anos 2000 e hoje em dia, em muitas academias, pratica-se o TKD olímpico (KAZEMI *et al.*, 2006).

O TKD pode trazer benefícios para aqueles que o praticam, pois é um esporte que desenvolve tanto a parte física quanto a parte mental do lutador, independente de sua idade. A prática do TKD traz benefícios como: desenvolvimento da coordenação motora, estímulo da memória, ensina disciplina e valores, bem como noções de hierarquia e respeito. Desenvolve também o espírito de luta, a autoconfiança, a vontade de liderar, a seriedade, a paciência e a humildade (MIRANDA, 2010).

Pelas características do gesto esportivo do TKD com chutes explosivos e de alto alcance, os atletas estão expostos a riscos frequentes de lesões em decorrência de movimentos repetitivos. Apesar das lesões encontradas em atletas praticantes de TKD por Lystad, Pollard e Graham (2009) ocorrerem devido ao contato, a maioria dessas lesões são classificadas de mínima a moderada severidade, estudos relatam que o mecanismo mais recorrente de lesão no TKD é ao receber um chute e pelo movimento de dar um chute (TAMBORINDEGUY *et al.*, 2011).

Durante a prática de TKD com movimentos repetitivos, sistematizados e com certa sobrecarga de treino, o indivíduo pode gerar possíveis adaptações orgânicas que resultam em problemas posturais com grandes chances de desencadear desequilíbrio muscular. Além do possível desequilíbrio muscular que pode surgir, há ainda a

possibilidade de erros durante a técnica de execução dos movimentos no esporte que podem aumentar a prevalência de lesões TAMBORINDEGUY *et al.*, 2010).

A avaliação feita com a utilização do dinamômetro isocinético fornece muitas variáveis como pico de torque, potência, relação agonista/antagonista e resistência a fadiga, portanto é considerado o padrão ouro para a avaliação de desempenho muscular. Por conta da obtenção de tantos valores a avaliação gera a possibilidade de fazer a relação entre os músculos agonistas e antagonistas que movem articulações como quadril e joelho, ajudando na resolução de déficits estruturais, sendo bastante utilizado no meio esportivo pois auxilia tanto na avaliação quanto no processo de reabilitação dos atletas (CAMPOS *et al.*, 2015; LOURENCIN, *et al.*, 2012; BITTENCOURT, *et al.*, 2005; TERRERI; GREVE; AMATUZZI, 2001).

Neste contexto, o dinamômetro isocinético tem por função quantificar o padrão funcional e o desempenho muscular do indivíduo de uma maneira segura e confiável, podendo atuar como um método preventivo e terapêutico de lesões musculares. Os valores obtidos no teste devem ser comparados com o membro contralateral e com a musculatura antagonista ao movimento realizado (TERRERI; GREVE; AMATUZZI, 2001).

O objetivo do presente estudo foi verificar a presença de desequilíbrio entre os grupos musculares agonistas e antagonistas da articulação do joelho e entre membros dominantes e não dominantes de praticantes de TKD por meio da dinamometria isocinética.

2. METODOLOGIA

2.1 Tipo de estudo

Trata-se de um estudo transversal, observacional e descritivo. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (parecer 845.060 de outubro de 2014) da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília.

2.2 Amostra

A amostra foi constituída por nove praticantes de TKD do sexo masculino com idades entre 14 e 44 anos. Os atletas foram recrutados de academias situadas em três regiões administrativas do Distrito Federal: Águas Claras, P Sul e Guariroba. Dos nove atletas, sete tinham graduação preta 1º DAN e dois graduação vermelha 2º GUB.

2.3 Critérios de inclusão e exclusão

Os critérios de inclusão foram a prática do taekwondo por um período superior a um ano, estar atuante no esporte, ser do sexo masculino e não ter histórico de lesão em membros inferiores nos 6 meses anteriores ao teste. O critério de exclusão foi a prática da atividade esportiva por menos de um ano, com frequência semanal inferior a duas vezes por semana.

2.4 Variáveis do estudo

Para a caracterização da amostra foram investigadas as variáveis: sexo, idade, massa corporal, estatura corporal, índice de massa corporal (IMC) e dominância. As variáveis do estudo foram: pico de torque, pico de torque por peso corporal, trabalho total, potência média, relação agonista/antagonista e índice de fadiga.

2.5 Equipamento e protocolo

Foi utilizado o Dinamômetro Isocinético Biodex System 4 Pro. Este equipamento é utilizado para fins de avaliação, treinamento e reabilitação do sistema músculo-esquelético e testa diversas articulações do corpo como: joelho, tornozelo, quadril, ombro, cotovelo, punho e coluna. Trata-se de um equipamento no qual há a possibilidade de escolher diferentes tipos de contrações, possibilitando assim, o isolamento do grupo muscular estudado. Contém diversas faixas de velocidades para aproximar a avaliação do indivíduo ao gesto esportivo. Os modelos de relatórios para resultados são gerados por informações gráficas e numéricas.

Os atletas foram avaliados nas velocidades angulares de 60°/s, 180°/s e 300°/s e foi selecionado o módulo concêntrico/ concêntrico. Primeiro foram realizadas cinco repetições nas velocidades de 60 °/s e 180°/s, respectivamente e em seguida, 30 repetições na velocidade de 300°/s, com intervalo para descanso de 60 segundos entre cada uma das velocidades. O teste foi realizado bilateralmente e a escolha do membro a iniciar a avaliação foi aleatória.

2.6 Procedimentos

A coleta foi realizada no Laboratório de Desempenho Funcional Humano da Faculdade de Ceilândia da Universidade de Brasília. Antes de iniciar a avaliação, o atleta preenchia o TCLE concordando com a pesquisa, era cadastrado e identificado no software e em seguida era encaminhado para o aquecimento. Foi protocolado o aquecimento com corrida estacionária durante cinco minutos e em seguida o atleta era encaminhado para o dinamômetro isocinético.

Os atletas foram devidamente posicionados na cadeira do isocinético na posição sentada e em seguida o braço de alavanca do dinamômetro foi posicionado paralelamente à perna avaliada dos atletas com a resistência fixada distalmente dois centímetros acima do maléolo lateral do tornozelo e o eixo do aparelho alinhado com o epicôndilo lateral do joelho. A estabilização dos atletas na cadeira foi realizada por meio de cintos fixados no tórax, pelve e coxa do membro a ser avaliado, sendo que o outro membro permaneceu livre. Em seguida, foi realizada a correção da força da gravidade a 35°. Antes de iniciar a avaliação era informado para cada atleta o posicionamento dos membros superiores cruzados à frente do tórax. Houve familiarização com o equipamento antes da avaliação com a realização de três repetições de flexão e extensão de joelho na velocidade de 60°/s e o teste foi supervisionado pelos avaliadores e houve comando verbal.

2.7 Análise estatística

Os dados contínuos foram descritos utilizando medidas de tendência central (média) e de variabilidade (desvio-padrão). Os dados categóricos foram apresentados em frequência absoluta e percentual. A distribuição normal dos dados foi identificada utilizando o teste Shapiro-Wilk. Para comparar os dados isocinéticos entre os membros inferiores dominante e não-dominante foi utilizado o teste t-student para amostras pareadas. Foi calculada a diferença média entre os membros dominante e não-dominante com intervalo de confiança de 95%. Calculou-se o tamanho de efeito (d) e os resultados foram interpretados como pequeno (0,20 – 0,40), médio (0,40 – 0,70) e grande ($\geq 0,80$) e adicionalmente, o poder das análises. As análises estatísticas foram processadas utilizando-se o programa *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS), versão 22.0 e o programa G.power 3.1.9.2. Também foi realizada uma análise de cada praticante de TKD para identificar diferenças superiores a 10% entre os membros e para identificar relação agonista/antagonista inferior a 60%.

3. RESULTADOS

Os nove praticantes de TKD avaliados eram do sexo masculino, com média de idade foi de $23,11 \pm 10,25$ anos, massa corporal média de $67,78 \pm 8,15$ kg e estatura correspondendo a uma média de $1,76 \pm 0,08$ m. Quanto à dominância de membros, sete eram destros e dois eram sinistros.

Na Tabela 1 é apresentada a caracterização da amostra com relação ao sexo, idade, massa corporal, estatura corporal, IMC e dominância.

Tabela 1. Caracterização da amostra

Variável	Resultado
Sexo Masculino [‡]	100% (9)
Idade (anos) [†]	23,11 (10,25)
Massa Corporal (Kg) [†]	67,78 (8,15)
Estatura Corporal (m) [†]	1,76 (0,08)
IMC (Kg/m ²) [†]	21,80 (2,02)
Dominância	
Destro	77,8 (7)
Canhoto	22,2 (2)

[†]Média (Desvio-padrão). [‡]Percentual (frequência absoluta). IMC = Índice de Massa Corporal.

A Tabela 2 mostra as comparações entre os lados dominante e não-dominante. Observou-se que houve diferença significativa somente no pico de torque dos músculos extensores do joelho a 60°/s ($p=0,002$) com tamanho de efeito médio (0,44) e para o pico de torque por peso corporal dos músculos extensores de joelho a 60°/s ($p=0,001$) com tamanho de efeito médio (0,57).

Tabela 2. Comparação dos dados isocinéticos entre os membros dominante e não dominante dos atletas (n=9)

Variável isocinética	Membro dominante		Membro não-dominante		Diferença Média [IC 95%]	p-valor	Tamanho do efeito	Poder da análise
	Média	Desvio-Padrão	Média	Desvio-Padrão				
<i>Músculos extensores de joelho – velocidade 60°/s</i>								
Pico de torque (Nm)*	219,35	36,67	203,87	33,44	15,49 [7,27; 23,70]	0,002	0,44	21%
Pico de torque por peso corporal(Nm/Kg)%*	324,68	40,82	302,03	38,02	22,64 [11,83; 33,46]	0,001	0,57	33%
Trabalho total (J)	653,81	134,99	608,24	77,98	45,57 [-21,26; 112,39]	0,154	0,39	18%
Potência média (W)	136,54	27,44	129,58	24,91	6,97 [-2,44; 16,38]	0,126	0,26	11%
<i>Músculos flexores de joelho – velocidade 60°/s</i>								
Pico de torque (Nm)	115,48	23,00	107,88	22,72	7,60 [-2,70; 17,90]	0,127	0,33	14%
Pico de torque por peso corporal (Nm/Kg)%	170,43	25,60	159,18	24,56	11,25 [-3,00; 25,51]	0,106	0,45	22%
Trabalho total (J)	421,18	104,50	386,40	57,76	34,78 [-10,60; 80,16]	0,115	0,38	17%
Potência média (W)	83,72	20,25	78,78	22,28	4,94 [-7,14; 17,03]	0,373	0,23	9%
Relação agonista antagonista	52,70	6,11	52,63	3,86	0,07 [-4,16; 4,29]	0,972	0,01	5%
<i>Músculos extensores de joelho – velocidade 180°/s</i>								
Potência média (W)	236,51	55,27	244,94	64,08	-8,43 [-36,47; 19,60]	0,507	0,14	7%
<i>Músculos flexores de joelho – velocidade 180°/s</i>								
Potência média (W)	149,19	43,99	154,02	39,94	-4,83 [-22,33; 12,66]	0,542	0,11	6%
<i>Músculos extensores de joelho – velocidade 300°/s</i>								
Potência média (W)	236,50	48,80	237,27	58,19	-0,77 [-20,83; 19,29]	0,932	0,01	5%
Fadiga	42,34	9,28	44,57	6,02	-2,22 [-9,04; 4,59]	0,474	0,27	11%
<i>Músculos flexores de joelho – velocidade 300°/s</i>								
Potência média (W)	129,67	26,39	135,39	25,13	5,72 [-16,56; 5,11]	0,258	0,22	9%
Fadiga	47,69	18,12	48,68	7,11	-0,99 [-10,75; 8,78]	0,821	0,06	5%

Legenda: Nm = Newton.metro. Nm/Kg = Newton.metro/Kilograma. J=Joule. W=Watts. *diferença significativa (p<0,05).

A Tabela 3 apresenta o tamanho amostral para futuros estudos que objetivou comparar as variáveis de estudo entre membro dominante e não-dominante, considerando os tamanhos de efeitos observados no presente estudo, para um nível de significância (alfa) de 0,05, poder de 80% e teste bicaudal.

Tabela 3. Tamanho amostral para comparação do membros dominante e não dominante

Variável isocinética	Tamanho do efeito	Amostra sugerida
<i>Músculos extensores de joelho – velocidade 60°/s</i>		
Pico de torque	0,44	43
Pico de torque por peso corporal	0,57	27
Trabalho total	0,39	54
Potência	0,26	119
<i>Músculos flexores de joelho – velocidade 60°/s</i>		
Pico de torque	0,33	75
Pico de torque por peso corporal	0,45	41
Trabalho total	0,38	57
Relação agonista antagonista	0,23	151
Potência	0,01	78491
<i>Músculos extensores de joelho – velocidade 180°/s</i>		
Potência	0,14	403
<i>Músculos flexores de joelho – velocidade 180°/s</i>		
Potência	0,11	651
<i>Músculos extensores de joelho – velocidade 300°/s</i>		
Potência	0,01	78491
Fadiga	0,27	110
<i>Músculos flexores de joelho – velocidade 300°/s</i>		
Potência	0,22	165
Fadiga	0,06	2183

Na análise da relação de equilíbrio agonista/antagonista na velocidade angular de 60°/s, observou-se que todos os atletas apresentaram o pico de torque do grupo muscular flexor abaixo de 60% do valor de pico de torque do grupo muscular extensor, tanto no lado dominante, quanto no lado não dominante. Também foi possível observar que em três casos os atletas apresentaram relação de equilíbrio agonista/antagonista abaixo de 50% no lado dominante, e que em três casos os atletas apresentaram relação de equilíbrio agonista/antagonista abaixo de 50% no lado não dominante (Tabela 4).

Tabela 4. Relação agonista/antagonista entre membro dominante e não dominante do grupo de atletas.

ATLETA	PT EXT DO	PT FLE DO	AGO/ANT	PT EXT ND	PT FLE ND	AGO/ANT
1	209.5	125.3	59.8%	200.0	107.1	53.5%
2	229.7	114.8	50.0%	212.4	111.7	52.6%
3	245.3	121.3	49.5%	219.0	106.3	48.5%
4	184.4	76.2	41.3%	169.5	82.2	48.5%
5	254.5	147.5	57.9%	218.2	129.3	59.3%
6	245.2	139.0	56.7%	233.1	126.5	54.2%
7	255.1	122.1	47.9%	252.9	143.1	56.6%
8	147.1	86.1	58.6%	143.2	75.2	52.5%
9	203.4	107.0	52.6%	186.5	89.5	48.0%

Legenda: PT = Pico de torque; EXT = Extensores; DO = Dominante; FLE = Flexores; AGO = Agonista; ANT = Antagonista; ND = Não dominante

Na comparação entre o membro dominante e o não dominante, apenas um dos nove atletas apresentou uma diferença maior do que 10% no pico de torque do grupo muscular extensor na velocidade de 60°/s. Quando, analisado o pico de torque do grupo muscular flexor na velocidade de 60°/s, notou-se que seis dos nove atletas apresentaram uma diferença maior que 10% (Tabela 5).

Tabela 5: Comparação entre os lados dominante e não dominante.

CONTROLE	PT EXT			PT FLE		DIFERENÇA
	PT EXT DO	ND	DIFERENÇA	DO	ND	
1	209.5	200.0	4,5%	125.3	107.1	14,5%
2	229.7	212.4	7,5%	114.8	111.7	2,7%
3	245.3	219.0	10,7%	121.3	106.3	12,4%
4	184.4	169.5	8,1%	76.2	82.2	-9,2%
5	254.5	218.2	14,3%	147.5	129.3	12,3%
6	245.2	233.1	4,9%	139.0	126.5	9,1%
7	255.1	252.9	0,9%	122.1	143.1	14,7%
8	147.1	143.2	2,6%	86.1	75.2	12,6%
9	203.4	186.5	8,3%	107.0	89.5	16,3%

Legenda: PT = Pico de torque; EXT = Extensores; DO = Dominante; FLE = Flexores; AGO = Agonista; ANT = Antagonista; ND = Não dominante

4. DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi verificar a presença de desequilíbrio entre os grupos musculares agonistas e antagonistas da articulação do joelho e entre membros dominantes e não dominantes por meio da dinamometria isocinética.

Ao realizar as comparações bilaterais, foi possível observar que os atletas de taekwondo apresentaram pico de torque e pico de torque por peso corporal dos músculos extensores do joelho a 60°/s maiores no lado dominante, não sendo encontrada nenhuma diferença significativa nas variáveis dos músculos flexores do joelho.

Nas comparações unilaterais, na velocidade angular de 60°/s, observou-se que todos os atletas apresentaram o pico de torque do grupo muscular flexor abaixo de 60% do valor de pico de torque do grupo muscular extensor, em ambos os lados, e que a relação de equilíbrio agonista/antagonista foi inferior a 50% em três casos no lado dominante, e em três casos no lado não dominante. Machado et al. (2012) encontraram em atletas de taekwondo e de kick boxing relação agonista/antagonista média de 53,43% no joelho direito e de 51,02% no joelho esquerdo. Em outro estudo, Machado et al. (2009) encontraram relação agonista/antagonista de joelho $57 \pm 2,3\%$ em atletas de taekwondo tanto para o membro inferior direito quanto para o membro inferior esquerdo, e $48 \pm 2,5\%$ para o membro inferior direito e $47 \pm 1,8\%$ para o membro inferior esquerdo para atletas de kick boxing.

Em baixas velocidades, como no caso do teste, os isquiotibiais devem ter em torno de 60% da força do quadríceps (ZABKA; VALENTE; PACHECO, 2011), todavia há relatos de que a relação agonista/antagonista nos joelhos sem lesão varia de 55% a 77% (TERRERI; GREVE; AMATUZZI, 2001).

De acordo com Wilk *et al.* (2005), a razão agonista/antagonista é de suma importância na prevenção de lesões uma vez que demonstra o desequilíbrio muscular decorrente de lesão prévia ou fraqueza muscular e para Bittencourt *et al.* (2005), valores abaixo de 50% indicam grau severo de desequilíbrio muscular.

Assim, as características do esporte podem implicar em condições favoráveis ao desequilíbrio muscular quando analisa-se a relação agonista/antagonista dos músculos motores do joelho, pois Segundo Machado *et al.* (2012), 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.

Na comparação entre o membro dominante e o não dominante, apenas um dos

nove atletas apresentou uma diferença maior do que 10% no pico de torque do grupo muscular extensor na velocidade de 60 graus/s. Quando, analisado o pico de torque do grupo muscular flexor na velocidade de 60 graus/s, notou-se que seis dos nove atletas apresentaram uma diferença maior que 10%.

Segundo a literatura, é considerado normal apresentar uma diferença entre o membro dominante e não dominante de até 10% (FONSECA *et al.*, 2007), acima desse valor há aumento do desequilíbrio muscular e conseqüentemente é maior o risco de lesão.

Já para Terreri, Greve e Amatuzzi (2001), na interpretação dos resultados admite-se que o valor de um grupo muscular sem acometimento pode ser considerado normal, desde que seja igual ou apresente diferença de até 10% comparado ao grupo muscular contralateral e para a realização das atividades esportivas, diferenças de até 20% podem ser aceitas.

5. CONCLUSÃO

Os atletas de TKD apresentaram maior pico de torque e maior pico de torque por peso corporal dos músculos extensores do joelho a 60°/s no lado dominante. Todos os atletas apresentaram o pico de torque do grupo muscular flexor abaixo de 60% do valor de pico de torque do grupo muscular extensor e mais da metade dos atletas apresentaram uma diferença maior que 10% no pico de torque do grupo muscular flexor na velocidade de 60 graus/s no lado não dominante.

Nas limitações do estudo, na comparação de membro dominante com membro não-dominante, a maioria das variáveis apresentaram o tamanho de efeito entre pequeno e médio e baixo poder de análise (5 a 33%). Assim, a ausência de diferença significativa entre membro dominante e o não dominante pode ter sido observada em decorrência do pequeno tamanho da amostra (erro tipo II). Neste sentido, sugere-se a realização de estudos que envolvam um maior número de atletas. Na prática clínica sugere-se que a intervenção por meio de exercícios para aumentar a força muscular do grupo flexor do joelho possa melhorar a relação agonista/antagonista dessa população e minimizar o risco de lesões.

REFERÊNCIAS

- BITTENCOURT, N. F. N. *et al.* Avaliação muscular isocinética da articulação do joelho em atletas das seleções brasileiras infante e juvenil de voleibol masculino. *Rev Bras Med Esporte*, v.11, n.6, p.331-336, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1517-86922005000600005>
- CAMPOS, L. F. C. C. *et al.* Avaliação isocinética em atletas da seleção brasileira de futebol de 5. *Rev Bras Med Esporte* v.21, n.3, p.220-223, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1517-86922015210302121>
- FONSECA, S. T. D. *et al.* Caracterização da performance muscular em atletas profissionais de futebol. *Rev Bras Med Esporte*, v.13, n.3, p.143-147, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1517-86922007000300003>
- KAZEMI, M. *et al.* A profile of olympic taekwondo competitors. *J Sports Sci Med.*, v.5, CSSI, p.114-121, 2006.
- LYSTAD, R. P.; POLLARD, H.; GRAHAM, P. L. Epidemiology of injuries in competition taekwondo: A meta-analysis of observational studies. *J Sci and Med Sport*, v.12, n.6, p.614-621, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2008.09.013>
- LOURENCIN, F. T. C. *et al.* Avaliação dos grupos musculares adutores e abdutores do quadril por meio da dinamometria isocinética. *Acta Fisiatr*, v.19, n.1, p.16-20, 2012. DOI: <https://doi.org/10.5935/0104-7795.20120004>
- MACHADO, S. M. *et al.* Análise biomecânica dos extensores e flexores do joelho por meio do dinamômetro isocinético em praticantes de artes marciais. *Revista Univap*, v.18, n.31, p.5-12, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.18066/revunivap.v18i31.30>
- MACHADO, S. M. *et al.* Estudo comparativo de variáveis isocinéticas do joelho em atletas de taekwondo e kickboxing. *Fit Perf J*, v.8, n.6, p.407-411, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.3900/fpj.8.6.407.p>
- MIRANDA, G. Benefícios do Taekwondo. Educação Física. Secretaria da educação do Paraná, 2010. Disponível em: <http://www.educacaofisica.seed.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=304>. Acesso em: 27/04/2018.
- QUÂN, T. T. O significado do Taekwondo. Federação Brasileira de Taekwondo, 2015. Disponível em: http://www.fbt.org.br/do_det.asp?id=33. Acesso em: 25/04/2018.
- TAMBORINDEGUY, A. C. *et al.* Incidência de lesões e desvios posturais em atletas de taekwondo. *Rev. Bras. Ciênc. Esporte*, v.33, n.4, p.975-990, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-32892011000400012>
- TERRERI, A. S. A. P.; GREVE, J. M. D.; AMATUZZI, M. M. Avaliação isocinética no joelho do atleta. *Rev Bras Med Esporte*, v.7, n.5, p. 170-174, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1517-86922001000200004>

WILK, K. E. *et al.* (2005). REABILITAÇÃO DO OMBRO. In: ANDREWS, J. R.; HARRELSON, G. L.; WILK, K. E. Reabilitação Física das Lesões Desportivas. 3ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.

ZABKA, F. F; VALENTE, H. G.; PACHECO, A. M. Avaliação isocinética dos músculos extensores e flexores de joelho em jogadores de futebol profissional. *Rev Bras Med Esporte*, v.17, n.3, p.189-192, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1517-86922011000300008>.