

Artigo Original

Fadiga muscular entre séries de exercícios isocinéticos em mulheres jovens

Rodrigo Celes
Maria Claudia Cardoso Pereira
Fabiano Peruzzo Schwartz
Valdinar de Araújo Rocha Junior
Martim Bottaro

Faculdade de Educação Física, Universidade de Brasília, DF, Brasil

Resumo: **OBJETIVO:** Avaliar o efeito de dois Intervalos de Recuperação (IR) no pico de torque (PT) e no trabalho total (TT) isocinético em mulheres jovens. **MÉTODOS:** 17 mulheres, destreinadas, ($27,2 \pm 4,1$ anos; $56,8 \pm 6,9$ kg; $162,6 \pm 7,0$ cm) realizaram três séries de 10 extensões isocinéticas do joelho a 60° e $180^\circ/s$, com um e dois minutos de IR. A análise estatística foi a ANOVA dois x três [IR (um e dois minutos) x série (1^a , 2^a e 3^a)] com $\alpha < 0,05$. **RESULTADOS:** Um minuto de IR não foi suficiente para manter o PT e o TT ao longo das séries ($p < 0,05$) a 60° (redução de 15,7% no PT e 19,8% no TT) e $180^\circ/s$ (redução de 3,6% no PT e de 5,6% no TT). Dois minutos foram suficientes apenas a $180^\circ/s$. Contudo, a $60^\circ/s$, dois minutos de IR possibilitou um maior PT na segunda e na terceira série em relação a um minuto ($p < 0,05$). **CONCLUSÃO:** Dois minutos são suficientes para manutenção do PT em um protocolo de treinamento isocinético a $180^\circ/s$, mas não a $60^\circ/s$ em mulheres jovens.

Palavras-chave: Torque. Fadiga muscular. Extensão de joelho. Isocinético.

Muscle fatigue between isokinetic exercises sets in young women

Abstract: **OBJECTIVE:** To examine the effect of two rest interval (RI) on isokinetic Peak Torque (PT) and total work (TW) produced by young women. **METHODS:** 17 untrained women (27.2 ± 4.1 yrs; 56.8 ± 6.9 kg; 162.6 ± 7.0 cm) performed three sets of 10 unilateral isokinetic knee extension repetitions at 60° and $180^\circ/s$ with one and two minutes of RI. Statistical evaluation was performed using a two x three ANOVA [RI (one and two minutes) x set (1^{st} , 2^{nd} , 3^{rd})] with $\alpha < 0.05$. **RESULTS:** One minute was not enough to keep PT and TW between sets ($p < 0.05$) at 60° (reduction of 15.7% in PT and 19.8% in TW) and $180^\circ/s$ (reduction of 3.6% in PT and 5.6% in TT). Two minutes was enough only at $180^\circ/s$. However, two minutes of RI was greater ($p < 0.05$) than one minutes at $60^\circ/s$ for PT during the 2^{nd} and 3^{rd} sets. **CONCLUSION:** Two minutes is sufficient to keep PT within typical isokinetic resistance training protocols at $180^\circ/s$, but not at $60^\circ/s$ in young women.

Keywords: Torque. Muscle fatigue. Knee extension. Isokinetic.

Introdução

A fadiga muscular pode ser definida como uma queda na capacidade de um músculo ou grupo muscular em gerar força (TAYLOR; GANDEVIA, 2008). Vários fatores como a massa muscular, o tipo de fibra muscular e a ativação muscular específica podem influenciar a fadiga (KENT-BRAUN et al., 2002). O gênero, por sua vez, é um fator inerente que pode também influenciar a fadiga muscular (PINCIVERO et al., 2003).

Diversos estudos revelam que o sexo feminino tem uma menor taxa de fadiga quando comparado ao sexo oposto (HUNTER et al., 2004b). Todavia, não há um consenso na literatura científica sobre esses achados, uma vez que alguns estudos não demonstram essa distinção entre os gêneros (KENT-BRAUN et al.,

2002; HUNTER et al., 2006). Talvez, os diferentes resultados estejam relacionados ao uso de diferentes grupamentos musculares (membros inferiores e superiores), intensidades (máximas e submáximas), tipos de contrações (isocinéticas, isotônicas e isométricas), e tempo de recuperação entre as séries de exercício.

Bottaro et al. (2009) e Willardson (2006) destacam que dentre os diversos fatores envolvidos em um treinamento de força, o intervalo de recuperação (IR) entre as séries de exercício é uma das variáveis mais importantes. Segundo os autores, um tempo de recuperação inadequado pode levar a uma fadiga prematura, o que dificulta o desempenho das séries subsequentes e pode limitar as adaptações no ganho de força muscular. Apesar da importância,

o IR é uma das variáveis mais negligenciadas durante as prescrições de exercícios resistidos.

Vários autores estudaram os efeitos do IR na produção de força isocinética e taxa de fadiga. Porém, a maioria dos autores utilizou somente indivíduos do sexo masculino em suas pesquisas (PARCELL et al., 2002; ERNESTO et al., 2009). Poucos estudos (PINCIVERO et al., 1998; THEOU et al., 2008) incluíram o gênero feminino como sujeitos da amostra. Além disso, Pincivero et al. (1998) utilizaram homens e mulheres no mesmo grupo. Dessa forma, os resultados até agora encontrados podem não ser aplicados em mulheres durante ações musculares isocinéticas. Portanto, o presente estudo teve como objetivo investigar a influência de diferentes IR na fadiga muscular no gênero feminino em exercícios de membros inferiores. Como estudos anteriores mostraram que mulheres talvez apresentem uma maior resistência a fadiga quando comparada com homens, a hipótese do presente estudo foi de que não haverá diferença significativa entre o pico de torque e o trabalho total entre os diferentes intervalos de recuperação estudados.

Metodologia

Amostra

Participaram do estudo 17 voluntárias ($27,2 \pm 4,1$ anos; $56,8 \pm 6,9$ kg; $162,6 \pm 7,0$ cm) com experiência previa em treinamento de força. No entanto, para participar do estudo as voluntárias não poderiam estar praticando treinamento de força ou outro tipo de exercício físico há pelo menos seis meses. As voluntárias foram selecionadas por folders espalhados pelo campus universitário e por convite dos pesquisadores. A amostra não incluiu indivíduos com doenças crônicas (diabetes, doenças cardiovasculares e hipertensão), alterações de parâmetros neuromusculares (como contusões) que pudessem comprometer os objetivos do estudo. Nenhum dos indivíduos estava tomando medicamentos que interferissem na 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 - FS da Universidade de Brasília - UnB (protocolo 148/2007).

Procedimento Experimental

As voluntárias realizaram três séries de 10 extensões isocinéticas de joelho, nas velocidades

de 60 e 180°/s. Essas velocidades foram escolhidas pelo fato de estudos anteriores demonstraram que os ganhos de força associados ao treinamento resistido são específicos para a velocidade treinadas (COBURN et al., 2006) e por serem cadências utilizadas em pesquisas anteriores envolvendo avaliações isocinéticas de indivíduos jovens (TOUEY et al., 1994).

Antes de realizarem as séries do protocolo experimental, as voluntárias realizavam um aquecimento específico que consistia na execução de duas a três repetições sub-máximas e duas a três repetições máximas com o membro avaliado (PINCIVERO et al., 1997). Os testes foram realizados na ordem crescente em relação à velocidade e 10 minutos de intervalo separou os testes nas distintas velocidades. O membro direito foi utilizado para padronização do teste. Com o objetivo de seguir a recomendações do ACSM (2009) para treinamento de força e potência muscular, foram utilizados os IR de um e dois minutos e as velocidades de 60°/s e 180°/s. Portanto, a taxa de trabalho: recuperação gerada foi de 1:3 e 1:6 para 60°/s e de 1:6 e 1:12 para 180°/s.

O intervalo entre as duas avaliações isocinéticas referentes aos diferentes IRs testados (um e dois minutos) foi de, no mínimo, 72 horas. Com o objetivo de contrabalancear a ordem dos protocolos experimentais, as participantes foram divididas aleatoriamente em dois grupos. Após a divisão, os sujeitos do grupo um realizaram o IR de um minuto no primeiro encontro e de dois minutos no segundo encontro. O grupo dois realizou os IRs na ordem inversa do grupo um.

Avaliação Isocinética

O pico de torque (PT) e o trabalho total (TT) foram mensurados pelo Dinamômetro Isocinético *Biodex System III* (Biodex Medical, Inc., Shirley, NY). Essas variáveis foram analisadas por refletirem aspectos relacionados à recuperação das vias energéticas ATP-CP e anaeróbia láctica que são fatores metabólicos de maior influência na produção de força isocinética no presente protocolo. Para realizar as três séries de 10 extensões de joelho nas velocidades de 60 e 180°/s, 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 pico de torque

(WEIR et al., 1996). 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. Foi padronizada uma amplitude de movimento de 85°, a partir da extensão terminal. Com o posicionamento do sujeito na cadeira, as seguintes medidas foram anotadas: a) altura da cadeira; b) regulagem do encosto; c) posição da cadeira; d) posição do dinamômetro; e) comprimento do braço de resistência. Essas medidas foram gravadas para padronizar a posição de teste de cada voluntária, individualmente. A correção da gravidade foi obtida medindo-se o torque exercido pelo braço de resistência e a perna da avaliada (relaxada), na posição de extensão terminal. Os valores das variáveis isocinéticas foram automaticamente ajustados para gravidade pelo Software *Biodex Advantage*.

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 (TAYLOR et al., 1991). Na realização do teste, foi pedido as voluntárias que cruzassem seus braços a frente do tórax (STUMBO et al., 2001). 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 (MCNAIR et al., 1996; KIM; KRAEMER, 1997). O procedimento de teste foi realizado pelo mesmo investigador para todos os sujeitos.

Com o objetivo de excluir a influência de aspectos relacionados à aprendizagem ou de uma possível fadiga residual no desempenho das voluntárias, uma variação máxima de até cinco por cento foi permitida entre os Pts. da 1ª séries de 60°/s, no primeiro e no segundo dia de testes. Caso o PT no segundo dia fosse menor que cinco por cento, o teste era interrompido e realizado novamente após 48h de descanso. Se o PT no segundo dia fosse maior que cinco por cento o teste continuava e o primeiro dia de teste era repetido depois de no mínimo 72h. Outra condição para invalidar o teste era uma melhora da performance muscular do PT em mais de

cinco por cento na 3ª série em relação à 1ª série na mesma velocidade.

Controle do ciclo menstrual

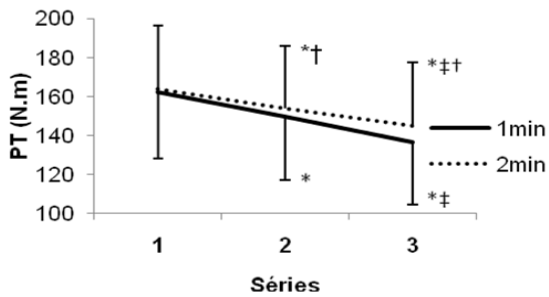
A fim de eliminar possíveis fatores que pudessem interferir nos resultados, a fase do ciclo menstrual foi padronizada durante a realização dos testes. Os testes foram realizados durante a fase folicular, entre o 1° e 13° dia do ciclo menstrual.

Análise dos Dados

A estatística descritiva foi dada pela média e desvio padrão. A normalidade dos dados foi avaliada pelo teste *Smirnov-Kolmogorov*. O poder estatístico (poder retrospectivo) do presente estudo foi estabelecido em 0,8 ($\beta = 0,2$) para o PT. 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. Para a avaliação do tempo de recuperação nas variáveis dependentes, isocinéticas, foi utilizada a análise de variância (GOBBI et al., 2009) fatorial de medidas repetidas dois X três [tempo de recuperação (um e dois minutos) X série (1ª, 2ª e 3ª)]. Como processo *post hoc*, utilizou-se comparação múltipla com correção do intervalo de confiança pelo método *Bonferroni*. Os dados foram analisados em um computador pessoal com o programa estatístico *Statistical Package for the Social Sciences – SPSS* (versão 13,0). Foi estabelecido um nível de significância de $\alpha = 0,05$ para todas as avaliações.

Resultados

A Figura 1 apresenta o comportamento do pico de torque (PT) a 60°/s ao longo de três séries com 10 extensões isocinéticas unilaterais de joelho com um e dois minutos de intervalo de recuperação (IR). Com um minuto de IR foi observada uma redução significativa de 7,7% no PT da 1ª série para a 2ª série ($p = 0,001$) e de 15,7% da 1ª para a 3ª série ($p = 0,001$). Com dois minutos de IR, também foi verificada uma redução do PT de 6,0% da 1ª para a 2ª série ($p = 0,001$) e de 11,6% da 1ª para 3ª série ($p = 0,001$). Ambos os IRs ocasionaram uma redução da 2ª para a 3ª série de 8,6% para um minuto ($p = 0,001$) e de 5,9% para dois minutos ($p = 0,002$). Ao se comparar um e dois minutos, constatou-se que dois minutos permitiu uma melhor manutenção do PT na 2ª ($p = 0,025$) e 3ª séries ($p = 0,017$).



* ($p < 0,05$) menor que a 1ª série; ‡ ($p < 0,05$) menor que a 2ª série; † ($p < 0,05$) maior que 1min.

Figura 1. Pico de Torque (PT) a 60°/s nas três séries com um e dois minutos (min) de intervalo de recuperação.

Com um minuto de IR uma redução significativa de 3,6% da 1ª para a 3ª série ($p = 0,002$) foi verificada a 180°/s. Durante o IR de dois minutos, não houve redução significativa do PT ao longo das séries. Diferentemente do PT na velocidade de 60°/s, não houve diferenças ($p \geq 0,05$) entre as séries ao se comparar um e dois minutos na velocidade de 180°/s (Figura 2).

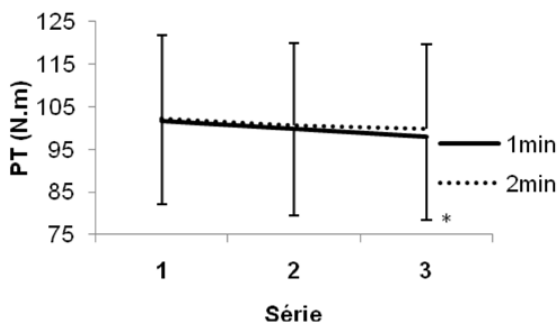
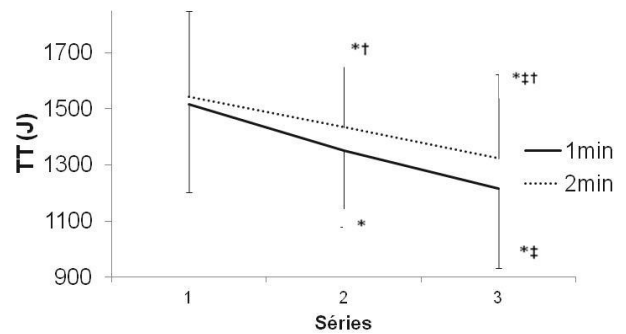


Figura 2. Pico de Torque (PT) a 180°/s nas três séries com um e dois minutos (min) de intervalo de recuperação.* ($p < 0,05$) menor que a 1ª série.

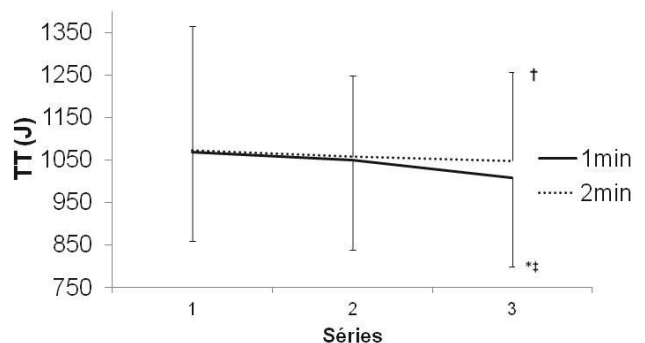
O comportamento do Trabalho Total (TT) realizado pelas participantes ao longo de três séries com 10 extensões isocinéticas unilaterais do joelho com 1 e 2min de IR a 60°/s é ilustrado na figura 3. As participantes apresentaram uma redução no TT de 10,8% da 1ª para 2ª série ($p = 0,001$), de 19,8% da 1ª para 3ª série ($p = 0,001$) e de 10,0% da 2ª para 3ª série ($p = 0,001$), com 1min de IR. Durante o IR de 2min, houve uma redução de 7,1% da 1ª para 2ª série ($p = 0,001$), de 14,3% da 1ª para 3ª série ($p = 0,001$) e de 7,8% da 2ª para 3ª série ($p = 0,001$). Na comparação entre os IRs, 2min de intervalo possibilitou um maior valor do TT a 60°/s na 2ª ($p = 0,001$) e 3ª série ($p = 0,001$) quando comparado a 1min.



* ($p < 0,05$) menor que a 1ª série; ‡ ($p < 0,05$) menor que a 2ª série; † ($p < 0,05$) maior que 1min.

Figura 3. Trabalho Total (TT) a 60°/s nas três séries com 1 e 2min de intervalo de recuperação.

A Figura 4 ilustra o TT realizado a 180°/s com 1 e 2min de IR. Observou-se uma redução no TT de 5,6% da 1ª para 3ª série ($p = 0,001$) e de 3,9% da 2ª para 3ª série ($p = 0,001$) com 1min de IR. Não houve diminuição significativa ($p > 0,05$) do TT ao longo das três séries com IR de 2min. O intervalo de 2min possibilitou um maior valor do TT, quando comparado a 1min, apenas na 3ª série ($p = 0,005$) no gênero feminino.



* ($p < 0,05$) menor que a 1ª série; ‡ ($p < 0,05$) menor que a 2ª série; † ($p < 0,05$) maior que 1min.

Figura 4. Trabalho Total (TT) a 180°/s nas três séries com 1 e 2min de intervalo de recuperação.

Discussão

O objetivo do presente estudo foi o de comparar o efeito de diferentes intervalos de descanso (um e dois minutos) na recuperação da força muscular durante exercícios isocinético de membros inferiores em mulheres inativas. O principal achado foi que dois minutos de IR é superior a um minuto por possibilitar uma melhor manutenção da força ao longo das três séries de 10 contrações isocinéticas de extensão do joelho. Contudo, é importante ressaltar que tanto um quanto dois minutos não possibilitaram uma completa recuperação das variáveis ao longo das três séries a 60°/s. A 180°/s, dois minutos de IR possibilitou a manutenção do PT e do TT nas três séries e o IR de um minuto foi superior ao de dois

minutos apenas na 3ª série, sugerindo que uma taxa de trabalho-recuperação de 1:12 é adequada para evitar a fadiga muscular.

Esses resultados estão de acordo com outros estudos reportados na literatura. Pincivero et al. (1997; 1998) e Touey et al. (1994) também reportaram que intervalos de recuperação de 30 e 60s não possibilitaram uma completa recuperação do PT e do TT do quadríceps em protocolos de treinamento isocinético em homens jovens. Porém, Bottaro et al. (2005) ao avaliar a extensão isocinética de joelho em idosos a 60 e 120°/s e Parcell et al. (2002) ao estudar homens jovens avaliados com velocidades 60 e 180°/s, mostraram que 30 e 60s, respectivamente, foram suficientes para recuperar o PT entre séries. Bottaro et al. (2005) também não verificaram redução significativa entre no torque médio durante o teste com idosos. No entanto, cabe ressaltar que esses estudos utilizaram um protocolo com um volume de trabalho (i.e. duas séries com quatro repetições) inferior ao do presente estudo (i.e. três séries de 10 repetições), portanto, menos fatigante.

Utilizando um protocolo de treinamento, Ernesto et al. (2009) avaliaram 20 homens idosos ($66,9 \pm 3,9$ anos) em três séries de 10 contrações isocinéticas concêntricas do quadríceps a 60°/s. Os autores verificaram que dois minutos de IR foram suficientes para manutenção do PT e TT nas três séries. Resultados esses diferentes dos do reportado no presente estudo. A discrepância pode ser devida a diferença de idade da população estudada, idosos e jovens. Estudos anteriores já demonstraram uma menor taxa de fadiga em sujeitos idosos (Hunter et al., 2004a; Hunter et al., 2005).

Estudos prévios já demonstraram que o gênero é um fator inerente que pode afetar a fadiga muscular e, conseqüentemente, influir no desempenho muscular de homens e mulheres em um determinado IR (Pincivero et al., 2000; Hunter et al., 2004b). Em um recente estudo com mulheres jovens e idosas, Theou et al. (2008) demonstraram que um minuto de IR entre três séries de oito contrações isocinéticas concêntricas do quadríceps a 60°/s era suficiente para recuperar o PT e o torque médio. Esses achados divergem do presente estudo, no qual um minuto não foi suficiente para a manutenção do PT e do TT a 60°/s. Talvez, a grande diferença entre as médias do PT do estudo de Theou et al.

(2008) (128 N.m) e do PT deste estudo (162N.m) seja a principal explicação para essa diferença. Faigenbaum et al. (2008) e Pincivero et al. (2000) demonstraram que uma maior taxa de fadiga é correlacionada a uma maior produção de força. Uma possível explicação para este fato é a oclusão vascular proveniente de uma grande produção absoluta de força. A produção de força leva a uma maior pressão intramuscular e, conseqüentemente, a uma menor perfusão sanguínea (Kent-Braun et al., 2002; Parker et al., 2007). Assim, os sujeitos mais fracos podem ter um melhor aporte de oxigênio e, com isso, utilizar a via oxidativa, mais resistente à fadiga muscular por um período de tempo mais longo. O menor TT gerado pelas voluntárias do presente estudo a 180°/s também explica a necessidade de um menor IR para essa velocidade.

No que se refere à questão das diferenças entre os gêneros na fadiga muscular, vários fatores são apontados como causas dessas distinções. Dentre eles destacam-se a diferença no sistema músculo esquelético, a morfologia e distribuição das fibras musculares, a ativação neural, a concentração de hormônios (Staron et al., 2000; Pincivero et al., 2001; Esbjörnsson-Liljedahl et al., 2002; Hunter et al., 2004b; Wüst et al., 2008).

Em um recente trabalho sobre as diferenças entre os gêneros na fadiga muscular, Wüst et al. (2008) avaliaram homens e mulheres em um protocolo de força que consistia em: a) mensuração da área de secção transversa do quadríceps por ressonância magnética; b) mensuração do torque isométrico com uso de dinamômetro e c) três testes isométricos de fadiga com 60 contrações por estimulação elétrica de 30 Hz. No teste padrão era dado um estímulo de um segundo a cada um segundo, no segundo teste um estímulo de um segundo cada 0,5 segundo e no último teste era repetido o teste padrão com oclusão vascular. Os resultados demonstraram uma maior área de secção transversa do quadríceps nos homens em relação às mulheres e também um maior PT nos homens. Ao se verificar os testes de fadiga, os autores concluíram que as mulheres foram mais resistentes do que os homens em todos os protocolos, sendo que quanto mais exaustivo o teste, mais cedo e evidentes ficavam as diferenças entre os gêneros. Os autores pontuaram que as diferenças na taxa de fadiga

não estavam relacionadas com a capacidade de ativação muscular (por estimulação elétrica), nem com a capacidade oxidativa e, tampouco, com as diferenças no fluxo sanguíneo (comprovadas pelo teste em isquemia). Os autores concluíram que as diferenças podem ser explicadas pelas características distintas das fibras musculares.

As mulheres possuem mais fibras do tipo I e menos fibras do tipo II do que os homens (PINCIVERO et al., 2001). Staron et al. (2000) ressaltaram não haver diferenças entre os gêneros na distribuição das fibras musculares na musculatura vasto lateral do quadríceps. Em seu estudo, Staron et al. (2000) demonstraram haver uma diferença no percentual de área ocupada pelos tipos de fibras musculares em homens e mulheres. As mulheres exibem uma maior área ocupada pelas fibras de vermelhas (tipo I) e os homens apresentam uma maior área ocupada pelas fibras brancas (fibras IIA) (ESBJÖRNSSON-LILJEDAHL et al., 1999; STARON et al., 2000).

As fibras tipo I têm uma menor velocidade de contração, um menor gasto energético e, conseqüentemente, uma taxa de fadiga diferente da fibra tipo II (ESBJÖRNSSON-LILJEDAHL et al., 1999). Contudo, Esbjörnsson-Liljedahl et al. (1999; 2002) reportaram não haver diferenças no gasto energético nas fibras tipo II, em homens e mulheres, em exercícios de alta intensidade e curta duração. Esses autores destacam que as diferenças entre os gêneros se encontram nas fibras do tipo I, onde o consumo de ATP e a produção de lactato são maiores nos homens quando comparados as mulheres.

O estudo demonstrou a importância do intervalo de recuperação 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, como isso a necessidade de se utilizar IR mais longos (i.e. maior que dois minutos) para esforço de alta intensidade se faz necessária para se evitar a fadiga excessiva.

Conclusão

De acordo com os resultados o IR de dois minutos possibilita uma completa recuperação da força muscular em esforços de baixa velocidade. Contudo, uma completa recuperação da força muscular durante exercícios de alta velocidade de contração parece não ser alcançada mesmo com

um IR de dois minutos em protocolos e em populações semelhantes a do presente estudo.

Referências

- ACSM. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 41, n. 3, p. 687-708, 2009.
<http://dx.doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181915670>
- BOTTARO, M.; MARTINS, B.; GENTIL, P.; WAGNER, D. Effects of rest duration between sets of resistance training on acute hormonal responses in trained women. **Journal of Science and Medicine in Sport**, Belconnen, v. 12, n. 1, p. 73-78, 2009.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jsams.2007.10.013>.
- BOTTARO, M.; RUSSO, A.; OLIVEIRA, R. J. The effects of rest interval on quadriceps torque during an isokinetic testing protocol in elderly. **Journal of Sports Science and Medicine**, Bursa, v. 4, p. 285-290, 2005. Disponível em: <<http://www.jsportscimed.org/vol4/n3/10/v4n3-10pdf.pdf>>. Acesso em: 08 out. 2011.
- COBURN, J. W.; HOUSH, T. J.; MALEK, M.; WEIR, J. P.; CRAMER, J. T.; BECK, T. W.; JOHNSON, G. O. Neuromuscular responses to three days of velocity-specific isokinetic training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Lincoln, v. 20, n. 4, p. 892-898, 2006. Disponível em: <http://journals.lww.com/nsca-jscr/Abstract/2006/11000/Neuromuscular_Responses_To_Three_Days_of.28.aspx>. Acesso em: 08 out. 2011.
- ERNESTO, C.; BOTTARO, M.; SILVA, F. M.; SALES, M. P. M.; CELES, R. S.; OLIVEIRA, R. J. Efeitos de diferentes intervalos de recuperação no desempenho muscular isocinético em idosos. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, São Carlos, v. 13, n. 1, p. 65-72, 2009.
<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-35552009005000002>.
- ESBJÖRNSSON-LILJEDAHL, M.; BODIN, K.; JANSSON E. Smaller muscle ATP reduction in women than in men by repeated bouts of sprint exercise. **Journal of Applied Physiology**, Washington, v. 93, n. 3, p. 1075-1083, 2002. Disponível em: <<http://jap.physiology.org/content/93/3/1075.full.pdf+html>>. Acesso em: 08 out. 2011.
- ESBJÖRNSSON-LILJEDAHL, M.; SUNDBERG C. S.; NORMAN, B.; JANSSON, E. Metabolic response in type I and type II muscle fibers during a 30-s cycle sprint in men and women. **Journal of Applied Physiology**, Washington, v. 87, n. 4, p.

1326-1332, 1999. Disponível em:
<<http://jap.physiology.org/content/87/4/1326.full.pdf+html>>. Acesso em: 08 out. 2011.

FAIGENBAUM, A. D.; RATAMESS, N. A.; MCFARLAND, J.; KACZMAREK, J.; CORAGGIO, M. J.; KANG, J.; HOFFMAN, J. R. Effect of rest interval length on bench press performance in boys, teens, and men. **Pediatric Exercise Science**, Champaign, v. 20, n. 4, p. 457-469, 2008. Disponível em:
<<http://journals.humankinetics.com/pes-back-issues/PESVolume20Issue4November/EffectofRestIntervalLengthonBenchPressPerformanceinBoysTeensandMen>>. Acesso em: 08 out. 2011.

GOBBI, P. G.; VALENTINO, F.; DANOVA, M.; MORABITO, F.; ROVATI, B.; MAMMI, C.; GENTILE, M.; MERLI, F.; STELITANO, C.; LUMINARI, S.; QUINTANA, G.; IANNITTO, E.; BRUGIATELLI, M.; FEDERICO, M. Bone marrow stem cell damage after three different chemotherapy regimens for advanced Hodgkin's lymphoma. **Oncology Reports**, Athens, v. 21, n. 4, p. 1029-1035, 2009. Disponível em:
<<http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=21336402>>. Acesso em: 08 out. 2011.

HUNTER, S. K.; BUTLER, J. E.; TODD, G.; GANDEVIA, S. C.; TAYLOR, J. L. Supraspinal fatigue does not explain the sex difference in muscle fatigue of maximal contractions. **Journal of Applied Physiology**, Washington, v. 101, n. 4, p. 1036-1044, 2006.
<http://dx.doi.org/10.1152/jappphysiol.00103.2006>.

HUNTER, S. K.; CRITCHLOW, A.; ENOKA, R. M. Influence of aging on sex differences in muscle fatigability. **Journal of Applied Physiology**, Washington, v. 97, n. 5, p. 1723-1732, 2004a.
<http://dx.doi.org/10.1152/jappphysiol.00460.2004>.

HUNTER, S. K.; CRITCHLOW, A.; ENOKA, R. M. Muscle endurance is greater for old men compared with strength-matched young men. **Journal of Applied Physiology**, Washington, v. 99, n. 3, p. 890-897, 2005.
<http://dx.doi.org/10.1152/jappphysiol.00243.2005>.

HUNTER, S. K.; CRITCHLOW, A.; SHIN, I.; ENOKA, R. M. Men are more fatigable than strength-matched women when performing intermittent submaximal contractions. **Journal of Applied Physiology**, Washington, v. 96, n. 6, p. 2125-2132, 2004b. <http://dx.doi.org/10.1152/jappphysiol.01342.2003>.

KENT-BRAUN, J. A.; NG, A. V.; DOYLE, J. W.; TOWSE, T. F. Human skeletal muscle responses vary with age and gender during fatigue due to incremental isometric exercise. **Journal of Applied Physiology**, Washington, v. 93, n. 5, p.

1813-1823, 2002.
<http://dx.doi.org/10.1152/jappphysiol.00091.2002>.

KIM, H. J.; KRAEMER, J. F. Effectiveness of visual feedback during isokinetic exercise. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, Washington, v. 26, n. 6, p. 318-323, 1997. Disponível em:
<http://www.jospt.org/search/advanced_result.asp?q=&qauthor=&qYear=1997&qVol=26&qPage=318&Image2.x=0&Image2.y=0>. Acesso em: 08 out. 2011.

MCNAIR, P. J.; DEPLEDGE, J.; BRETTKELLY, M.; STANLEY, S. N. Verbal encouragement: effects on maximum effort voluntary muscle action. **British Journal of Sports Medicine**, Loughborough, v. 30, n. 3, p. 243-245, 1996.
<http://dx.doi.org/10.1136/bjism.30.3.243>.

PARCELL, A. C.; SAWYER, R. D.; TRICOLI, V. A.; CHINEVERE, T. D. Minimum rest period for strength recovery during a common isokinetic testing protocol. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 34, n. 6, p. 1018-1022, 2002. Disponível em:
<http://journals.lww.com/acsm-msse/Abstract/2002/06000/Minimum_rest_period_for_strength_recovery_during_a.18.aspx>. Acesso em: 08 out. 2011.

PARKER, B. A.; SMITHMYER, S. L.; PELBERG, J. A.; MISHKIN, A. D.; HERR, M. D.; PROCTOR, D. N. Sex differences in leg vasodilation during graded knee extensor exercise in young adults. **Journal of Applied Physiology**, Washington, v. 103, n. 5, p. 1583-1591, 2007.
<http://dx.doi.org/10.1152/jappphysiol.00662.2007>.

PINCIVERO, D. M.; CAMPY, R. M.; SALFETNIKOV, Y.; BRIGHT, A.; COELHO, A. J. Influence of contraction intensity, muscle, and gender on median frequency of the quadriceps femoris. **Journal of Applied Physiology**, Washington, v. 90, n. 3, p. 804-810, 2001. Disponível em:
<<http://jap.physiology.org/content/90/3/804.full>>. Acesso em: 08 out. 2011.

PINCIVERO, D. M.; GANDAIO, C. B.; ITO, Y. Gender-specific knee extensor torque, flexor torque, and muscle fatigue responses during maximal effort contractions. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 89, n. 2, p. 134-141, 2003. <http://dx.doi.org/10.1007/s00421-002-0739-5>.

PINCIVERO, D. M.; GEAR, W. S.; STERNER, R. L.; KARUNAKARA, R. G. Gender differences in relationship between quadriceps work and fatigue during high-intensity exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Lincoln, v. 14, n. 2, p. 202-206, 2000. Disponível em:

<http://journals.lww.com/nsca-iscr/Abstract/2000/05000/Gender_Differences_in_the_Relationship_Between.14.aspx>. Acesso em: 08 out. 2011.

PINCIVERO, D. M.; LEPHART, S. M.; KARUNAKARA, R. G. Effects of rest interval on isokinetic strength and functional performance after short-term high intensity training. **British Journal of Sports Medicine**, Loughborough, v. 31, p. 229-234, 1997. <http://dx.doi.org/10.1136/bjism.31.3.229>.

PINCIVERO, D. M.; LEPHART, S. M.; KARUNAKARA, R. G. Effects of intrasession rest interval on strength recovery and reliability during high intensity exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Lincoln, v. 12, n. 3, p. 152-156, 1998. Disponível em: <http://journals.lww.com/nsca-iscr/Abstract/1998/08000/Effects_of_Intrasession_Rest_Interval_on_Strength.5.aspx>. Acesso em: 08 out. 2011.

STARON, R.S.; HAGERMAN, F. C.; HIKIDA, R. S.; MURRAY, T. F.; HOSTLER, D. P.; CRILL, M. Y.; RAGG, K. E.; TOMA, K. Fiber type composition of the vastus lateralis muscle of young men and women. **Journal of Histochemistry and Cytochemistry**, Baltimore, v. 48, n. 5, p. 623-629, 2000. <http://dx.doi.org/10.1177/002215540004800506>.

STUMBO, T. A.; MERRIAM, S.; NIES, K.; SMITH, A.; SPURGEON, D.; WEIR, J. P. The effect of hand-grip stabilization on isokinetic torque at the knee. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Lincoln, v. 15, n. 3, p. 372-377, 2001. Disponível em: <http://journals.lww.com/nsca-iscr/Abstract/2001/08000/The_Effect_of_Hand_Grip_Stabilization_on.20.aspx>. Acesso em: 09 out. 2011.

TAYLOR, J. L.; GANDEVIA, S. C. A comparison of central aspects of fatigue in submaximal and maximal voluntary contractions. **Journal of Applied Physiology**, Washington, v. 104, n. 2, p. 542-550, 2008. <http://dx.doi.org/10.1152/jappphysiol.01053.2007>.

TAYLOR, N. A. S.; SANDERS, R. H.; HOWICK, E. I.; STANLEY, S. N. Static and dynamic assessment of the Biodex dynamometer. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, Berlin, v. 62, n. 3, p. 180-188, 1991. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00643739>.

THEOU, O.; GARETH, J.; BROWN, L. Effect of rest interval on strength recovery in young and old women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Lincoln, v. 22, n. 6, p. 1876-1881,

2008. <http://dx.doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181821928>.

TOUEY, P. R.; SFORZO, G. A.; MCMANIS, B. G. Effect of manipulating of rest periods on isokinetic muscle performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 26, n. 5, p. S30, 1994. Disponível em: <http://journals.lww.com/acsm-msse/Citation/1994/05001/170_Effects_of_Manipulating_Rest_Periods_on.171.aspx>. Acesso em: 09 out. 2011.

WEIR, J. P.; EVANS, S. A.; HOUSH, M. L. The effect of extraneous movements on peak torque and constant joint angle torque-velocity curves. **Journal of orthopaedic and sports physical therapy**, Washington, v. 23, n. 5, p. 302-308, 1996. Disponível em: <http://www.jospt.org/issues/articleID.973,type.2/article_detail.asp>. Acesso em: 09 out. 2011.

WILLARDSON, J. M. A brief review: factors affecting the length of the rest interval between resistance exercise sets. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Lincoln, v. 20, n. 4, p. 978-984, 2006. Disponível em: <http://journals.lww.com/nsca-iscr/Abstract/2006/11000/A_Brief_Review_Factors_Affecting_the_Length_of.40.asp>. Acesso em: 09 out. 2011.

WÜST, R. C.; MORSE, C. I.; HAAN, A.; JONES, D. A.; DEGENS, H. Sex differences in contractile properties and fatigue resistance of human skeletal muscle. **Experimental Physiology**, Cambridge, v. 93, n. 7, p. 843-850, 2008. <http://dx.doi.org/10.1113/expphysiol.2007.041764>.

Endereço:

Rodrigo Celes
SQN 411, BL. "M" apt° 104
Brasília DF Brasil
70866-130
Telefone: (61) 8134.0377 (61) 3222.7807
e-mail: celes.rodrigo@gmail.com

Recebido em: 2 de fevereiro de 2012.

Aceito em: 29 de abril de 2013.



Motriz. Revista de Educação Física. UNESP, Rio Claro, SP, Brasil - eISSN: 1980-6574 - está licenciada sob [Creative Commons - Atribuição 3.0](http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/)