

INTERVALOS DE RECUPERAÇÃO ENTRE SÉRIES DE EXERCÍCIOS ISOCINÉTICOS: DIFERENÇAS ENTRE GÊNEROS

Martim Bottaro
Rodrigo Celes
Maria Cláudia C. Pereira
Valdinar de Araújo Rocha Junior
Fabiano Peruzzo Schwartz

RESUMO

Comparar o efeito de diferentes intervalos de recuperação (IR) entre séries isocinéticas na força (PT) e fadiga (IF) em homens e mulheres. 16 homens e 17 mulheres jovens realizaram 3 séries de 10 repetições de extensão de joelho a 60°/s e 180°/s. O IR entre as séries foi de 1 e 2min. Homens e mulheres tiveram uma redução ($p < 0,05$) no PT com 1 e 2min a 60°/s. A 180°/s as diferenças entre os gêneros na fadiga foram maiores a 180°/s que a 60°/s. Portanto, parece que as diferenças entre os gêneros na fadiga se tornam mais aparentes em altas velocidades.

Palavras-chave: Gênero. Fadiga Muscular. Isocinético.

ABSTRACT

Compare the effect of two different RI's between sets of isokinetic knee extension exercise on Peak Torque and fatigue index (FI) between young men and women. 17 men and 16 young women performed 3 sets of 10 unilateral isokinetic knee extension repetitions at 60°/s and 180°/s. The rest intervals between sets were 1 and 2 minutes. Men and women showed a significant ($p < 0,05$) decrease in PT with 1 and 2min RI at 60°/s. The differences between genders on FI were greater at 180°/s. These results suggest that with increased speed the difference between genders on FI become more apparent.

Keywords: Gender. Muscle Fatigue. Isokinetic.

RESUMEN

Para comparar el efecto de dos diversos intervalos de recuperación (IR) entre la serie de los isocinéticos en el índice de la fatiga (SI) en hombres y mujeres. 16 mujeres jóvenes de los hombres e 17 habían llevado con 3 series de 10 repeticiones de los isocinéticos de la extensión unilateral de la rodilla 60°/s y 180°/s. El IR entre la serie estaba de 1 y 2min. Los hombres y las mujeres habían tenido una reducción significativa ($p < 0,05$) en la pico de torque con 1 y 2min de lo IR 60°/s. A 180°/s las diferencias entre las clases en SI está tenido sido un 180°/s más grande que 60°/s. Los resultados sugieren eso con el aumento de la velocidad las diferencias entre las clases en SI están llegando a ser más evidentes.

Palabras Clave: Género. Fatiga Muscular. Isocinético.

INTRODUÇÃO

Atualmente, a comunidade científica reconhece a força muscular como uma componente da aptidão física necessária à manutenção da saúde, da habilidade funcional e da qualidade de vida (ACSM, 2009). O treinamento de força, também conhecido como treinamento com pesos ou treinamento resistido, tornou-se uma das formas mais conhecidas de exercício, tanto para aprimorar a força muscular como para melhorar as aptidões físicas de crianças, adultos e idosos (Faigenbaum et al., 2008; Bottaro et al., 2007).

Segundo Rahimi (2005) e Willardson & Burkett (2005), um programa de exercício resistido pode ser desenhado para provocar diferentes adaptações como força, potência, hipertrofia e resistência. De acordo com Wernbom *et al.* (2007), as variáveis do treinamento como volume, intensidade, frequência, velocidade de contração e descanso entre as séries podem ser manipuladas a fim de alcançar esses diferentes objetivos e diminuir a fadiga muscular.

A fadiga muscular pode ser definida como uma queda na capacidade de um músculo ou grupo muscular em gerar força. Vários fatores exercem influência sobre a fadiga, como o tipo de estímulo, a massa muscular, o tipo de fibra e a ativação muscular específica (Pincivero *et al.*, 2003a). O gênero, por sua vez, é um fator inerente que pode influir na a fadiga muscular (Pincivero *et al.*, 2003b). Diversos estudos revelam que o sexo feminino tem uma menor taxa de fadiga quando comparado ao sexo oposto (Hunter *et al.*, 2004b; Pincivero *et al.*, 2000; 2002; 2003b). Todavia, não há um consenso na literatura científica sobre esses achados, uma vez que alguns estudos não demonstram essa distinção entre os gêneros (Hunter *et al.*, 2003; 2004a; 2006). Talvez, os diferentes resultados estejam relacionados à grande variedade de protocolos. O uso de diversos grupos musculares (membros inferiores e superiores), intensidades (máximas e submáximas) e tipos de contrações (isocinéticas, isotônicas e isométricas), populações específicas e IR pode influenciar diferentemente os resultados encontrados.

Bottaro et al. (2009), Ratamess *et al.* (2007) e Willardson & Burkett (2006) destacam que o IR entre as séries de exercício é um importante fator que pode ser manipulado para minimizar os efeitos da fadiga e direcionar as adaptações de um programa de treinamento. Esses autores afirmam que o desempenho nas séries subsequentes está diretamente relacionado ao tempo de intervalo entre as séries.

Com a finalidade de avaliar os efeitos das diferentes variáveis no exercício resistido, vários autores estudaram diferentes IRs na produção de força e taxa de fadiga. A maioria dos autores utilizou somente indivíduos do sexo masculino em suas pesquisas (Garcia-Lopez *et al.*, 2007; Kraemer, 1997; Larson & Potteiger, 1997; Rahimi, 2005; Ratamess *et al.*, 2007; Richmond & Godard, 2004; Robinson *et al.*, 1995; Willardson & Burkett, 2005) Logo, vê-se a necessidade de melhor investigar o IR na fadiga muscular entre os gêneros. Portanto, o presente estudo teve como objetivo investigar a influência de diferentes intervalos de recuperação na fadiga muscular em homens e mulheres durante contrações musculares por meio de movimentos isocinéticos.

METODOLOGIA

Amostra

Participaram do estudo 33 voluntários, sendo 17 mulheres ($27,18 \pm 4,05$ anos, $56,84 \pm 6,93$ kg e $162,56 \pm 7,02$ cm) e 16 homens ($26,75 \pm 4,73$ anos, $79,06 \pm 9,38$ kg e $175,69 \pm 4,66$ cm). Todos os voluntários eram praticantes recreacionais de exercício

resistido há pelo menos 6 meses. Foram excluídos da amostra os indivíduos que possuíam doenças crônicas (diabetes, doenças cardiovasculares e hipertensão) e alterações de parâmetros neuromusculares que poderiam comprometer o estudo. Também foram excluídas as pessoas que estavam tomando medicamentos que poderiam afetar a função muscular. Além disso, para participar do estudo, as mulheres não poderiam estar amenorréicas. Todos os indivíduos assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido e o presente estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética institucional (protocolo 148/2007).

Procedimentos Experimentais

Os voluntários realizaram três séries de 10 repetições concêntricas de extensão de joelho a 60 e 180°/s. Os testes ocorreram na ordem crescente de velocidade e 10min de intervalo separaram os testes nas diferentes velocidades (Bottaro *et al.*, 2005; Parcell *et al.*, 2002). O membro direito foi utilizado para padronização do teste, uma vez que estudos anteriores não encontraram diferenças nas variáveis isocinéticas entre os membros inferiores, dominante e não dominante, em indivíduos destreinados (Davies *et al.*, 2003). Um mínimo de 72h (setenta e duas horas) separou os dias de teste com diferentes intervalos de recuperação (1 e 2min). A fase do ciclo menstrual foi padronizada durante a realização dos testes, a fim de eliminar possíveis fatores que pudessem interferir nos resultados. Os testes foram realizados durante a fase folicular, entre o 1° e 13° dia do ciclo menstrual.

Avaliações isocinéticas

O torque isocinético e o trabalho total foram mensurados pelo Dinamômetro Isocinético *Biodex System III* (Biodex Medical, Inc., Shirley, NY). A taxa de fadiga foi obtida através da comparação entre os valores obtidos do PT e TT nas séries do estudo. A velocidade de movimento foi ajustada para 60 e 180°/s. Antes do teste, cada sujeito realizou um aquecimento em uma bicicleta ergométrica por 5 min. Os sujeitos eram instruídos a selecionarem uma resistência e uma cadência que lhes fossem confortáveis e não os levassem à fadiga (Bottaro *et al.*, 2005; Pincivero *et al.*, 2000).

Com o intuito de minimizar movimentos corpóreos extras que possibilitassem um menor pico de torque, os sujeitos eram colocados na cadeira do dinamômetro em uma posição confortável e fixados a cintos de segurança no tronco, pélvis e coxa (Weir *et al.*, 1996). O epicôndilo lateral do fêmur foi considerado um marcador para alinhar o eixo de rotação do joelho e o eixo de rotação do aparelho. O posicionamento do sujeito na cadeira deveria permitir um movimento livre e confortável de flexão e extensão do joelho. Foi padronizada uma amplitude de movimento de 85°, a partir da extensão terminal. Após o posicionamento do sujeito, as seguintes medidas foram registradas: a) altura da cadeira; b) regulagem do encosto; c) posição da cadeira; d) posição do dinamômetro; e) regulagem 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 eram automaticamente ajustados para gravidade pelo programa Biodex Advantage Software (versão 3.40). A calibração do dinamômetro *Biodex* foi realizada de acordo com as especificações contidas no manual do fabricante.

Análise Estatística dos Dados

A estatística descritiva é dada pela média e desvio padrão. A normalidade dos dados foi avaliada pelo teste de normalidade *Kolmogorov-Smirnov*. Para a avaliação da influência do gênero e do tempo de recuperação nas variáveis dependentes, foi realizada uma análise de variância (ANOVA) fatorial de medidas repetidas 2 X 3 [tempo de recuperação (1 e 2min) x Séries (1^a, 2^a, 3^a)] para cada velocidade considerada (60 e 180°/s) e para cada gênero. 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) feminino a 60°/s ao longo de três séries com 10 extensões isocinéticas unilaterais de joelho com 1 e 2min de intervalo de recuperação (IR). Com 1min de IR, as mulheres apresentaram uma redução significativa de 7,74% no PT da 1^a série para a 2^a série ($p = 0,001$) e de 15,71% da 1^a para a 3^a série ($p = 0,001$). Com 2min de IR, também foi verificada uma redução do PT de 6,04% da 1^a para a 2^a série ($p = 0,001$) e de 11,59% da 1^a para 3^a série ($p = 0,001$). Ambos os IRs possibilitaram uma redução da 2^a para a 3^a série de 8,64% para 1min ($p = 0,001$) e de 5,90% para 2min ($p = 0,002$). Ao se comparar 1 e 2min, constatou-se que 2min permitiu uma melhor manutenção do PT na 2^a ($p = 0,025$) e 3^a séries ($p = 0,017$).

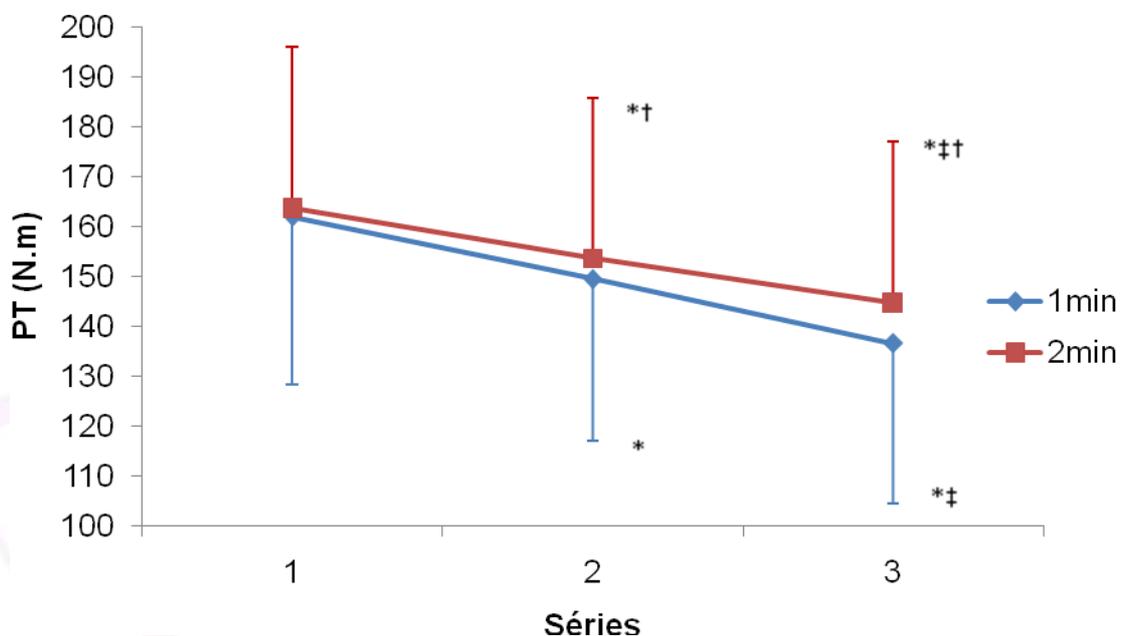


Figura 1- Pico de Torque (PT) feminino a 60°/s nas três séries com 1 e 2min de intervalo de recuperação.

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

A Figura 2 apresenta o comportamento do PT masculino a 60°/s ao longo de três séries com 10 extensões isocinéticas unilaterais do joelho com 1 e 2min de IR. Com exceção da 2ª série, durante o IR de 2min, os homens também apresentaram um comportamento similar do PT. Foi observado uma redução de 8,82% da 1ª para 2ª série ($p = 0,001$), de 18,55% da 1ª para a 3ª ($p = 0,001$) e de 10,67% da 2ª para a 3ª série ($p = 0,001$), com 1min de IR. Durante o IR de 2min, uma queda de 11,28% nos valores do PT foi observada entre a 1ª e 3ª série ($p = 0,001$) e de 7,11% entre a 2ª e 3ª série ($p = 0,001$). Ao se comparar 1 e 2min, verificamos que 2min permitiu uma melhor manutenção do PT na 2ª ($p = 0,011$) e 3ª séries ($p = 0,001$).

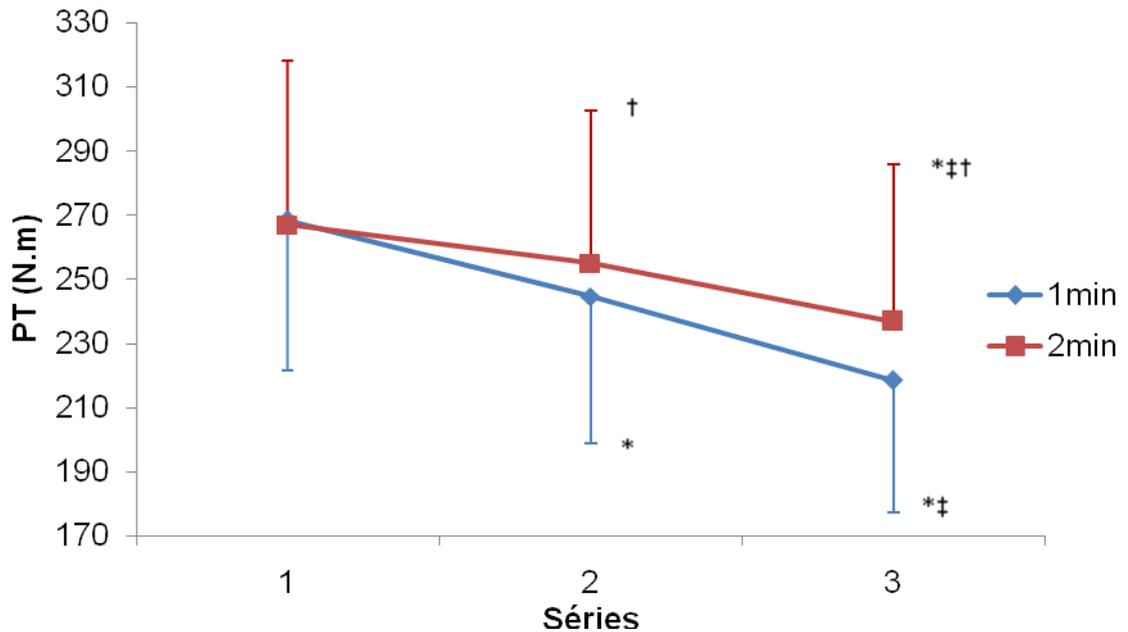


Figura 2- Pico de Torque (PT) masculino a 60°/s nas três séries com 1 e 2min de intervalo de recuperação.

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

A Figura 3 apresenta o comportamento do PT feminino a 180°/s ao longo de três séries com 10 extensões isocinéticas unilaterais do joelho com 1 e 2min de IR. Com 1min de IR, as mulheres somente apresentaram uma redução significativa de 3,63% da 1ª para 3ª série ($p = 0,002$). Durante o IR de 2min, não houve redução significativa do PT ao longo das séries no gênero feminino. Diferentemente do PT na velocidade de 60°/s, não houve diferenças ($p \leq 0,05$) entre as séries ao se comparar 1 e 2min na velocidade de 180°/s.

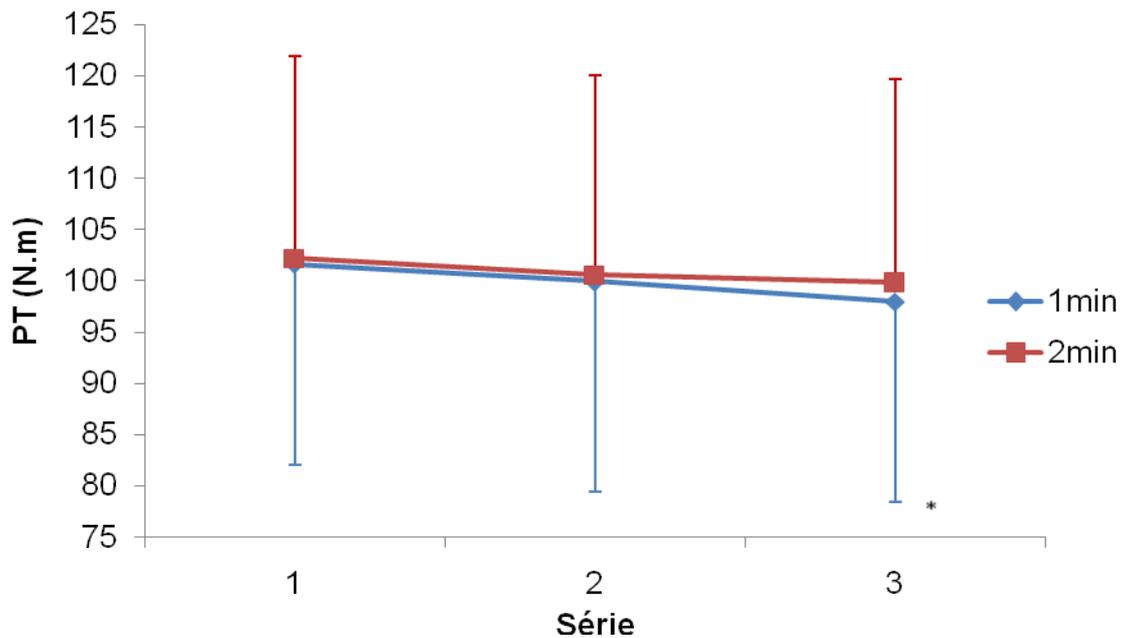


Figura 3- Pico de Torque (PT) feminino a 180°/s nas três séries com 1 e 2min de intervalo de recuperação.

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

A Figura 4 apresenta o comportamento do PT masculino a 180°/s ao longo de três séries com 10 extensões isocinéticas unilaterais do joelho com 1 e 2min de IR. Com 1min de IR, os homens apresentaram uma redução de 3,86% da 1ª para 2ª série ($p = 0,001$), de 6,53% da 1ª para 3ª série ($p = 0,001$) e de 2,77% da 2ª para 3ª série ($p = 0,016$). Com o IR de 2min, não houve diferenças significantes ($p \leq 0,05$) na comparação entre as séries. Ao se comparar 1 e 2min, não foi verificada nenhuma diferença do PT entre as séries nos intervalos de 1 e 2min.

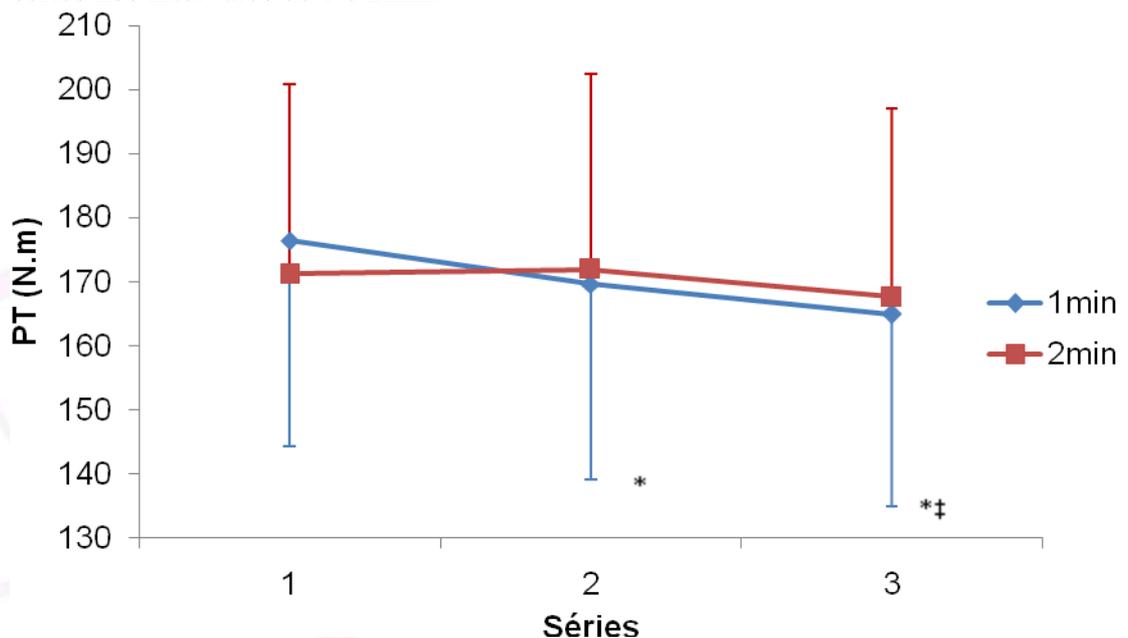


Figura 4- Pico de Torque (PT) masculino a 180°/s nas três séries com 1 e 2min de intervalo de recuperação.

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

DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi o de investigar a influência de dois diferentes intervalos de recuperação (IR) – 1 e 2min – na fadiga muscular em homens e mulheres, durante um protocolo de treinamento isocinético de quadríceps caracterizado por três séries de 10 extensões do joelho. O principal achado deste estudo foi que um maior IR (2min) permitiu uma melhor recuperação dos parâmetros da força muscular (PT) em homens e mulheres, ao longo das três séries de 10 contrações isocinéticas concêntricas do quadríceps. Contudo, mesmo 2min de intervalo não foi suficiente para proporcionar a completa recuperação do PT na velocidade de 60°/s em ambos os grupos. Já a 180°/s, 2min de IR permitiu uma completa recuperação do PT, tanto no gênero feminino quanto no masculino.

Esses resultados estão de acordo com outros estudos reportados na literatura. Pincivero *et al.* (1997;1998b) e Touey *et al.* (1994), por exemplo, também reportaram que intervalos de recuperação de 30 e 60s não possibilitaram uma completa recuperação do PT do quadríceps em protocolos de treinamento isocinético.

Diferentemente dos achados do presente estudo, Bottaro *et al.* (2005), ao estudar idosos, e Parcell *et al.* (2002), ao estudar adultos jovens, mostraram que 30 e 60s, respectivamente, são suficientes para recuperar o PT entre séries de contrações isocinéticas concêntricas do quadríceps. No entanto, esses estudos utilizaram um protocolo de 2 séries e 4 repetições, enquanto o presente estudo usou um de 3 séries de 10 repetições.

Em um recente estudo com mulheres jovens e idosas, Theou *et al.* (2008) demonstraram que 60s de IR entre três séries de contrações isocinéticas concêntricas do quadríceps a 60°/s era suficiente para recuperar o PT. Esses achados divergem do presente estudo, no qual 1min não foi suficiente para a manutenção do PT a 60°/s no gênero feminino. Talvez, a grande diferença entre as médias do PT do estudo de Theou *et al.* (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 uma maior oclusão vascular proveniente de uma maior produção absoluta de força. A maior 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 maior período de tempo.

Recentemente, Ernesto *et al.* (2009) avaliaram 20 idosos ($66,9 \pm 3,9$ anos) em três séries de 10 contrações isocinéticas concêntricas do quadríceps a 60°/s. Os autores verificaram que 2min de IR foram suficientes para manutenção do PT nas três séries. No presente estudo, os sujeitos, jovens e 40% mais fortes do que os sujeitos do estudo de Ernesto *et al.* (2009), não conseguiram manter o PT durante o protocolo de exercícios.

Na tentativa de melhor compreender os efeitos do IR na recuperação da força muscular, Pincivero *et al.* (1998a) demonstraram uma redução significativa do PT, quando um IR de 40s foi utilizado em 4 séries de 10 repetições concêntricas de quadríceps e isquiotibiais a 90°/s em 15 jovens destreinados (8 homens e 7 mulheres). Entretanto, quando um IR de 160s foi empregado, os autores não verificaram uma redução significativa nas variáveis consideradas. Como conclusão, os autores reportaram que um IR de 160s 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.

No presente estudo, a única taxa de trabalho e recuperação que possibilitou a manutenção da força muscular (PT e TT) ao longo das três séries foi de 1:12 (IR de 2min a 180°/s) em ambos os gêneros. Talvez, os diferentes achados se devam ao fato de ter sido usado um protocolo diferente do de Pincivero *et al.* (1998a). Além disso, possivelmente Pinciveiro *et al.* (1998a) utilizaram dois grupos independentes, uma amostra relativamente pequena ($n = 7$ e 8) e homens e mulheres no mesmo grupo, sendo que vários estudos demonstraram que o gênero feminino é mais resistente à fadiga que o masculino (Esbjornsson-Liljedahl *et al.*, 2002; Hunter *et al.*, 2004a; Pincivero *et al.*, 2003a; Wust *et al.*, 2008).

Touey *et al.* (1994) também avaliaram o efeito de quatro IRs (30, 60, 120 e 240s) durante 4 séries de 10 contrações isocinéticas de quadríceps e isquiotipiais no PT e TT a 60 e 180°/s em 28 homens (idade média de 20,3 anos). A 60°/s, os IRs de 30 e 60s não foram suficientes para a manutenção do TT e PT. O TT caiu, aproximadamente, 34% entre a primeira e quarta série com IR de 30s. A 180°/s não há dados sobre o PT e TT do quadríceps. Para os isquiotipiais, houve uma melhor manutenção do PT e TT no IR de 120 e 240s. Os autores concluíram que um IR de 2min (120s) é suficiente para otimizar a performance muscular. Esses resultados estão em conformidade com os do presente estudo, uma vez que o IR de 2min foi superior a 1min na manutenção do PT e TT.

Estudos envolvendo movimentos isoinerciais (Kraemer, 1997; Rahimi, 2005; Ratamess *et al.*, 2007; Willardson & Burkett, 2005) obtiveram resultados similares aos estudos com movimentos isocinéticos. Esses estudos com exercícios isoinerciais reportaram que 1min de IR não é suficiente para evitar a fadiga muscular em protocolos de treinamento. Por outro lado, Matuszak *et al.* (2003) e Weir *et al.* (1994) verificaram não haver diferenças entre 1min e intervalos maiores em protocolos de avaliação da força muscular, menos fatigantes que protocolos de treinamento. Como citado anteriormente, estudos envolvendo movimentos isocinéticos que tiveram como objetivo medir a força muscular também não reportaram haver diferenças entre IRs curtos e longos (Bottaro *et al.*, 2005; Parcell *et al.*, 2002).

Segundo Willardson (2006), o IR deve propiciar uma suficiente recuperação das fontes de energia (i.e., adenosina trifosfato [ATP] e fosfocreatina [CP]), possibilitar a remoção dos subprodutos da contração muscular que levam à fadiga (i.e, íons de H^+) e restabelecer a força muscular. Geralmente, um IR muito curto 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 (Larson & Potteiger, 1997). Além disso, o desempenho muscular nas séries subsequentes está diretamente relacionado ao tempo de descanso entre as séries (Willardson & Burkett, 2006).

Desse modo, o intervalo de recuperação desempenha um importante papel na prescrição de exercícios resistidos. O IR deve ser manipulado não apenas para se

possibilitar a recuperação muscular, mas, também, para possibilitar adaptações específicas. Larson & Potteiger (1997) e Woods *et al.* (2004) pontuam que um grande IR entre as séries permite um maior restabelecimento das vias energéticas e é mais indicado para o desenvolvimento da força muscular.

Um dos principais objetivos de se praticar exercícios resistidos é o desenvolvimento da força e massa musculares. Esse desenvolvimento só pode ser potencializado por meio de uma correta manipulação do volume de treinamento (Peterson *et al.*, 2005; Rhea *et al.*, 2002). Nesse sentido, Rhea *et al.* (2002) destacaram que a utilização de séries múltiplas é superior ao uso de série simples, a fim de promover um maior volume de treinamento e otimizar o ganho de força e massa musculares. Destaca-se, assim, o importante papel desempenhado pelo IR, sendo que o maior volume de treinamento das séries múltiplas só pode ser alcançado se o IR entre as séries for suficiente para restaurar a força muscular. De fato, alguns estudos experimentais, que verificaram as adaptações crônicas no aumento da força muscular, constataram que um maior IR possibilitou um maior volume e, conseqüentemente, potencializou o ganho de força muscular (Hill-Haas *et al.*, 2007; Pincivero *et al.*, 1997; Robinson *et al.*, 1995; Willardson & Burkett, 2008).

No que se refere à questão das diferenças entre os gêneros na produção de força e fadiga musculares, 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 (Esbjornsson-Liljedahl *et al.*, 1999; Esbjornsson-Liljedahl *et al.*, 2002; Hewett *et al.*, 2008; Hunter *et al.*, 2004a; Jackson & Pollock, 1978; Kanehisa *et al.*, 1994; Kanehisa *et al.*, 1996; Pincivero *et al.*, 2000; Pincivero *et al.*, 2001b; Staron *et al.*, 2000; Wust *et al.*, 2008).

Conforme Komi e Karlsson (1978) as diferenças na produção de força dos homens em relação às mulheres pode ser explicada, em parte, por uma maior concentração de algumas enzimas. Um outro fator abordado por esses autores refere-se à incapacidade do gênero feminino em recrutar todas as unidades motoras disponíveis. A maior capacidade dos homens em recrutar um maior número de unidades motoras também foi demonstrada em estudo mais recente por Hunter *et al.* (2004a). Como a produção de força é altamente dependente da ativação neural, uma menor ativação neural leva a uma menor produção de força nas mulheres. As diferenças no tamanho da fibra muscular, a menor ativação neural e uma concentração inferior de testosterona podem explicar a menor produção de força no gênero feminino (Komi & Karlsson, 1978).

Kanehisa *et al.* (1994; 1996) relataram uma menor produção de força por área de secção transversa em extensões e flexões isocinéticas (60°/s) de joelho nas mulheres, quando comparadas aos homens. Outra característica apontada pelos autores é que o quadril mais largo das mulheres adultas aumenta o ângulo no qual o fêmur se articula. Esta característica resulta em um maior ângulo Q¹ que promove nas mulheres uma maior desvantagem biomecânica, particularmente quando realizam a extensão de joelho (Kanehisa *et al.*, 1994).

Em um interessante trabalho sobre as diferenças entre os gêneros na fadiga muscular, Wust *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

¹ O ângulo Q é o ângulo formado pela linha média do fêmur e a linha medial da patela com a tuberosidade da tibia.

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 1s a cada 1s, no segundo teste um estímulo de 1s cada 0,5s 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.*, 2001b) e Ryushi *et al.* (1988). 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) (Esbjornsson-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 (Esbjornsson-Liljedahl *et al.*, 1999). Contudo, Esbjornsson-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 às mulheres.

Por fim, uma interessante distinção entre os gêneros é apontada por Brown *et al.* (1995). Esses autores constataram que, durante exercícios isocinéticos, as mulheres, quando comparadas aos homens, apresentam uma menor amplitude na fase isocinética do movimento (*Load Range* - LR). O movimento isocinético é constituído basicamente de três fases: aceleração, LR e desaceleração. Como não há diferenças na fase de desaceleração, a única forma de se variar o LR é através de uma diferença na fase de aceleração do movimento (Brown, L. E. *et al.*, 1995).

De fato, existe uma diferença entre os gêneros na aceleração. Lanza *et al.* (2003), ao compararem homens e mulheres, observaram uma melhor capacidade de desenvolver velocidade nos homens. Hewett *et al.* (2008) demonstraram uma maior discrepância entre os gêneros no PT dos músculos da coxa (isquiotibiais e quadríceps) quanto maior a velocidade do teste isocinético. Pode-se inferir a partir desse achado que quanto maior a velocidade, maior a discrepância entre os gêneros.

A maior capacidade de aceleração dos homens também foi observada no presente estudo, principalmente na velocidade de 180°/s, em que o gênero masculino atingiu a velocidade de 180°/s de 20 a 30% mais rápido que o gênero oposto. Essa observação pode explicar a maior discrepância entre os gêneros na taxa de fadiga na velocidade de 180°/s.

CONCLUSÃO

No presente estudo, tanto 1 como 2min não foram suficientes para recuperar nenhuma das variáveis consideradas, o pico de torque (PT) e o trabalho total (TT), em três séries de 10 extensões isocinéticas unilaterais do joelho a 60°/s, tanto em homens como em mulheres. Na velocidade de 180°/s, a manutenção do PT e TT só foi possível com 2min de IR (taxa de trabalho recuperação de 1:12) em ambos os gêneros. Porém, devido a uma maior resistência muscular no gênero feminino, destaca-se a possibilidade de se utilizar intervalos de recuperação mais curtos nessa população. Este fato pode contribuir para uma melhor adesão das mulheres à prática de exercícios resistidos, uma vez que o tempo gasto nas academias e centros de *fitness* pode ser reduzido sem prejuízo às adaptações no ganho de força e massa musculares.

REFERÊNCIAS

- ACSM. (2009). American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*, 41(3), 687-708.
- Bottaro, M., Russo, A., & Oliveira, R. J. (2005). The effects of rest interval on quadriceps torque during an isokinetic testing protocol in elderly. *Journal of Sports Science and Medicine*, 4, 285-290.
- Bottaro, M., Machado, S. N., Nogueira, W., Scales, R., & Veloso, J. (2007). Effect of high versus low-velocity resistance training on muscular fitness and functional performance in older men. *Eur J Appl Physiol*, 99(3), 257-264.
- Bottaro, M., Martins, B., Gentil, P., & Wagner, D. (2009). Effects of rest duration between sets of resistance training on acute hormonal responses in trained women. *J Sci Med Sport*, 12(1), 73-78.
- Brown, L. E., Whitehurst, M., Gilbert, R., & Buchalter, D. N. (1995). The effect of velocity and gender on load range during knee extension and flexion exercise on an isokinetic device. *J Orthop Sports Phys Ther*, 21(2), 107-112.
- Davies, G. J., Heiderscheit, B., & Brinks, K. (2003). Test interpretation. In *Isokinetics in human performance* (1^a ed., pp. 3-24). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Ernesto, C., Bottaro, M., M., S. F., Sales, M. P. M., Celes, R. S., & Oliveira, R. J. (2009). Efeitos de diferentes intervalos de recuperação no desempenho muscular isocinético em idosos. *Rev Bras Fisioter.*, 13(1), 65-72.
- Esbjornsson-Liljedahl, M., Bodin, K., & Jansson, E. (2002). Smaller muscle ATP reduction in women than in men by repeated bouts of sprint exercise. *J Appl Physiol*, 93(3), 1075-1083.
- Evans, W. J. (1999). Exercise training guidelines for the elderly. *Med Sci Sports Exerc*, 31(1), 12-17.
- Faigenbaum, A. D., Ratamess, N. A., McFarland, J., Kaczmarek, J., Coraggio, M. J., Kang, J., & Hoffman, J. R. (2008). Effect of rest interval length on bench press performance in boys, teens, and men. *Pediatr Exerc Sci*, 20(4), 457-469.
- Garcia-Lopez, D., de Paz, J. A., Moneo, E., Jimenez-Jimenez, R., Bresciani, G., & Izquierdo, M. (2007). Effects of Short vs. Long Rest Period Between Sets on Elbow-Flexor Muscular Endurance During Resistance Training to Failure. *J Strength Cond Res*, 21(4), 1320-1324.
- Hakkinen, K., Kraemer, W. J., Newton, R. U., & Alen, M. (2001). Changes in electromyographic activity, muscle fibre and force production characteristics during

heavy resistance/power strength training in middle-aged and older men and women. *Acta Physiol Scand*, 171(1), 51-62.

Hakkinen, K., Pakarinen, A., Hannonen, P., Hakkinen, A., Airaksinen, O., Valkeinen, H., & Alen, M. (2002). Effects of strength training on muscle strength, cross-sectional area, maximal electromyographic activity, and serum hormones in premenopausal women with fibromyalgia. *J Rheumatol*, 29(6), 1287-1295.

Hill-Haas, S., Bishop, D., Dawson, B., Goodman, C., & Edge, J. (2007). Effects of rest interval during high-repetition resistance training on strength, aerobic fitness, and repeated-sprint ability. *J Sports Sci*, 25(6), 619-628.

Hunter, S. K., Critchlow, A., Shin, I. S., & Enoka, R. M. (2003). Fatigability of the elbow flexor muscles for a sustained submaximal contraction is similar in men and women matched for strength. *J Appl Physiol*, 96(1), 195-202.

Hunter, S. K., Critchlow, A., & Enoka, R. M. (2004a). Influence of aging on sex differences in muscle fatigability. *J Appl Physiol*, 97(5), 1723-1732.

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(6), 2125-2132.

Hunter, S. K., Butler, J. E., Todd, G., Gandevia, S. C., & Taylor, J. L. (2006). Supraspinal fatigue does not explain the sex difference in muscle fatigue of maximal contractions. *J Appl Physiol*, 101(4), 1036-1044.

Kanehisa, H., Ikegawa, S., & Fukunaga, T. (1994). Comparison of muscle cross-sectional area and strength between untrained women and men. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 68(2), 148-154.

Kanehisa, H., Okuyama, H., Ikegawa, S., & Fukunaga, T. (1996). Sex difference in force generation capacity during repeated maximal knee extensions. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 73(6), 557-562.

Keleman, M. H., Stewart, K. j., & Gillian, R. E. (1986). Circuit weight training in cardiac patients. *J American College of Cardiology*, 7, 38-42.

Komi, P. V., & Karlsson, J. (1978). Skeletal muscle fibre types, enzyme activities and physical performance in young males and females. *Acta Physiol Scand*, 103(2), 210-218.

Kraemer, W. J. (1997). A series of studies: The physiological basis for strength training in American football: Fact over philosophy. *J Strength Cond Res*, 11, 131-142.

Lanza, I. R., Towse, T. F., Caldwell, G. E., Wigmore, D. M., & Kent-Braun, J. A. (2003). Effects of age on human muscle torque, velocity, and power in two muscle groups. *J Appl Physiol*, 95(6), 2361-2369.

Larson, G. D. J. r., & Potteiger, J. A. (1997). A comparison three different rest intervals between multiples squat bouts. *J Strength Cond Res*, 11(2), 115-118.

Matuszak, M. E., Fry, A. C., Weiss, L. W., Ireland, T. R., & McKnight, M. M. (2003). Effect of rest interval length on repeated 1 repetition maximum back squats. *J Strength Cond Res*, 17(4), 634-637.

Miranda, H., Fleck, S. J., Simao, R., Barreto, A. C., Dantas, E. H., & Novaes, J. (2007). Effect of two different rest period lengths on the number of repetitions performed during resistance training. *J Strength Cond Res*, 21(4), 1032-1036.

Parcell, A. C., Sawyer, R. D., Tricoli, V. A., & Chinevere, T. D. (2002). Minimum rest period for strength recovery during a common isokinetic testing protocol. *Med Sci Sports Exerc*, 34(6), 1018-1022.

- Peterson, M. D., Rhea, M. R., & Alvar, B. A. (2005). Applications of the dose-response for muscular strength development: a review of meta-analytic efficacy and reliability for designing training prescription. *J Strength Cond Res*, 19(4), 950-958.
- Pincivero, D. M., Lephart, S. M., & Karunakara, R. G. (1997). Effects of rest interval on isokinetic strength and functional performance after short-term high intensity training. *Br J Sports Med*, 31(3), 229-234.
- Pincivero, D. M., Lephart, S. M., & Karunakara, R. G. (1998a). Effects of intrasession rest interval on strength recovery and reliability during high intensity exercise. *J Strength Cond Res*, 12(3), 152-156.
- Pincivero, D. M., Lephart, S. M., & Karunakara, R. G. (1998b). Effects of intrasession rest interval length on strength recovery and reliability during high intensity exercise. *J Strength Cond Res*, 12(3), 152-156.
- Pincivero, D. M., Gear, W. S., Sterner, R. L., & Karunakara, R. G. (2000). Gender differences in relationship between quadriceps work and fatigue during high-intensity exercise. *J Strength Cond Res*, 14(2), 202-206.
- Pincivero, D. M., Gear, W. S., & Sterner, R. L. (2001a). Assessment of the reliability of high-intensity quadriceps femoris muscle fatigue. *Med Sci Sports Exerc*, 33(2), 334-338.
- Pincivero, D. M., Campy, R. M., Salfetnikov, Y., Bright, A., & Coelho, A. J. (2001b). Influence of contraction intensity, muscle, and gender on median frequency of the quadriceps femoris. *J Appl Physiol*, 90(3), 804-810.
- Pincivero, D. M., FACSM., Gandaio, C., & Ito, Y. (2002). Gender specific response of knee extensor and flexor torque and fatigue during maximal contractions. [Poster]. *Med Sci Sports Exerc*, 34(5), Supplement.
- Pincivero, D. M., Gandaio, C. M., & Ito, Y. (2003a). Gender-specific knee extensor torque, flexor torque, and muscle fatigue responses during maximal effort contractions. *Eur J Appl Physiol*, 89(2), 134-141.
- Pincivero, D. M., Campy, R. M., & Coelho, A. J. (2003b). Knee flexor torque and perceived exertion: a gender and reliability analysis. *Med Sci Sports Exerc*, 35(10), 1720-1726.
- Pincivero, D. M., Coelho, A. J., & Campy, R. M. (2004). Gender differences in perceived exertion during fatiguing knee extensions. *Med Sci Sports Exerc*, 36(1), 109-117.
- Rahimi, R. (2005). Effect of different rest intervals on the exercise volume completed during squat bouts. *Journal of Sports Science and Medicine*, 4, 361-366.
- Ratamess, N. A., Falvo, M. J., Mangine, G. T., Hoffman, J. R., Faigenbaum, A. D., & Kang, J. (2007). The effect of rest interval length on metabolic responses to the bench press exercise. *Eur J Appl Physiol*, 100(1), 1-17.
- Rhea, M. R., Alvar, B. A., & Burkett, L. N. (2002). Single versus multiple sets for strength: a meta-analysis to address the controversy. *Res Q Exerc Sport*, 73(4), 485-488.
- Richmond, S. R., & Godard, M. P. (2004). The effects of varied rest periods between sets to failure using the bench press in recreationally trained men. *J Strength Cond Res*, 18(4), 846-849.
- Robinson, J. M., Stone, M. H., Johnson, R. L., Penland, C. M., Warren, B. J., & Lewis, R. D. (1995). Effects of different weight training exercise/rest interval on strength, power and high intensity exercise endurance. *J Strength Cond Res*, 9(4), 216-221.
- Staron, R. S., Hagerman, F. C., Hikida, R. S., Murray, T. F., Hostler, D. P., Crill, M. T., Ragg, K. E., & Toma, K. (2000). Fiber type composition of the vastus lateralis muscle of young men and women. *J Histochem Cytochem*, 48(5), 623-629.

- Stewart, K. j., Mason, M., & Keleman, M. H. (1988). Three-year participation in circuit weight-training improves strenght and self-efficacy in cardiac patients. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation*, 8, 292-296.
- Taylor, J. L., & Gandevia, S. C. (2008). A comparison of central aspects of fatigue in submaximal and maximal voluntary contractions. *J Appl Physiol*, 104(2), 542-550.
- Theou, O., Gareth, J. R., & Brown, L. E. (2008). Effect of rest interval on strength recovery in young and old women. *J Strength Cond Res*, 22(6), 1876-1881.
- Touey, P. R., Sforzo, G. A., & McManis, B. G. (1994). Effect of manipulating of rest periods on isokinetic muscle performance. *Med Sci Sports Exerc*, 26(5), S170.
- Van Etten, L. M., Verstappen, F. T., & Westerterp, K. R. (1994). Effect of body build on weight-training-induced adaptations in body composition and muscular strength. *Med Sci Sports Exerc*, 26(4), 515-521.
- Weir, J. P., Wagner, L. L., & Housh, T. J. (1994). The effect of rest interval lenght on repeated maximal bench presses. *J Strength Cond Res*, 8, 58-60.
- Weir, J. P., Evans, S. A., & Housh, M. L. (1996). The effect of extraneous movements on peak torque and constant joint angle torque-velocity curves. *J Orthop Sports Phys Ther*, 23(5), 302-308.
- Wernbom, M., Augustsson, J., & Thomee, R. (2007). The influence of frequency, intensity, volume and mode of strength training on whole muscle cross-sectional area in humans. *Sports Med*, 37(3), 225-264.
- Willardson, J. M., & Burkett, L. N. (2005). A comparison of 3 different rest intervals on the exercise volume completed during a workout. *J Strength Cond Res*, 19(1), 23-26.
- Willardson, J. M. (2006). A brief review: factors affecting the length of the rest interval between resistance exercise sets. *J Strength Cond Res*, 20(4), 978-984.
- Willardson, J. M., & Burkett, L. N. (2006). The effect of rest interval length on the sustainability of squat and bench press repetitions. *J Strength Cond Res*, 20(2), 400-403.
- Willardson, J. M., & Burkett, L. N. (2008). The effect of different rest intervals between sets on volume components and strength gains. *J Strength Cond Res*, 22(1), 146-152.
- Woods, S., Bridge, T., Nelson, D., Risse, K., & Pincivero, D. M. (2004). The effects of rest interval length on ratings of perceived exertion during dynamic knee extension exercise. *J Strength Cond Res*, 18(3), 540-545.
- Wust, R. C., Morse, C. I., de Haan, A., Jones, D. A., & Degens, H. (2008). Sex differences in contractile properties and fatigue resistance of human skeletal muscle. *Exp Physiol*, 93(7), 843-850.

Martim Bottaro
 Universidade de Brasília (UnB)
 Faculdade de Ed. Física (FEF)
 Campus Universitário Darcy Ribeiro
 Brasília-DF, 70.919-970, Brazil
 Tel. +55 61-307-2085 Ext: 209
 Email: martim@unb.br

Apresentação Oral.
 Recurso audiovisual: Data Show