

Padrão neuromuscular e fisiológico dos atletas olímpicos de judo num exercício de cinco minutos de alta intensidade

Autores

Luís Monteiro ¹

Luís Massuça ¹

luis.monteiro@ulusofona.pt

Resumo

Este estudo visa clarificar o efeito do sexo do atleta sobre a fadiga nos músculos extensores do braço num exercício intermitente de intensidade elevada.

Quarenta e dois atletas olímpicos do judo participaram no estudo (masculinos, n=30; femininos, n=12). Todos os participantes realizaram um teste intermitente de judo - o COPTTEST. O COPTTEST têm a duração de 5 minutos, e o judoca realiza 9 Nage-komis, 9 Uchi-komis, 9 Juji-gatame e quatro repetições de supino com a carga de potência ~ 50% 1RM em cada minuto (T1-T5). A carga da potência no supino foi testada em pesos livres dois dias antes da realização do teste. Durante o COPTTEST foram registados quatro parâmetros: velocidade; força; potência; e taxa de produção de força. A frequência cardíaca também foi registada em cada minuto do teste, e a %FCmáx foi também calculada. No tratamento estatístico utilizou-se a ANOVA de medidas repetidas.

Os resultados mostraram que a variação das diferentes formas de manifestação da força não difere significativamente (1) com a evolução do teste; (2) dos atletas masculinos e femininos; e (3) o efeito do sexo sobre a variação das formas de manifestação da força durante o COPTTEST não foi significativo.

Os resultados do estudo não ajudam a explicar a alteração das regras de arbitragem, da Federação Internacional de Judo, no que respeita à redução do tempo dos combates de Judo feminino (i.e., de 5 minutos para 4 minutos). De facto, a resposta/adaptação neuromuscular dos judocas de sexos diferentes é semelhante no desempenho COPTTEST.

Palavras-chave

Mulher; Fadiga; Judo; Fisiologia e Força

Notas: O trabalho foi realizado na Universidade Lusófona em colaboração com a Federação Portuguesa de Judo, Federação Brasileira de Judo, Federação Francesa de Judo, Federação Tunisina de Judo e Federação Galega de Judo.

¹ Faculdade de Educação Física e Desporto, Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Lisboa, Portugal

INTRODUÇÃO

O Judo é um desporto caracterizado por breves episódios de exercício intermitente de alta intensidade, que exige um elevado desempenho neuromuscular (Góngora-Bonitch et al., 2012). Monteiro et al. (2013) observaram que estes exercícios podem causar episódios de grande fadiga em atletas de judo do sexo masculino. No entanto, há uma lacuna em estudos sobre o efeito do sexo no padrão neuromuscular de um combate de judo.

A literatura refere que, quando se realizam contrações isométricas sustentadas e intermitentes, as mulheres jovens são mais resistentes à fadiga do que os homens (Hunter et al., 2009). Outros autores não encontraram diferenças entre os sexos em situações de contrações dinâmicas, exceto quando a tarefa envolveu os músculos flexores do cotovelo em intensidades de contração intermédias. Nestas situações, a magnitude média da diferença entre os sexos, em todas as intensidades de contrações isométricas, é de ~ 23% (Hunter, 2009).

É evidente que podem existir perfis de fadiga neuromuscular distintos para os diferentes tipos de contração muscular. Kay et al. (2000) concluiu que as ações musculares excêntricas foram, em grande parte, a causa de maior fadiga. O autor refere ainda que, em contrações isométricas e concêntricas, foram exibidos perfis de fadiga neuromuscular diferentes.

A maioria dos estudos da atividade neuromuscular e fadiga têm avaliado contrações isométricas. Porém, as contrações isométricas podem não ser representativos da atividade muscular e de desenvolvimento da fadiga durante a locomoção humana e em atividades específicas como o desporto ou o judo. Além disso, o impacto do sexo do sujeito na fadiga, durante as ações musculares dinâmicas (de moderada e de alta intensidade) não têm sido consistentemente observadas (Clarke et al., 2005; Flanagan et al., 2014; Maughan et al., 1986; Miller et al., 1993).

Assim, este estudo têm como principal objetivo clarificar o efeito do sexo do atleta no padrão de fadiga em ações musculares dinâmicas específicas da modalidade de Judo.

METODOLOGIA

Participantes

Participaram no estudo quarenta e dois atletas olímpicos do judo (masculinos, n = 30; femininos, n = 12). A amostra foi constituída por atletas, das seleções nacionais do Brasil, Espanha, França, Portugal, Tunísia, alguns deles medalhados olímpicos. Todos os atletas que aceitaram participar no estudo, assinaram uma declaração de consentimento. O estudo foi previamente aprovado pela Comissão de Ética e pelo Concelho Científico da Universidade.

Procedimentos e Instrumentos

A avaliação dos atletas realizou-se de abril a junho de 2010 no CAR Jamor, Centro de AR de Tunes e no Centro de AR da Galiza. Todos os participantes realizaram um teste intermitente de judo – COPTTEST (Figura 1). Neste teste com duração de 5 minutos, os participantes realizaram em cada minuto (T1, T2, T3, T4 e T5), 9 Nage-komis, 9 Uchi-komis, 9 Juji-gatame e quatro repetições de supino (SP), com a carga de potência (~50% 1RM). O tempo em cada tarefa foi de 15 s. A carga da potência no SP foi testada com pesos livres, dois dias antes da realização do teste. A frequência cardíaca (FC) dos atletas foi monitorizada, com recurso a monitores cardíacos (Polar® modelo 610i, USA).

Durante o COPTTEST foram registadas, minuto a minuto, cinco medidas: (1) FC (em bpm); (2) velocidade no SP (m/s); (2) força no SP (N); (3) potência no SP (W); e (4) taxa de produção de força (TPF) no SP (N/s). A frequência cardíaca registada em cada um dos minutos foi utilizada para calcular

a intensidade do exercício (%FCmáx, percentagem da frequência cardíaca máxima), tendo como referência a FCmáx predita com recurso à equação proposta por Tanaka et al. (2001) (i.e.; FCmáx: $208 - 0.7 \times \text{idade}$). As 4 variáveis registadas na execução do SP em cada um dos minutos do COPTTEST, foram utilizadas para calcular a variação da velocidade, força, potência e TPF com referência ao minuto 1 (i.e., Delta 1: T1-T2; Delta 2: T1-T3; Delta 3: T1-T4; Delta 4: T1-T5).

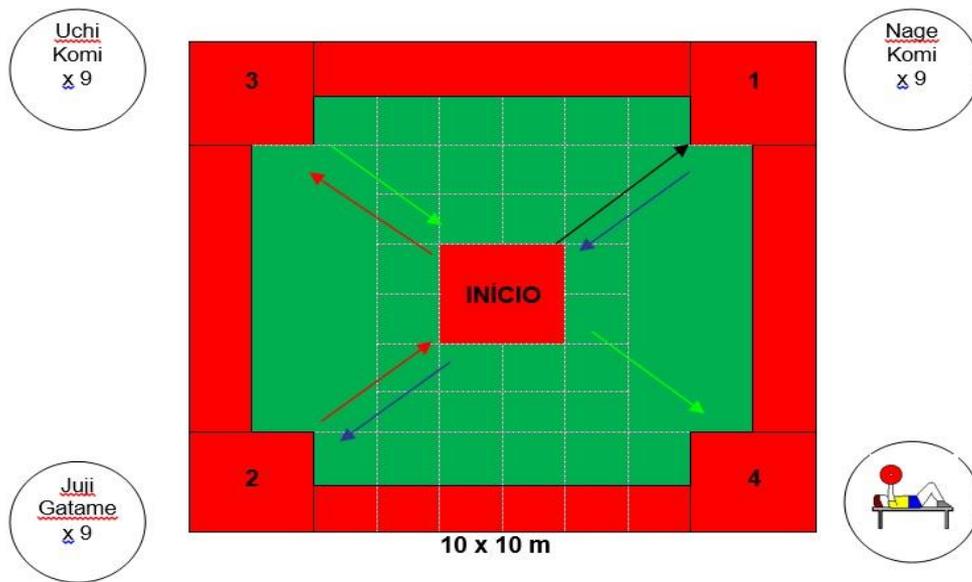


Figura 1. Disposição do tatami de Judo para realização do COPTTEST, tarefas e ordem de realização.

Análise estatística

A significância da diferença no que respeita à %FCmáx em cada um dos minutos do teste foi avaliada com o teste t-Student para amostras independentes. Já a significância do sexo sobre a variação das formas de manifestação de força no COPTTEST foi avaliada com a ANOVA de medições repetidas. A normalidade e a esfericidade da matriz de variância-covariância foram avaliados com o teste de Shapiro-Wilk e com o teste M de Box, respectivamente. Sempre que o pressuposto de esfericidade não se verificou utilizou-se o Épsilon de Greenhouse-Geisser. A análise estatística foi realizada com recurso ao software SPSS (v. 21, SPSS, Inc, Chicago, IL), e o nível de significância estabelecido foi de 0.05.

RESULTADOS

Durante o COPTTEST, o valor médio da %FCmáx aumenta ligeiramente do primeiro (T1) para o último minuto (T5), em ambos os sexos (masculinos: 88% a 94%; femininos: 89% a 95%). Não se observaram diferenças significativas, entre os judocas masculinos e femininos, no que respeita à média da %FCmáx registada em cada um dos quatro momentos considerados no estudo. Os resultados são apresentados graficamente na figura 2.

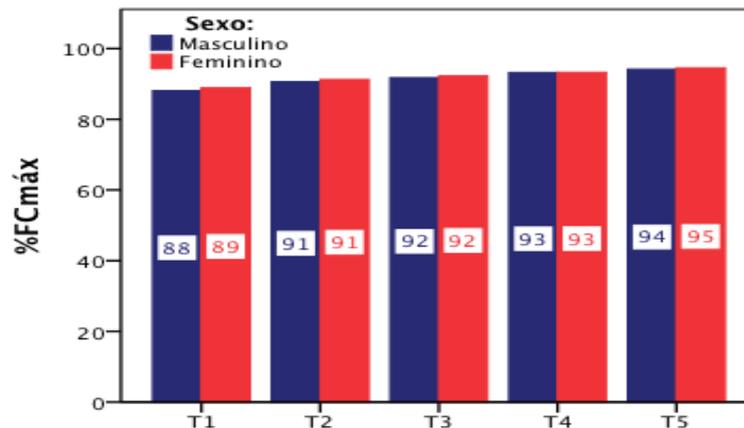


Figura 2. Representação das médias das percentagens da frequência cardíaca máxima predita (Tanaka et al., 2001), em cada um dos minutos de execução do COPTEST, dos judocas Olímpicos de ambos os sexos.

A variação das diferentes formas de manifestação da força não difere significativamente (1) com a evolução do teste (Força: $F(1,40)=3.069$, $p=0.087$; Velocidade: $F(1,40)=0.015$, $p=0.903$; Potência: $F(1,40)=0.088$, $p=0.768$; TPF: $F(1,40)=0.342$, $p=0.562$), e (2) dos atletas masculinos e femininos (Força: $F(3,120)=1.324$, $p=0.270$; Velocidade: $F(3,120)=2.888$, $p=0.058$; Potência: $F(3,120)=2.625$, $p=0.078$; TPF: $F(3,120)=1.100$, $p=0.343$). Também se observou que o efeito do sexo sobre a variação das formas de manifestação da força durante o COPTEST não foi significativo (Força: $F(3,120)=0.659$, $p=0.547$; Velocidade: $F(3,120)=1.294$, $p=0.280$; Potência: $F(3,120)=0.123$, $p=0.887$; TPF: $F(3,120)=0.177$, $p=0.863$). Os resultados são apresentados graficamente na Figura 3.

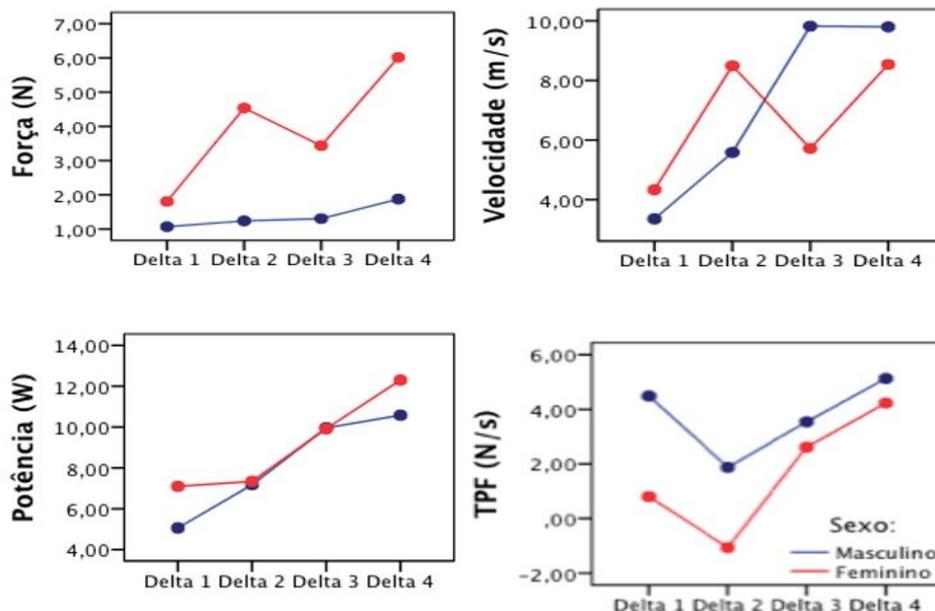


Figura 3. Evolução da variação das formas de manifestação de força (valores médios), dos judocas Olímpicos do sexo feminino e masculino, durante o COPTEST.

DISCUSSÃO

Recorda-se que este estudo visa clarificar o efeito do sexo do atleta sobre a fadiga nos músculos extensores do braço num exercício intermitente de intensidade elevada.

Num estudo recente, de Flanagan et al. (2014), não foram encontradas diferenças no padrão de fadiga entre sexos (1) nas ações musculares, (2) na FC e (3) na percepção subjetiva de esforço, em braços no exercício de supino e em pernas no *Squat* (agachamento). Adicionalmente, os autores enfatizam a importância da individualização. Por outras palavras, o sexo do atleta, o passado histórico de treino, o exercício, a carga e a ação muscular, podem afetar o número de repetições que podem ser realizadas. Homens treinados realizaram mais repetições quando o ciclo de estiramento-encurtamento estava presente, e menos repetições ao realizar unicamente uma ação excêntrica (ECC) ou concêntrica (CON). Contudo, parece que este efeito não é evidente em todos os movimentos (Flanagan et al., 2014). De facto, alguns autores referem que o perfil de fadiga neuromuscular pode ser diferente, de acordo com a atividade muscular isométrica, concêntrica e excêntrica (Cannon et al., 2007; Flanagan et al., 2014). Durante contrações submáximas, é possível aumentar a frequência de ativação e recrutamento de um maior número de unidades motoras para neutralizar qualquer redução da produção de força nas fibras musculares recrutadas (Cannon et al., 2007; Enoka et al., 2008; Hunter & Enoka, 2001). Em contraste com estudos realizados em ações musculares de contrações isométricas, os resultados nervosos durante as contrações concêntricas foi mantida ou aumentada, enquanto a produção de força diminuiu. Isto sugere que a função do sistema nervoso periférico é mantida durante as ações musculares (Taylor et al., 2003). Contudo, não é claro o mecanismo pelo qual a atividade concêntrica leva a diferentes padrões de ativação neural em relação à atividade isométrica.

Segundo Hunter et al. (2014), os homens e mulheres com níveis de força semelhante apresentaram níveis semelhantes de fadiga muscular ao realizar uma contração isométrica submáxima com os músculos flexores do cotovelo (mesmo quando, para realizar a tarefa, usaram diferentes estratégias de ativação muscular). Segundo a literatura, os aumentos de frequência cardíaca, e percepção subjetiva de esforço durante contrações musculares até à fadiga, foram semelhantes em homens e mulheres (Flanagan et al., 2014; Hunter et al., 2004), o que também é observado neste estudo com judocas olímpicos.

As mulheres apresentaram um tempo de resistência mais longo do que os homens durante a tarefa isométrica (146.0 ± 10.9 s vs 105.4 ± 7.9 s). Contudo, não se observaram diferenças no desempenho de resistência durante o exercício isotónico (24.3 ± 3.4 vs 24.0 ± 2.8 repetições). O referido sugere que as diferenças do sexo do atleta na fadiga muscular são influenciados pelo tipo e frequência de contração muscular e mudanças no sinal EMG, mas não por alterações nos padrões de ativação (Braun et al., 2001).

A razão para a inexistência de diferença entre atletas de sexos diferentes, no que respeita à fadiga muscular durante contrações dinâmicas, pode estar relacionada com a necessidade de homem manter uma determinada carga de potência durante as contrações concêntricas (maior que a carga da potência das mulheres). De facto, as mulheres não realizam a mesma velocidade com uma carga idêntica à do homem, pois têm uma maior área proporcional de fibras musculares do tipo I, e os seus músculos possuem uma reduzida velocidade máxima de contração em comparação com os homens (Hunter, 2009). Destaca-se assim que, os requisitos para tarefas de velocidade podem influenciar a capacidade de manter uma dada carga, de forma diferente em homens e mulheres, apesar de não existir uma causa global para a diferença sexual na fadiga muscular.

Apesar de ser expectável a existência de diferenças na força absoluta entre os judocas e as judocas participantes neste estudo, esta não explica as semelhanças verificadas na fadiga muscular entre ambos os sexos na velocidade, potência, força e taxa de produção de força.

Por último, importa destacar que a natureza e o número dos participantes (n=42), todos eles atletas olímpicos de judo, em complemento com os resultados desta investigação, são aspectos que reforçam a necessidade de considerar as ações musculares na prescrição de treino com cargas e o efeito da fadiga em relação ao género.

A fadiga muscular é necessária para uma eficaz adaptação neuromuscular durante o treino e mesmo na reabilitação. O desafio para futuros estudos é identificar as tarefas que limitam o desempenho funcional em tarefas de relevante fadiga em homens e mulheres de forma diferente. Um desafio ainda maior é entender os ajustes fisiológicos que limitam a velocidade que causam a diferença sexual para uma tarefa ou carga específica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O COPTTEST (1) é um teste de esforço de intensidade máxima, com %FC próximo dos 90 a 100%, e (2) parece ser um instrumento válido para avaliar a fadiga e adaptação a esforços de intensidade elevada em judocas Olímpicos masculinos e femininos.

Foi ainda possível observar que o padrão de fadiga em judocas masculinos e femininos é semelhante em esforços específicos de judo de alta intensidade, i.e., o sexo não diferencia a fadiga em judocas. Assim, destaca-se que os resultados do estudo não ajudam a explicar a alteração das regras de arbitragem, da Federação Internacional de Judo, no que respeita à redução do tempo dos combates de Judo feminino (i.e., de 5 minutos para 4 minutos).

REFERÊNCIAS

1. Barnes, W.S. (1980). The relationship between maximum isometric strength and intramuscular circulatory occlusion. *Ergonomic*, 23, 351-357.
2. Braun, B., Horton, T. (2001). Endocrine regulation of exercise substrate utilization in women compared to men. *Exerc Sport Sci Rev*, 29, 149-154.
3. Cannon, J., Kay, D., Kyle, M. (2007). Comparative effects of resistance training on peak isometric torque, muscle hypertrophy, voluntary activation and surface EMG between young and elderly women. *Clin Physiol and Funct Imag*, 27, 2, 91-100.
4. Clarke, B.C., Collier, S.R., Manini, T.M., Ploutz-Snyder, L.L. (2005). Sex differences in muscle fatigability and activation patterns of human quadriceps femoris. *Eur J Appl Physiol*, 94, 196-206.
5. Enoka, R.M., Duchateau, J. (2008). Muscle fatigue: what, why and how it influences muscle function. *J Physiol*, 586, 11-23.
6. Fatigue. *Exerc Sport Sci Rev*, 37, 3, 113-122.
7. Flanagan, S.D., Mills, M.D., Sterczala, A.J., Mala, J., Comstock, B.A., Szivak, T.K., DuPont, W.H., Looney, D.P., McDermott, D.M., Hooper, D.R., White, M.T., Dunn-Lewis, C., Volek, J.S., Maresh, C.M., Kraemer, W.J. (2014). The relationship between muscle action and repetition maximum on the squat and bench press in men and women. *J Strength Cond Res*, 28, 9, 2437-2442.
8. Góngora-Bonitch, J., Dominguéz-Bonitch, J., Paulino, P., Feliche, B. (2012). The Effect of Lactate Concentration on the Handgrip Strength during Judo Bouts. *J Strength Cond Res*, 26, 7, 1863-1871.
9. Hunter, K., Enoka, R.M. (2001). Sex differences in the fatigability of arm muscles depends on absolute force during isometric contractions. *J Appl Physiol*, 91, 2686-2694.
10. Hunter, S.K. (2009). Sex Differences and Mechanisms of Task-Specific Muscle.
11. Hunter, S.K., Critchlow, A., Shin, I.S., Enoka, R.M. (2004a). Fatigability of the elbow flexor muscles for a sustained submaximal contraction is similar in men and women matched for strength. *J Appl Physiol*, 96, 195-202.

12. Hunter, S.K., Critchlow, A., Shin, I.S., Enoka, R.M. (2004b). Men are more fatigable than strength-matched women when performing intermittent submaximal contractions. *J Appl Physiol*, 96, 2125–2132.
13. Maughan, R.J., Harmon, M., Leiper, J.B., Sale, D., Delman, A. (1986). Endurance capacity of untrained males and females in isometric and dynamic muscular contractions. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 55, 395–400.
14. Miller, A.E., MacDougall, J.D., Tarnopolsky, M.A., Sale, D.G. (1993). Gender differences in strength & muscle fiber characteristics. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 66, 254–262.
15. Monteiro, L., Massuça, L., Garcia-Garcia, J.M., Carratalá, V., Calvo-Rico, B. (2013). *Effect of fatigue on strength performance*. In 4th European Science Symposium – 27 April 2013, Budapest, Hungary.
16. Tanaka, H., Monahan, K.D., Seals, D.R. (2001). Age-predicted maximal heart rate revisited. *J Am Coll Cardiol*, 37(1), 153-156.
17. Taylor, A.M., Christou, E.A., Enoka, R.M. (2003). Multiple features of motor-unit activity influence force fluctuations during isometric contractions. *J Neurophysiol*, 90, 1350–1361.