

# Efeito do intervalo de recuperação entre séries de extensões isocinéticas de joelho em homens jovens destreinados

Effect of recovery interval between sets of isokinetic knee extensions among untrained young men

Celes R<sup>1</sup>, Bottaro M<sup>1</sup>, Veloso J<sup>1</sup>, Ernesto C<sup>2</sup>, Brown LE<sup>3</sup>

## Resumo

**Objetivo:** Avaliar o efeito de dois diferentes Intervalos de Recuperação (IR) entre séries de extensões isocinéticas de joelho no Pico de Torque (PT) e no Trabalho Total (TT) em jovens destreinados. **Métodos:** Dezoito homens (24,22±2,58 anos; 80,42±11,41 kg) realizaram três séries de 10 extensões isocinéticas com o joelho direito a 60° e 180°/s. O IR entre as séries foram de 1 e 2 minutos, contrabalanceados entre os dois dias de teste, separados por, no mínimo, 48 horas. A taxa de trabalho-recuperação foi de 1:3 e 1:6 para 60°/s e 1:6 e 1:12 para 180°/s. Os voluntários não participavam de programas de treinamento resistido há pelo menos 6 meses. A análise estatística foi a ANOVA de medidas repetidas 2 x 3 [IR (1 e 2 minutos) x série (1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup>)]. O nível de significância foi  $\alpha < 0,05$ . **Resultados:** Tanto 1 como 2 minutos não conseguiram manter o PT e o TT ao longo das três séries ( $p < 0,05$ ). Porém, a 60°/s, 2 minutos de IR possibilitaram um melhor PT e TT na segunda e na terceira série que 1 minuto ( $p < 0,05$ ). Já a 180°/s, 2 minutos só foi superior ( $p < 0,05$ ) a 1 minuto na terceira série para o TT. **Conclusão:** O estudo indicou que durante um protocolo de treinamento isocinético, homens jovens necessitam mais de 2 minutos para recuperar totalmente o PT a 60°/s, e totalmente o TT a 60° e 180°/s. Entretanto, uma melhor recuperação do PT pode ser alcançada com uma taxa de trabalho-recuperação de 1:12 a 180°/s.

Artigo registrado no Clinical Trials.gov sob o número NDT00673998.

**Palavras-chave:** torque; fadiga muscular; músculo quadríceps; extensão de joelho.

## Abstract

**Objective:** To assess the effect of two recovery intervals (RIs) between sets of isokinetic knee extension exercises on peak torque (PT) and total work (TW), among untrained young men. **Methods:** Eighteen men (24.22±2.58 years; 80.42±11.41 kg) performed three sets of ten isokinetic extensions of the right knee, at 60° and 180°/s. The RIs between the sets were one and two minutes long, spread over two test days separated by a minimum of 48 hours. The work-to-recovery ratio was 1:3 and 1:6 for 60°/s, and 1:6 and 1:12 for 180°/s. The subjects had not participated in any resistance training programs within the last six months. The statistical analysis consisted of 2 x 3 repeated-measures ANOVA [RI (one or two minutes) x set (1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup> or 3<sup>rd</sup>)]. The significance level was  $\alpha < 0.05$ . **Results:** Neither one minute nor two minutes RIs maintained the PT and TW throughout the three sets ( $p < 0.05$ ). However, at 60°/s, two minutes RIs enabled better PT and TW in the second and third sets than one minute RIs ( $p < 0.05$ ). At 180°/s, two minutes RIs were only better ( $p < 0.05$ ) than one minute RIs for TW in the third set. **Conclusion:** This study indicated that, during an isokinetic training protocol, young men require more than two minutes of RI for full PT recovery at 60°/s and full TW recovery at 60°/s and 180°/s. However, better PT recovery can be attained with a 1:12 work-to-recovery ratio at 180°/s.

Article registered in the Clinical Trials.gov under the number NDT00673998.

**Key words:** torque; muscle fatigue; quadriceps muscle; knee extension.

Recebido: 31/07/2008 – Revisado: 25/11/2008 – Aceito: 10/03/2009

<sup>1</sup> Faculdade de Educação Física, Universidade de Brasília (UnB), Brasília (DF), Brasil

<sup>2</sup> Faculdade de Educação Física, Universidade Católica de Brasília (UCB), Brasília (DF), Brasil

<sup>3</sup> Department of Kinesiology, California State University Fullerton, Fullerton (CA), USA

Correspondência para: Rodrigo Celes, SQN 411, BL. "M" - apto 104, CEP 70866-130, Brasília (DF), Brasil, e-mail: rodrigocelles@terra.com.br

## Introdução

A força muscular é reconhecida na comunidade científica como uma aptidão física necessária para a manutenção da saúde, da habilidade funcional e da qualidade de vida<sup>1</sup>. O treinamento de força, também conhecido como treinamento com pesos ou treinamento contra resistência ou exercício resistido (ER), tornou-se uma das formas mais conhecidas de exercício. O ER vem sendo muito utilizado na reabilitação<sup>2,3</sup> e na melhoria da força muscular e das aptidões físicas de crianças, adultos e idosos<sup>4-6</sup>.

A utilização de séries múltiplas durante uma sessão de ER tem se mostrado superior ao uso de séries simples para potencializar o ganho de força e massa muscular<sup>7</sup>. Entretanto, a superioridade das séries múltiplas se deve à possibilidade de manter um determinado volume de trabalho por várias séries<sup>8</sup>. Nesse sentido, o intervalo de recuperação entre as séries (IR) pode ser um fator determinante para se manter o volume da sessão de treino ou reabilitação<sup>2</sup>.

Tradicionalmente, o American College of Sports Medicine (ACSM)<sup>1</sup> recomenda um programa de treinamento com a realização de séries múltiplas e IR entre 1 e 2 minutos para indivíduos iniciantes e intermediários no ER. Entretanto, não há consenso na literatura de que um IR de 1 ou 2 minutos seja adequado para manutenção do volume durante a realização de séries múltiplas em indivíduos sem ou com pouca experiência no ER. Contrastando com as recomendações do ACSM<sup>1</sup>, Rahimi<sup>9</sup> e Willardson e Burkett<sup>10</sup> verificaram a superioridade de 5 minutos de IR em relação a 1 minuto para se manter um volume durante séries de agachamento com indivíduos treinados. Kraemer<sup>11</sup> averiguou que 3 minutos de IR possibilitaram a manutenção do volume de treino no exercício de *leg press* em sujeitos com experiência no ER. Nos três estudos citados anteriormente, a utilização de 1 minuto de IR não possibilitou a manutenção do volume de treino nos exercícios considerados.

Willardson<sup>2</sup> ressalta que a escolha do IR depende não só dos objetivos do treino mas também de outras variáveis, como: tipo de ação muscular (i.e. isotônica, isométrica ou isocinética), composição das fibras musculares, cargas utilizadas, número de repetições e experiência do praticante. Nesse sentido, alguns estudos têm utilizado o aparelho isocinético para avaliar o efeito do IR na função muscular, porém a maioria desses estudos utilizou um protocolo de avaliação da força muscular (i.e. 2 séries de 3 a 4 repetições)<sup>12,13</sup>. Poucos estudos têm considerado o efeito do IR em um protocolo de treinamento com uso do dinamômetro isocinético em indivíduos sem experiência no ER<sup>14,15</sup>. Portanto, este estudo teve como objetivo investigar o efeito de dois IRs entre séries de exercício isocinético para membros inferiores no pico de torque (PT) e no trabalho total (TT) em homens jovens destreinados.

## Materiais e Métodos

### Amostra

Participaram do estudo 18 voluntários (24,22±2,58 anos; 175,6±5,12 cm; 80,42±11,41 kg) sem treinamento com exercício resistido há pelo menos 6 meses. Foram excluídos da amostra os indivíduos que apresentassem doenças crônicas (diabetes, doenças cardiovasculares e hipertensão), alterações de parâmetros neuromusculares (como contusões) que pudessem comprometer o estudo. Também foram excluídos os indivíduos que estavam tomando medicamentos que pudessem afetar a função muscular. Todos os indivíduos assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido, e o presente projeto de estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília - UnB (protocolo 148/2007).

### Avaliação isocinética

O PT e o TT foram mensurados pelo Dinamômetro Isocinético Biodex System III (Biodex Medical, Inc., Shirley, NY). Pelo fato de alguns estudos demonstrarem que o ganho de força é velocidade específica, a velocidade de movimento foi ajustada para 60°/s e 180°/s<sup>16,17</sup>.

Os sujeitos foram posicionados de forma confortável na cadeira do dinamômetro e fixados por cintos de segurança no tronco, pélvis e coxa, a fim de minimizar movimentos corpóreos extras que pudessem comprometer o PT<sup>18</sup>. O epicôndilo lateral do fêmur foi usado como um marcador para alinhar o eixo de rotação do joelho e o eixo de rotação do aparelho, permitindo um movimento livre e confortável de flexão e extensão do joelho de uma posição de 90° de flexão até a extensão terminal. Com o posicionamento do sujeito na cadeira, as seguintes medidas foram anotadas: altura da cadeira, inclinação do encosto, altura do dinamômetro e comprimento do braço de resistência. Essas medidas foram gravadas para padronizar a posição de teste de cada sujeito, individualmente. A correção da gravidade foi obtida medindo-se o torque exercido pelo braço de resistência e a perna do avaliado (relaxada) na posição de extensão terminal. Os valores das variáveis isocinéticas foram automaticamente ajustados para gravidade pelo programa Biodex Advantage Software.

A calibração do dinamômetro Biodex foi realizada de acordo com as especificações contidas no manual do fabricante. Com o intuito de reduzir o efeito da desaceleração do membro na repetição seguinte, a regulagem do movimento do braço de resistência no final da amplitude foi regulada para o menor nível *Hard* durante o procedimento de teste<sup>19</sup>. Na realização do teste, foi pedido aos voluntários que cruzassem seus braços à frente

do tórax<sup>20</sup>. Além disso, foi dado um encorajamento verbal e um *feedback* visual pelo monitor do computador do dinamômetro na tentativa de se alcançar o nível de esforço máximo<sup>21-23</sup>. O procedimento de teste foi realizado pelo mesmo investigador para todos os sujeitos.

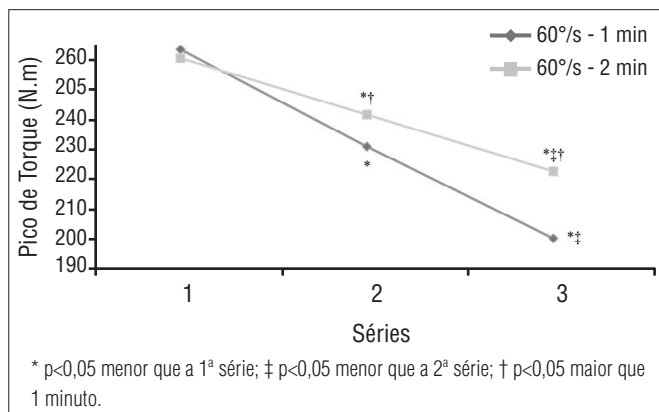
## Procedimento experimental

Os voluntários realizaram três séries de 10 repetições, nas velocidades de 60°/s e 180°/s, subsequente à realização de 2-3 repetições submáximas e 2-3 repetições máximas com o membro direito, como forma de preparação para o teste. Os testes foram realizados na ordem crescente em relação à velocidade, e 10 minutos de intervalo separaram os testes nas distintas velocidades. O membro direito foi utilizado para padronização do teste, uma vez que estudos anteriores não encontraram diferença nas variáveis isocinéticas entre os membros inferiores, dominante e não dominante<sup>24</sup>. O intervalo entre os dias de teste dos diferentes IRs foi de, no mínimo, 48 horas. Com o objetivo de seguir as recomendações do ACSM<sup>1</sup> para treinamento de força e potência, foram utilizados os IRs de 1 e 2 minutos e as velocidades de 60°/s e 180°/s. Portanto, a taxa de trabalho-descanso gerada foi de 1:3

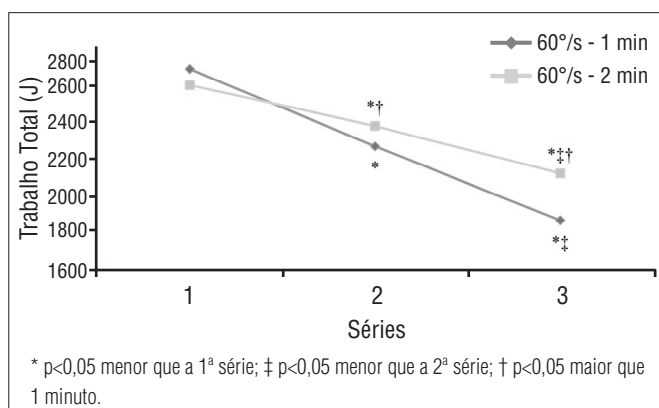
e 1:6 para 60°/s e de 1:6 e 1:12 para 180°/s. Com o objetivo de contrabalançar a ordem dos protocolos experimentais, os participantes foram divididos aleatoriamente em dois grupos. Após a divisão, os sujeitos do grupo 1 realizaram o IR de 1 minuto no primeiro encontro e de 2 minutos no segundo encontro. O grupo 2 realizou os IRs na ordem inversa do grupo 1.

## Análise dos dados

A estatística descritiva foi dada pela média e desvio-padrão. A normalidade dos dados foi avaliada pelo teste de normalidade Smirnov-Kolmogorov. O poder estatístico (poder retrospectivo) do presente estudo foi estabelecido em 0,8 ( $\beta=0,2$ ) tanto para PT como para TT. Após o cálculo estimado do tamanho do efeito, foi observado que um mínimo de 12 indivíduos seria necessário para evitar o erro tipo II no PT e 14 indivíduos, no TT. Para a avaliação do tempo de recuperação nas variáveis dependentes, isocinéticas, foi utilizada a análise de variância (ANOVA) fatorial de medidas repetidas 2 X 3 [tempo de recuperação (1 e 2 minutos) X série (1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup>)]. Como processo *post hoc*, foi utilizada a comparação múltipla com correção do intervalo de confiança pelo método Least-significant difference (LSD). Os dados foram analisados em um computador pessoal com o programa estatístico Statistical Package for the Social Sciences – SPSS (versão 13,0). Um nível de significância de 0,05 foi estabelecido para todas as avaliações.



**Figura 1.** Comportamento do pico de torque (PT) na velocidade 60°/s.



**Figura 2.** Comportamento do trabalho total (TT) na velocidade 60°/s.

## Resultados

Na velocidade de 60°/s, houve uma redução significativa do PT (Figura 1) ao longo das três séries, independente do IR utilizado. Contudo, quando comparados os IR, os PT na segunda ( $p=0,025$ ) e na terceira ( $p=0,000$ ) série do protocolo de 2 minutos foram maiores do que os das séries do protocolo de 1 minuto.

O mesmo ocorreu com o TT na velocidade de 60°/s, uma queda ao longo das três séries, independente do IR (Figura 2). O IR de 2 minutos permitiu um maior valor do TT na segunda e na terceira série quando comparado com o IR de 1 minuto ( $p=0,004$  e  $p=0,000$ , respectivamente).

Na velocidade de 180°/s, ocorreu uma queda do PT ao longo das três séries (Figura 3). Porém, uma diferença significativa ( $p=0,002$ ) só foi observada entre a 1<sup>a</sup> e a 3<sup>a</sup> série com IR de 2 minutos. Já com IR de 1 minuto, uma queda significativa do PT é observada entre a 1<sup>a</sup> e a 2<sup>a</sup> série, entre a 1<sup>a</sup> e a 3<sup>a</sup> série e entre a 2<sup>a</sup> e a 3<sup>a</sup> série ( $p=0,019$ ,  $p=0,001$  e  $p=0,025$ , respectivamente). Todavia, não há diferenças significativas ( $p\leq 0,05$ ) do PT nas respectivas séries quando comparado IR de 1 minuto com o de 2 minutos.

O comportamento do TT a 180°/s foi semelhante à velocidade de 60°/s (i.e., quedas significativas ( $p\leq 0,05$ ) ao longo das

três séries) (Figura 4). No entanto, uma diferença significativa ( $p=0,014$ ) só ocorreu entre a 3ª série quando comparados os IR (1 e 2 minutos).

Independente da variável (PT ou TT), 2 minutos de IR permitiram uma melhor manutenção das mesmas ao longo das três séries de 1 minuto (Tabela 1).

## Discussão

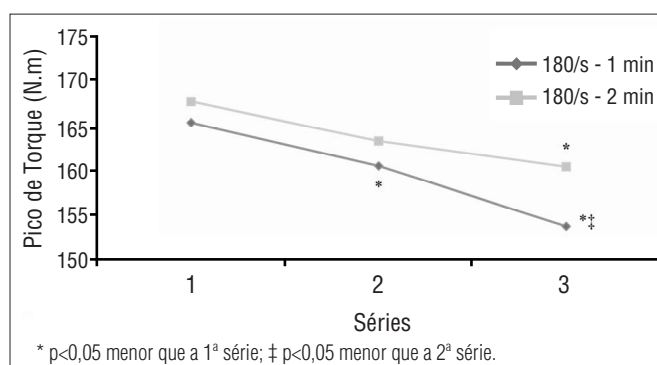
O objetivo do presente estudo foi o de comparar o efeito de dois IRs (1 e 2 minutos) durante exercícios de membros inferiores no PT e no TT em homens destreinados. A escolha do protocolo de exercícios (i.e., n° de séries, n° de repetições e IR) está de acordo com as recomendações do ACSM<sup>1</sup> para indivíduos iniciantes.

O principal achado foi que 2 minutos de IR é superior a 1 minuto por possibilitar uma melhor manutenção do PT e do TT ao longo das três séries de 10 contrações isocinéticas do joelho em homens destreinados. Contudo, é importante ressaltar que tanto 1 como 2 minutos não possibilitaram uma completa recuperação das variáveis ao longo das três séries.

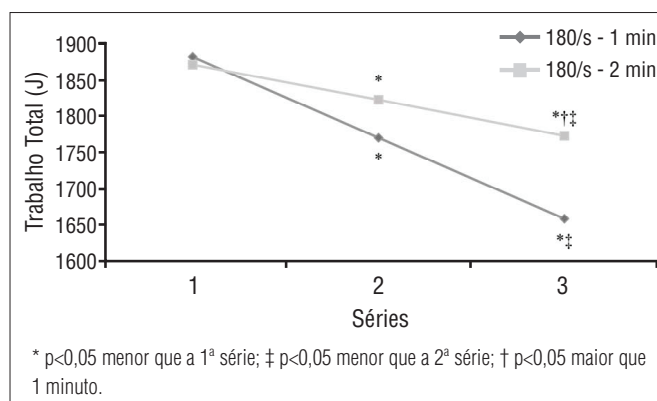
Segundo Willardson<sup>2</sup>, o IR deve propiciar uma suficiente recuperação das fontes de energia (adenosina trifosfato [ATP] e fosfotrotocreatina [CP]), possibilitar a remoção dos subprodutos da contração muscular que levam à fadiga (i.e, íons de H<sup>+</sup>) e restabelecer a força muscular. Geralmente IR muito curto, como o utilizado no presente estudo, é acompanhado de um considerável desconforto muscular devido à oclusão do fluxo sanguíneo, produção de lactato, depleção das fontes energéticas e queda na produção de força durante o exercício<sup>25</sup>.

A importância do IR é que o desempenho nas séries subsequentes está diretamente relacionado ao tempo de descanso entre as séries<sup>26</sup>. O IR deve ser manipulado não apenas para possibilitar a recuperação muscular, mas também para possibilitar adaptações específicas. Larson e Potteiger<sup>25</sup> e Woods et al.<sup>27</sup> pontuam que um pequeno tempo de recuperação entre as séries proporciona um decréscimo na produção de força e é mais utilizado para desenvolver hipertrofia por não possibilitar uma completa recuperação da força muscular entre as séries de exercício. Por sua vez, um grande tempo entre as séries permite um maior restabelecimento das vias energéticas e é mais indicado para o desenvolvimento da força muscular. Esses achados estão em conformidade com o do estudo, pois o maior IR (2 minutos) possibilitou uma melhor recuperação da força muscular que o IR de 1 minuto.

Rhea, Alvar e Burkett<sup>7</sup> ressaltam que a utilização de séries múltiplas é superior à série simples para potencializar o ganho de força e massa muscular por permitir um maior volume de treino. Contudo, um maior volume só é possível se o IR entre as



**Figura 3.** Comportamento do pico de torque (PT) na velocidade 180°/s.



**Figura 4.** Comportamento do Trabalho Total (TT) na velocidade 180°/s.

**Tabela 1.** Diferença percentual do PT e do TT entre a 3ª e a 1ª série.

	PT		TT	
	1 minuto	2 minutos	1 minuto	2 minutos
60°/s	-24,9%	-14,4%	-30,8%	-18,6%
180°/s	-7,3%	-4%	-12%	-5,3%

PT=pico de torque; TT=trabalho total.

séries for suficiente para se restaurar a força muscular. Como demonstrado no presente estudo, um maior trabalho só é possível com um IR mais longo. Entretanto, estudos experimentais que manipularam o IR entre as séries para observar as adaptações crônicas no ganho de força muscular apresentam resultados controversos. Alguns estudos verificaram que um maior IR possibilitou um maior volume e conseqüentemente um maior ganho de força muscular<sup>8,14,28</sup>. Entretanto, Garcia-Lopez et al.<sup>29</sup> observaram que 4 minutos de IR possibilitaram um volume de treino 30% superior ao volume obtido com IR de 1 minuto, sem, contudo, haver diferenças significativas no ganho de força muscular entre os dois IRs. Em um recente estudo, os autores concluíram que grandes aumentos da força muscular de membros inferiores podem ser conseguidos com, no mínimo, 2 minutos de IR, e que um pequeno ganho adicional pode ser obtido com um IR de 4 minutos entre as séries<sup>30</sup>.

Na tentativa de melhor compreender os efeitos do IR na recuperação da força muscular, Pincivero, Lephart e Karunakara<sup>15</sup> demonstraram uma redução significativa do PT e do TT quando um IR de 40 segundos foi utilizado em quatro séries de 10 repetições concêntricas de quadríceps e isquiotibiais a 90°/s em 15 jovens (8 homens e 7 mulheres) destreinados. Entretanto, quando um IR de 160 segundos foi utilizado, os autores não verificaram uma redução significativa nas variáveis consideradas. Como conclusão, os autores reportam que um IR de 160 segundos a 90°/s, ou seja, uma relação entre trabalho e recuperação de 1:8 é suficiente para permitir uma recuperação da força muscular, independente da velocidade utilizada. Contudo, esse resultado é contraditório em relação ao do presente estudo, uma vez que uma maior taxa de trabalho e recuperação (1:12 - IR de 2 minutos a 180°/s) não permitiu uma manutenção da força muscular ao longo de três séries de 10 repetições.

Talvez os diferentes achados se devam ao fato de que Pincivero, Lephart e Karunakara<sup>15</sup> utilizaram dois grupos independentes com uma amostra heterogênea de homens e mulheres no mesmo grupo. Isso pode ser observado na diferença entre as médias iniciais do PT do quadríceps entre os grupos 1 (~180 Nm) e 2 (~157 Nm) do estudo de Pincivero, Lephart e Karunakara<sup>15</sup>. Além disso, vários estudos demonstraram que o gênero feminino é mais resistente à fadiga que o masculino<sup>31,32</sup>. Ainda, a média do PT e do TT gerada pelos sujeitos do estudo de Pincivero, Lephart e Karunakara<sup>15</sup> (~180 Nm e ~1580 J, respectivamente) foram bastante inferiores à média do PT e do TT do presente estudo (~260 Nm e ~2600 J, respectivamente). Estudos demonstraram que indivíduos que têm maior capacidade de produzir força muscular podem desenvolver maiores níveis de fadiga. Isso pode ser explicado pelo fato de homens mais fortes produzirem maior pressão intramuscular, maior oclusão vascular, maior acúmulo de metabólitos, diminuição do fornecimento de oxigênio para o músculo e falha precoce durante uma tarefa de contração prolongada<sup>31,32</sup>.

Touey, Sforzo e McManis<sup>33</sup> também avaliaram o efeito de quatro IRs (30, 60, 120 e 240 segundos) durante quatro séries

de 10 contrações isocinéticas de quadríceps e isquiotibiais no PT e no TT a 60°/s e 180°/s em 28 homens (idade média de 20,3 anos). A 60°/s, os resultados demonstraram que o PT e o TT foram menores durante 30 e 60 segundos que a 120 e 240 segundos de IR. Entretanto, o TT a 60°/s foi maior com IR de 60 segundos que 30 segundos nas séries 3 e 4, tendo o TT caído aproximadamente 34% entre a 1ª e a 4ª série com IR de 30 segundos. A 180°/s não há dados sobre o PT e o TT do quadríceps. Contudo, para os isquiotibiais, PT e TT foram menores a 30 segundos de intervalo que a 120 e 240 segundos. Porém, a performance com 60 segundos de recuperação foi equivalente a 120 segundos, mas inferior a 240 segundos. Como conclusão, os autores reportaram que um IR de 2 minutos (120 segundos) é suficiente para otimizar a performance muscular. Esses resultados estão em conformidade com o do presente estudo, em que um IR de 2 minutos foi superior a um de 1 minuto na manutenção do PT e do TT.

O estudo demonstrou a importância do IR para se evitar a fadiga muscular excessiva durante a realização de ER, sendo que quanto maior a produção de força muscular, maior será a fadiga; com isso, a necessidade de se utilizar IR mais longos (i.e. maior que 2 minutos) se faz necessária para se evitar a fadiga excessiva. Tal achado também pode ser aplicado aos exercícios tradicionais (isotônicos e isométricos) a fim de proporcionar a intervenção de fisioterapeutas e educadores físicos que utilizam o ER na prescrição de treinamento ou reabilitação da força muscular.

## Conclusões : : : .

De acordo com os resultados, o IR de 2 minutos possibilita uma melhor recuperação do PT e do TT do que o de 1 minuto. Contudo, uma completa recuperação da força muscular parece não ser alcançada com um IR de 2 minutos em protocolos e em populações semelhantes à do presente estudo.

## Referências bibliográficas : : : .

1. American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(3):687-708.
2. Willardson JM. A brief review: factors affecting the length of the rest interval between resistance exercise sets. *J Strength Cond Res.* 2006;20(4):978-84.
3. Jan MH, Lin JJ, Liao JJ, Lin YF, Lin DH. Investigation of clinical effects of high- and low-resistance training for patients with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. *Phys Ther.* 2008;88(4):427-36.
4. Norrbrand L, Fluckey JD, Pozzo M, Tesch PA. Resistance training using eccentric overload induces early adaptations in skeletal muscle size. *Eur J Appl Physiol.* 2008;102(3):271-81.
5. Behm DG, Faigenbaum AD, Falk B, Klentrou P. Canadian society for exercise physiology position paper: resistance training in children and adolescents. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2008;33(3):547-61.
6. Inaba Y, Obuchi S, Arai T, Satake K, Takahira N. The long-term effects of progressive resistance training on health-related quality in older adults. *J Physiol Anthropol.* 2008;27(2):57-61.

7. Rhea MR, Alvar BA, Burkett LN. Single versus multiple sets for strength: a meta-analysis to address the controversy. *Res Q Exerc Sport*. 2002;73(4):485-8.
8. Robinson JM, Stone MH, Johnson RL, Penland CM, Warren BJ, Lewis RD. Effects of different weight training exercise/rest interval on strength, power and high intensity exercise endurance. *J Strength Cond Res*. 1995;9(4):216-21.
9. Rahimi R. Effect of different rest intervals on the exercise volume completed during squat bouts. *Journal of Sports Science and Medicine*. 2005;4(4):361-6.
10. Willardson JM, Burkett LN. A comparison of 3 different rest intervals on the exercise volume completed during a workout. *J Strength Cond Res*. 2005;19(1):23-6.
11. Kraemer WJ. A series of studies: the physiological basis for strength training in american football: fact over philosophy. *J Strength Cond Res*. 1997;11:131-42.
12. Bottaro M, Russo A, Oliveira RJ. The effects of rest interval on quadriceps torque during an isokinetic testing protocol in elderly. *Journal of Sports Science and Medicine*. 2005;4(3):285-90.
13. Parcell AC, Sawyer RD, Tricoli VA, Chivere TD. Minimum rest period for strength recovery during a common isokinetic testing protocol. *Med Sci Sports Exerc*. 2002;34(6):1018-22.
14. Pincivero DM, Lephart SM, Karunakara RG. Effects of rest interval on isokinetic strength and functional performance after short-term high intensity training. *Br J Sports Med*. 1997;31(3):229-34.
15. Pincivero DM, Lephart SM, Karunakara RG. Effects of intrasession rest interval on strength recovery and reliability during high intensity exercise. *J Strength Cond Res*. 1998;12(3):152-6.
16. Coburn JW, Housh TJ, Malek MH, Weir JP, Cramer JT, Beck TW, et al. Neuromuscular responses to three days of velocity-specific isokinetic training. *J Strength Cond Res*. 2006;20(4):892-8.
17. Presvot MC, Nelson AG, Maraj BKV. The effect of two days of velocity-specific isokinetic training on torque production. *J Strength Cond Res*. 1999;13(1):35-9.
18. Weir JP, Evans SA, Housh ML. The effect of extraneous movements on peak torque and constant joint angle torque-velocity curves. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1996;23(5):302-8.
19. Taylor NA, Sanders RH, Howick EI, Stanley SN. Static and dynamic assessment of the biodex dynamometer. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1991;62(3):180-8.
20. Stumbo TA, Merriam S, Nies K, Smith A, Spurgeon D, Weir JP. The effect of hand-grip stabilization on isokinetic torque at the knee. *J Strength Cond Res*. 2001;15(3):372-7.
21. Hald RD, Bottjen EJ. Effect of visual feedback on maximal and submaximal isokinetic test measurements of normal quadriceps and hamstrings. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1987;9(3):86-93.
22. McNair PJ, Depledge J, Brett Kelly M, Stanley SN. Verbal encouragement: effects on maximum effort voluntary muscle action. *Br J Sports Med*. 1996;30(3):243-5.
23. Kim HJ, Kraemer JF. Effectiveness of visual feedback during isokinetic exercise. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1997;26(6):318-23.
24. Davies GJ, Heiderscheid BC, Brinks KF. Test interpretation. In: Brown LE, editor. *Isokinetics in human performance*. Champaign: Human Kinetics; 2003. p. 3-24.
25. Larson GD, Potteiger JA. A comparison of three different rest intervals between multiple squat bouts. *J Strength Cond Res*. 1997;11(2):115-8.
26. Willardson JM, Burkett LN. The effect of rest interval length on the sustainability of squat and bench press repetitions. *J Strength Cond Res*. 2006;20(2):400-3.
27. Woods S, Bridge T, Nelson D, Risse K, Pincivero DM. The effects of rest interval length on ratings of perceived exertion during dynamic knee extension exercise. *J Strength Cond Res*. 2004;18(3):540-5.
28. Hill-Haas S, Bishop D, Dawson B, Goodman C, Edge J. Effects of rest interval during high-repetition resistance training on strength, aerobic fitness, and repeated-sprint ability. *J Sports Sci*. 2007;25(6):619-28.
29. García-López D, de Paz JA, Moneo E, Jiménez-Jiménez R, Bresciani G, Izquierdo M. Effects of short vs. long rest period between sets on elbow-flexor muscular endurance during resistance training to failure. *J Strength Cond Res*. 2007;21(4):1320-4.
30. Willardson JM, Burkett LN. The effect of different rest intervals between sets on volume components and strength gains. *J Strength Cond Res*. 2008;22(1):146-52.
31. Hunter SK, Critchlow A, Enoka RM. Influence of aging on sex differences in muscle fatigability. *J Appl Physiol*. 2004;97(5):1723-32.
32. Hunter SK, Critchlow A, Shin IS, Enoka RM. Men are more fatigable than strength-matched women when performing intermittent submaximal contractions. *J Appl Physiol*. 2004;96(6):2125-32.
33. Touey PR, Sforzo GA, McManis BG. Effect of manipulating of rest periods on isokinetic muscle performance. *Med Sci Sports Exerc*. 1994;26:S170.