

INFLUÊNCIA DA ORDEM DE EXECUÇÃO DE EXERCÍCIOS DE TREINAMENTO DE FORÇA NO DANO MUSCULAR EM HOMENS TREINADOS

Pedro Paulo Gattai Gomes¹, Juliana Ferreira Conrado², Martin Rodrigo Alejandro Wurtele Afonso³, Reury Frank Bacurau⁴, Sandro Soares de Almeida², Ronaldo de Carvalho Araújo², Denis Foschini¹

RESUMO

Objetivo: Analisar os efeitos da alteração na ordem habitual de execução de exercícios do treinamento de força sobre o dano muscular, número de repetições e dor muscular de início tardio (DMIT) em jovens adultos treinados.

Métodos: Dez jovens adultos saudáveis com experiência mínima de 6 meses em treinamento de força para hipertrofia muscular foram divididos aleatoriamente em 2 grupos: Grupo Controle (GC, Peitoral→Tríceps) e Grupo Experimental (GE, Tríceps→Peitoral). Realizaram sessão de testes de força nos aparelhos selecionados (supino e tríceps máquina), sendo determinada a carga de contração voluntária máxima (CVM) nos exercícios. Na semana seguinte, os grupos realizaram 8 séries por exercício a 75% da CVM. O intervalo entre séries foi de 1 minuto e entre exercícios de 3 minutos. Foram considerados indicativos de dano muscular: aumento na concentração plasmática de creatina quinase (CK) e redução no número de repetições (RNR) entre séries subsequentes. A DMIT foi analisada por aplicação de escala de percepção subjetiva de dor. Foram coletadas 3 amostras de sangue: 30 minutos antes da sessão, imediatamente após e 24 horas da mesma sessão. Análise estatística foi feita por Test t de student e ANOVA one-way.

Resultados: Os níveis de CK aumentaram apenas no GC 24 horas após a sessão ($p < 0.05$). O volume total de treinamento (VTT) do GC foi maior comparado ao GE. A RNR foi maior no GE em ambos os exercícios.

Conclusão: Concluímos que a ordem de execução de exercícios do treinamento de força influencia: VTT e dano muscular, mas não a DMIT.

Palavras-chave: Dor muscular de início tardio, músculo esquelético, hipertrofia.

1-Universidade Metodista de São Paulo, São Bernardo do Campo, SP

2-Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, SP

ABSTRACT

Influence of exercise order of strength training on muscle damage in trained men

Objective: Analyze the effects of change in the usual order of strength training on muscle damage, number of repetitions and late-onset muscle soreness (DOMS) in young adults trained. **Methods:** Ten healthy young adults with at least 6 months experience in strength training leading to muscle hypertrophy were divided randomly into two groups: Control Group (CG, Chest→Triceps), and Experimental Group (EG, Triceps→Chest). The subjects initiated a session of strength tests (bench press and triceps machine) to determine the load of maximum voluntary contraction (MVC) in exercises. In following week, the groups performed eight sets of each exercise at 75% MVC. Were allowed to pause for 1 minute between the bouts and for 3 minutes between exercises. We considered increases in plasma creatine kinase (CK) and a reduction in the number of repetitions (RNR) between subsequent sets as an indicative of muscle damage. DOMS was assessed using a subjective perception of pain scale. 3 blood samples, the first 30 minutes before the session, another immediately after the session and a third 24 hours after the same session were taken. For statistical analysis we used the Student t test and ANOVA. **Results:** CK levels increased only in the GC 24 hours after the session ($p < 0.05$). The total volume of training (VTT) of GC was higher compared to GE. The RNR was higher in the GE in both exercises. **Conclusion:** We conclude that the execution order of strength training exercises influence the VTT and muscle damage, but not the DOMS.

Key words: Delayed onset muscle soreness, muscle skeletal, hypertrophy.

3-Universidade Federal de São Paulo, São José dos Campos, SP

4-Universidade de São Paulo, São Paulo, SP

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas os efeitos benéficos do exercício físico têm sido evidenciados, demonstrando melhora na qualidade de vida de seus praticantes.

Dentre os tipos de exercício físico praticados para aumento da performance ou melhora da saúde, o treinamento de força (musculação) se destaca como a mais procurada em academias.

Um dos seus benefícios já conhecidos decorrente da prática do treinamento de força é a manutenção ou aumento da massa magra, o qual desempenha funções primordiais no organismo, incluindo a manutenção da postura, locomoção, produção de calor, entre outras (Carmeli e colaboradores, 2004).

O treinamento de força também é muito procurado para melhora de aspectos estéticos, porém mecanismos que justificam estas adaptações ainda não são completamente entendidos.

De maneira geral, a realização do treinamento de força de alta intensidade e/ou com volume elevado, expõe a célula muscular a elevados níveis de estresse. Tal fato tem sido relacionado a uma maior incidência de dano na musculatura esquelética em decorrência de uma série de respostas mecânicas e bioquímicas, que culminam no rompimento da integridade estrutural e funcional das fibras musculares ativas. Isso ocorre em virtude de aumentos no metabolismo e recrutamento da musculatura esquelética (Willoughby, Vanenk, Taylor, 2003).

Além disso, durante a contração muscular há aumento na síntese de diversas substâncias com propriedades tóxicas que compreendem as espécies reativas de oxigênio (EROs) e de nitrogênio (ERNs) e quando não eliminadas também podem induzir o dano muscular (Palazzetti e colaboradores, 2003).

A força muscular é uma variável da aptidão física relacionada à saúde e/ou performance, em outras palavras, a hipertrofia muscular corrobora a capacidade funcional do indivíduo na realização das atividades do dia-a-dia por promover aumento da força.

Contudo, algumas vias da hipertrofia muscular ainda não são totalmente entendidas. Um estudo realizado por Clarkson e Hubal (2002) associaram a hipertrofia

muscular à microlesões (dano muscular) decorrentes da realização sistemática do treinamento de força.

As características morfológicas e ultraestruturais do dano muscular induzido pelo exercício estão bem documentadas em modelos animais e humanos.

Do ponto de vista histológico, o músculo lesado pode ser caracterizado pelo rompimento miofibrilar, estrutura irregular das linhas "Z", rompimento do sarcolema, localização irregular de organelas, aumento da densidade mitocondrial e do conteúdo de proteínas miofibrilares e citoesqueléticas (Cruzat e colaboradores, 2007).

O surgimento de proteínas intracelulares na corrente sanguínea, como creatina quinase (CK), tem sido considerado um indicativo de dano às fibras musculares (Tee, Bosch, Lambert, 2007), particularmente ao sarcolema, uma vez que essas proteínas não possuem a capacidade de ultrapassar a membrana sarcoplasmática (Tricoli, 2001).

Segundo o próprio autor, a Dor Muscular de Início Tardio (DMIT) é caracterizada como uma sensação de desconforto e/ou dor na musculatura esquelética que ocorre algumas horas após a prática da atividade física. Geralmente a ocorrência do dano muscular é acompanhada por uma resposta inflamatória, a qual é caracterizada por ocorrer de forma aguda e local, favorecendo a cicatrização e recuperação do local lesionado (Da Nobrega, 2005).

Foi demonstrado em indivíduos destreinados que após a realização do treinamento de força, especialmente com intensidade e volume altos, poderão surgir sintomas de DMIT (Nosaka e Newton, 2002).

Esses sintomas podem estar associados ao dano na fibra muscular esquelética (Armstrong, 1984 e MacIntyre, Reid, McKenzie, 1995).

Para combater e reparar o dano muscular, células do sistema imune (neutrófilos e macrófagos) migram para o local durante o processo inflamatório, promovendo a proliferação e diferenciação de células satélites (Lapointe, Frémont, Côté, 2002).

Os mediadores da resposta inflamatória (prostaglandinas, histaminas) também sinalizam as células satélites. Essas células fazem parte de uma população de células com grande atividade mitogênica que contribuem

dentre outras coisas para o reparo de fibras musculares danificadas e para manutenção do músculo esquelético adulto.

Enquanto o tecido muscular mantém-se livre de lesões, as células satélites permanecem quiescentes, porém após o dano muscular elas são ativadas, proliferando-se (algumas sofrem diferenciação imediata, sem divisão prévia, já outras se proliferam primeiro, gerando uma célula filha para diferenciação e outra para futura proliferação) e expressando marcadores da linhagem miogênica. Neste estado, também são denominados mioblastos.

Essas células se difundem à fibra muscular para gerar novos mionúcleos. Após a diferenciação das células satélites em mioblastos, essas se difundem na fibra muscular formando novos núcleos (mionúcleos), o que favorece o processo de hipertrofia muscular (Adams, 2002).

Pois com o aumento de novos núcleos, aumentam-se as possibilidades de síntese proteica, pois os processos de transcrição e tradução do RNAm são iniciados nos núcleos das células musculares. Este processo é denominado hipertrofia miofibrilar ou crônica (Rantanen e colaboradores, 1995).

Os métodos de investigação utilizados para análise dos danos causados ao músculo induzidos pelo treinamento de força podem ser efetuados através de determinações diretas e indiretas.

Os métodos diretos são realizados por meio da análise de amostras do músculo esquelético ou através de imagens obtidas por ressonância magnética.

Já os métodos indiretos mais usados para analisar o dano muscular são: 1. Registro dos valores encontrados em um teste de contração voluntária máxima (1RM); 2. A mensuração da dor muscular de início tardio (DMIT) através de escalas de percepção subjetiva de dor (Clarkson e Hubal, 2002); 3. Decréscimo da amplitude de movimento; 4. Redução no número de repetições comparada ao volume total de treinamento (carga utilizada X número de séries X número de repetições); 5. Aumento de marcadores de degradação de proteína na urina (3-metilhistidina [3-MH]); 6. Da atividade no soro de proteínas musculares como a creatina quinase (CK) e a lactato desidrogenase (LDH); 7. Aumento de marcadores inflamatórios (proteína C-reativa e citocinas pró-inflamatórias) e dos perímetros corporais (Bloomer, 2007).

Os métodos indiretos adotados para análise do dano muscular são os mais utilizados nos estudos em função da facilidade para sua realização e, sobretudo, pelo baixo custo quando comparados aos métodos diretos.

O mais utilizado entre esses métodos é a análise das concentrações plasmáticas de proteínas musculares (p. ex., CK e LDH) (Nosaka e Newton, 2002).

A CK e LDH são duas enzimas envolvidas no metabolismo muscular, essas enzimas são citoplasmáticas e, em condições normais, não têm a capacidade de atravessar a membrana sarcoplasmática (Nosaka e Newton, 2002).

Com isso, o aumento da concentração plasmáticas de uma ou mais dessas enzimas no plasma é um indicativo de dano muscular.

Contudo, é necessário ter cautela ao usar a concentração plasmática dessas enzimas, sobretudo CK, para diagnosticar o dano muscular, uma vez que elas também são encontradas em outros órgãos, incluindo: rim, diafragma, tireóide, placenta, bexiga, útero, pulmão, próstata, baço, reto, cólon, estômago e pâncreas.

A CK é composta por um dímero composto de duas subunidades (B e M) que são separadas em três formas moleculares distintas: CK-BB ou CK-1 encontrada predominantemente no cérebro (Lang, Wurzburg, 1982); CK-MB ou CK-2, forma híbrida, predominante no miocárdio e CK-MM ou CK-3 predominante no músculo esquelético (Apple, Hellsten, Clarkson, 1988).

Estas três isoformas da CK são encontradas no citossol ou associadas a estruturas miofibrilares. O músculo esquelético contém quase inteiramente CK-MM, com pequenas quantidades de CK-MB. A maior atividade desta enzima no músculo cardíaco é também atribuída a CK-MM com, aproximadamente, 20% de CK-MB.

Concentrações elevadas de CK-MB são de grande significado diagnóstico de infarto agudo do miocárdio (Lang, Wurzburg, 1982). O soro normal contém em torno de 94 -100% de CK-MM.

Portanto, os indivíduos sem enfermidades que demonstram aumento na concentração de CK, apresentam indicativo de lesão no músculo esquelético (Warren e colaboradores, 2001).

No caso de indivíduos sem histórico de lesão cardíaca a concentração dessas enzimas é produto do que é produzido pelo músculo (e liberado na corrente sanguínea) e do que é filtrado do sangue (e excretado) ou captado por outros tecidos (Warren e colaboradores, 2001).

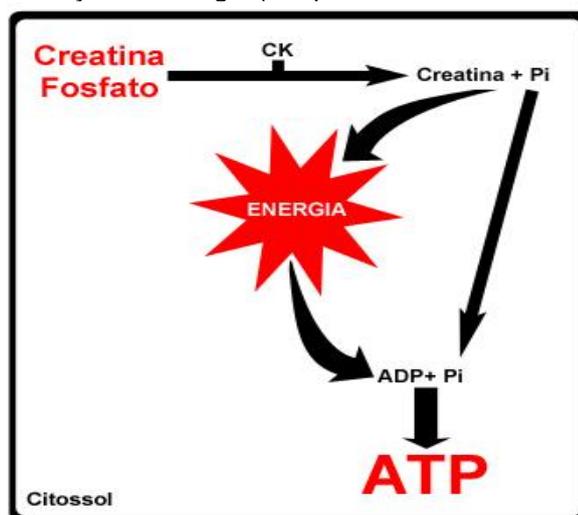
Diversos estudos têm demonstrado um aumento na concentração dessas enzimas após o treinamento de força (Balnave e Thompson, 1993; Starkey e colaboradores, 1996; Brown e colaboradores, 1997; Fridén e Lieber, 1998; Lapointe, Frémont e Côté, 2002; Nosaka e Newton, 2002; Bowers, Morgan e Proske, 1994; Close e colaboradores, 2005; White e colaboradores, 2008; Cooke e colaboradores, 2009; Wilson e colaboradores, 2009).

No metabolismo muscular a CK está envolvida na primeira via energética, e também a mais simples para fosforilação do ATP, a via ATP-CP (figura 1).

Além da ATP, as células possuem outra molécula de fosfato de alta energia denominada creatina fosfato (CP), que ao contrário da ATP, quando degradada a energia liberada não é utilizada diretamente para realização do trabalho celular, mas sim para ressíntese da ATP, mantendo o seu suprimento relativamente constante.

A liberação de energia da CP é catalisada pela enzima CK, a qual atua na hidrólise da CP para separar o Pi (Fosfato inorgânico) da creatina, gerando energia que pode então ser utilizada para ligar a molécula de Pi a uma molécula de ADP, gerando a ATP (Powers e Howeley, 2007).

Figura 1 - Esquema simplificado da via do ATP-CP, síntese de ATP e participação da creatina quinase (CK) na liberação de energia (Adaptado de Wilmore e Costill, 2001).



Esse sistema possibilita a geração de ATP relativamente constante entre três e quinze segundos durante atividade muscular intensa, tornando esse processo limitado (Wilmore e Costill, 2001).

Existem diversos métodos de treinamento de força, os quais dependem da forma de execução e da combinação de suas variáveis (intensidade, volume, tempo de intervalo de descanso, ordem de execução dos exercícios, entre outros). Vale ressaltar que em função da diferença metodológica entre os estudos, muitos efeitos do treinamento de força ainda são desconhecidos.

Recentemente Dias e colaboradores (2010) encontraram influencia da ordem de execução dos exercícios no treinamento de força sobre a força muscular máxima em 48 jovens adultos destreinados. Porém, a única variável analisada foi a força muscular.

Belezza e colaboradores (2009) encontraram que exercícios realizados de pequenos grupos musculares para grandes grupos musculares são mais fáceis de realizar quando comparados à ordem contrária ou habitual, tendo benefícios principalmente quando o objetivo é melhorar a saúde, porém o mesmo não se aplica quando o objetivo é ganho de força.

Nesta perspectiva, surgiu a principal hipótese do presente estudo, de que a ordem de execução dos exercícios no treinamento de força pode promover diferentes respostas fisiológicas e influenciar tanto o número de repetições quanto o volume total de trabalho realizado na sessão de treinamento.

Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi analisar os efeitos da alteração na ordem habitual de execução de exercícios do treinamento de força no dano muscular, número de repetições e DMIT em jovens adultos treinados.

MATERIAIS E MÉTODOS

O projeto foi previamente aceito pelo comitê de ética da Universidade Metodista de São Paulo (263/09) seguindo as normas do CNS 196/96. Os voluntários receberam o termo de consentimento livre e esclarecido e o assinaram concordando com a participação no estudo.

Os critérios de inclusão utilizados foram: ser do sexo masculino, ter idade entre 18 e 30 anos, ser praticante de musculação com o objetivo de hipertrofia muscular há no mínimo seis meses contínuos, não ter tido lesão muscular nos 12 meses anteriores ao início do estudo e não ter utilizado (seis meses antecedentes) ou estar fazendo uso de medicamentos que alterem o metabolismo no período do estudo.

Foram selecionados 10 homens (idade = $22,14 \pm 2,67$ anos; massa corporal = $81,9 \pm 7,77$ kg; altura = $1,78 \pm 0,04$ metros, IMC = $25,62 \pm 2,88$ kg/m², Gordura corporal = $11,44 \pm 5,47\%$; tabela 1), que foram divididos aleatoriamente em dois grupos: grupo controle (GC; n= 5) e grupo experimental (GE; n=5).

O grupo GC realizou os exercícios na ordem habitual (1º= supino máquina, exercício com ênfase em peitoral maior, 2º tríceps máquina, exercício com ênfase em tríceps braquial). O grupo GE realizou em ordem inversa (1º= exercícios para tríceps braquial, 2º exercícios para peitoral maior).

Avaliação da força máxima

O teste de força máxima foi precedido de cinco minutos de alongamento dos membros superiores. Após, os sujeitos realizaram um aquecimento específico para os músculos motores primários. Para esse

aquecimento, os sujeitos assumiram a mesma posição do teste de força máxima, descrita a seguir. Três minutos após o término do aquecimento foi realizado o protocolo do teste.

Os sujeitos foram avaliados para a força isotônica máxima, através do protocolo de teste de uma repetição máxima (1RM) em todos os exercícios que foram realizados na sessão de treinamento.

Foi realizada uma ação concêntrica e excêntrica máximas com a carga inicial estabelecida para 95% da máxima estimada em relação à carga de treinamento relatada.

Após a primeira tentativa, os sujeitos tiveram intervalo passivo de 180 segundos e no caso em que o avaliado conseguiu realizar completamente e sem auxílio o movimento pré-estabelecido, o avaliador adicionou até 10% da carga anterior, do contrário, foi retirado até 10% da carga anterior. Foram realizadas, até cinco tentativas crescentes ou decrescentes, até que a carga máxima pode ser determinada.

Para determinação do peso utilizado na sessão de treinamento, foi realizado o teste de um RM (teste de força máxima) sete dias antes da mesma.

O teste foi realizado em ambos os exercícios e na mesma ordem da subsequente sessão de treinamento, ou seja, o GC iniciou o teste pelo supino máquina e o GE iniciou o teste pelo tríceps máquina.

Antes de iniciar o teste de um RM, os voluntários realizaram uma série de aquecimento para o primeiro exercício, caracterizada por oito repetições e peso de 50% do valor estimado de acordo com a carga de treino habitual.

Foi mantido o descanso de três a cinco minutos entre as tentativas, sendo encontrada a força máxima em até cinco tentativas por exercício.

No dia da sessão de treinamento os voluntários realizaram uma refeição padronizada 30 minutos antes do início da mesma.

Coleta de Sangue

Foram coletadas três amostras de 10 mL, armazenados em vacutainer contendo heparina, de sangue de cada voluntário para análise de CK plasmático. A primeira foi realizada 30 minutos antes da sessão de treinamento, a segunda imediatamente após e

a terceira 24 horas após.

Os soros foram centrifugados, por 10 minutos a 5.000 r.p.m. e levados, juntamente com os plasmas, para armazenamento em – 80°C para futura análise. Os materiais utilizados na coleta foram todos descartáveis, padronizados, etiquetados adequadamente e de reconhecida qualidade. A coleta foi realizada por um técnico da policlínica da Universidade Metodista de São Paulo, habilitado e qualificado.

Protocolo de Treinamento

Os voluntários deram início à sessão de treino, enquanto um grupo realizava seu primeiro exercício em um aparelho, o outro iniciava pelo outro exercício, ao término da execução do primeiro exercício, os grupos foram submetidos à execução do outro exercício.

Os voluntários realizaram oito séries em ambos os exercícios à 75% de um RM até a falha voluntária concêntrica. O intervalo de descanso entre as séries foi de um minuto a um minuto e 30 segundos (da primeira à quarta série e da quinta à oitava série) e de dois minutos entre a quarta e quinta série. O tempo de descanso entre os aparelhos foi de três minutos. Imediatamente após a sessão de treino foi realizada a segunda coleta de sangue.

Análise da Percepção Subjetiva de Dor

Após a terceira coleta de sangue, os voluntários foram submetidos à avaliação da percepção subjetiva da dor.

Foi adotada uma escala analógica de dor, caracterizada por uma linha de 10 centímetros que indica o número zero no extremo esquerdo da linha (que representa nada dolorido) e o número 10 no extremo direito da mesma linha (que representava muito dolorido).

Foi aplicada uma escala para representar a dor percebida no tríceps braquial e outra para representar o músculo peitoral. No momento do teste foi pedido ao voluntário que realizasse palpação nos músculos que foram priorizados na sessão, e em seguida os sujeitos indicaram um local nessa linha, um ponto que expressasse a dor que ele estava sentindo naquele momento. A distância em centímetros da extremidade zero até o ponto

indicado pelo sujeito foi considerado como a medida de dor.

Análise da Creatina Quinase (CK)

Imediatamente após o teste de DMIT, as amostras sanguíneas foram levadas ao laboratório de Genética do Exercício e Metabolismo, do departamento de Biofísica da Universidade Federal de São Paulo.

Para análise da variável fisiológica do dano muscular foi quantificada a creatina quinase (fração total).

Para tanto, foi realizada a leitura de absorvância, para as três amostras (pré, pós e pós 24 horas) em espectrofotômetro 3d com a utilização de kit específico (Bioclin®, Belo Horizonte, MG).

Após a fase de incubação as amostras foram processadas através do reagente de trabalho, em seguida foram submetidas ao analisador (Espectrofotômetro UV/Vis Multi-Spec 1501 – Shimadzu Co., Kyoto, Japão), o qual realizou os cálculos automaticamente. O processo ocorreu no laboratório de Biofísica da Universidade Federal de São Paulo.

Avaliação Antropométrica

Para determinação da composição corporal dos voluntários, foi utilizado a antropometria (McArdle, Katch e Katch, 2003; Correia, 1996). A avaliação antropométrica baseou-se nas recomendações de Heyward e Stolarczik (2000), utilizando-se as seguintes medidas: peso; estatura; dobras cutâneas: tricipital, subescapular, suprailíaca, abdominal e de perna.

As medidas de massa corporal total (MCT) foram realizadas em uma balança digital da marca Filizola® (Campo Grande, MS) com precisão de 0,1 kg. Os voluntários foram pesados em pé, calçados, vestindo a roupa de treino, com os braços ao longo do corpo e olhos fixos em um ponto a sua frente.

A estatura foi realizada com a mesma vestimenta, o voluntário posicionava-se sobre a base do estadiômetro, sem calçado, em posição ortostática, pés unidos, tocando a escala de medida com os calcanhares, cintura pélvica, cintura escapular e a região occipital da cabeça.

Com o auxílio do cursor, foi determinada a medida correspondente à distância entre a região plantar dos pés e o vértice da cabeça,

permanecendo o avaliado em apnéia inspiratória e com a cabeça orientada no plano de Frankfurt paralelo ao solo. Para tanto, foi utilizado um antropômetro da marca Sanny® (modelo ES 2030, São Bernardo do Campo, SP).

O Índice de Massa Corporal [IMC (kg/m^2)] foi calculado dividindo a MCT pela (estatura²).

Análises Estatísticas

As análises estatísticas foram iniciadas pela realização do teste de normalidade *Shapiro-Wilk's W* teste. Todas as variáveis apresentaram distribuição normal e em seguida foram comparadas pelo teste-t de *Student* (para comparações entre duas variáveis) e a análise de variância ANOVA (para comparação entre 3 ou mais variáveis) seguindo o post hoc de Tuckey.

Os dados foram apresentados como média \pm desvio padrão da média. O nível

crítico mínimo pré-estabelecido foi $p < 0.05$. As análises foram feitas através do *software Statistica*® versão 7, e os gráficos foram elaborados utilizando-se o *software GraphPad Prism*® versão 5.

RESULTADOS

Não houve diferença estatística entre os grupos nas variáveis analisadas na primeira coleta (pré-exercício), indicando homogeneidade dos grupos (Tabela 1). A análise da DMIT também é apresentada na tabela 1. Pode-se observar que não houve diferença entre os grupos nesta variável, tanto para o músculo peitoral quanto para o tríceps braquial.

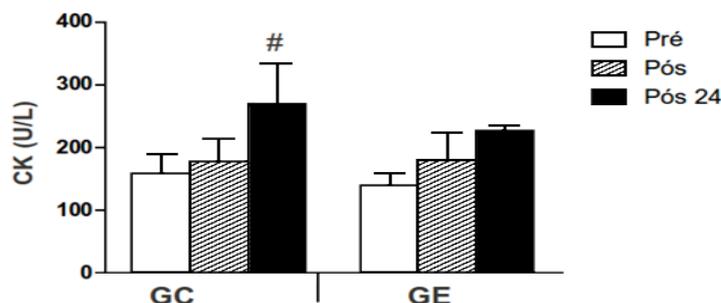
A Figura 2 apresenta a análise da creatina quinase (CK). Houve aumento da concentração plasmática de CK 24 horas após a sessão de treinamento apenas no GC.

Tabela 1 - Variáveis antropométricas e dor muscular de início tardio.

Variáveis	Grupos			
	Grupo Controle		Grupo Experimental	
Estatura (m)	1.77 \pm 0.04		1.81 \pm 0.04	
Massa Corporal Total (kg)	83.6 \pm 7.4		79.0 \pm 8.9	
Massa magra (kg)	73.8 \pm 2.8		69.6 \pm 6.9	
Massa gorda (kg)	9.8 \pm 6.3		9.4 \pm 3.8	
IMC (kg/m^2)	26.5 \pm 2.9		24.1 \pm 2.6	
Gordura corporal (%)	11.3 \pm 6.5		11.7 \pm 4.4	
DMIT (cm)	Peitoral	Tríceps	Peitoral	Tríceps
	3.5 \pm 2.6	4.5 \pm 3.4	2.8 \pm 1.6	6.3 \pm 1.8

Valores expressos pelas médias (\pm Desvio padrão). IMC= Índice de Massa Corporal; DMIT = Dor muscular de início tardio.

Figura 2 - Concentração de CK nos tempos pré, pós e 24 horas após a sessão de treinamento; # Diferença entre os tempos Pós 24h e Pré ($p < 0.05$ medida por ANOVA one-way).



As figuras 3 e 4 apresentam a redução no número de repetições realizadas em cada série para os exercícios tríceps máquina e supino máquina, respectivamente.

Observe na figura 3 que o GE, o qual iniciou pelo tríceps, apresentou redução do número de repetições (RNR) da primeira para a segunda série, da segunda para a terceira e da terceira para a quarta série, mantendo o número médio de repetições até a oitava série deste exercício. O GC, o qual iniciou pelo peitoral, manteve o número de repetições da primeira para a segunda série, reduzindo da

segunda para a terceira, da terceira para a quarta e desta para a quinta, mantendo até a oitava série. Não houve diferença entre os grupos em todas as séries para este exercício.

Observe na figura 4 que o GE realizou um menor número de repetições na primeira série em comparação ao GC. Ambos os grupos apresentaram RNR da primeira para a segunda série e desta para a terceira, sendo que apenas o GE reduziu da terceira para a quarta série. Nas demais séries não houve RNR.

Figura 3 - Número de repetições em cada série para o exercício tríceps máquina. * Diferença entre as séries subsequentes no GC; #Diferença entre as séries subsequentes no GE ($p < 0.05$ medida por ANOVA one-way).

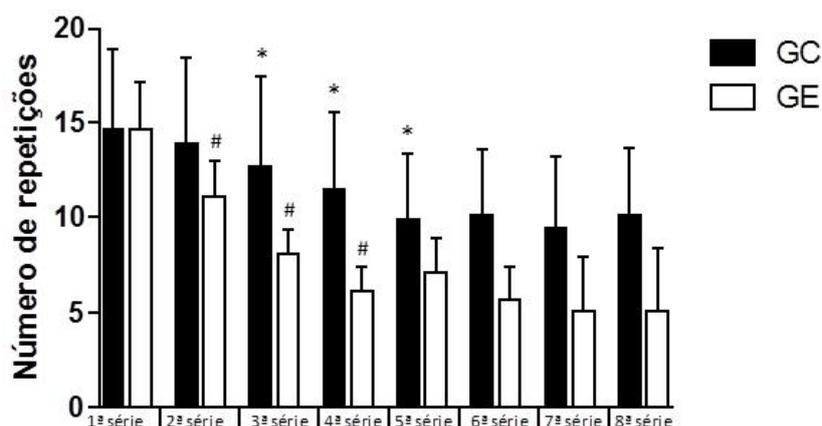


Figura 4 - Redução no número de repetições em cada série em relação à primeira, para o músculo peitoral maior. * Diferença entre as séries subsequentes no GC; #Diferença entre as séries subsequentes no GE ($p < 0.05$ medida por ANOVA one-way); & Diferença entre os grupos na primeira série ($p < 0.01$ medida por teste t de student).

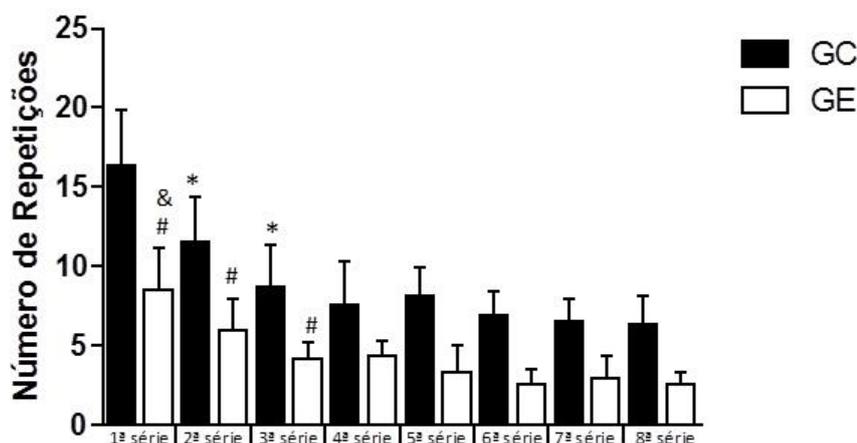
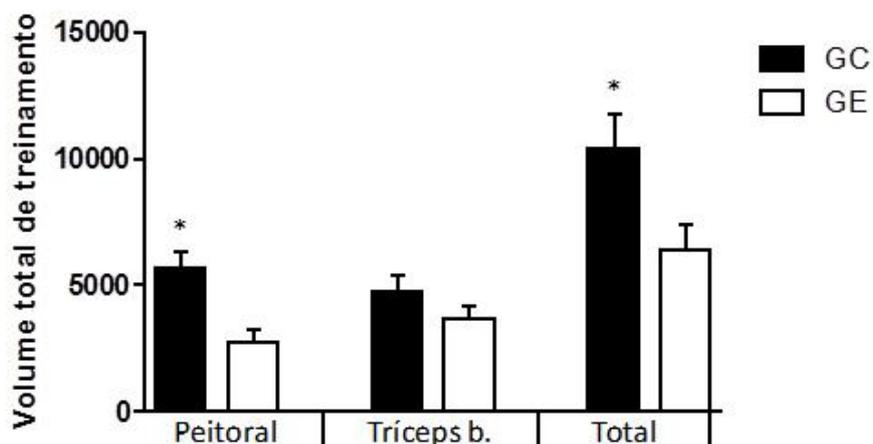


Figura 5 - Volume total de treinamento (peso utilizado X número de repetições X número de séries) de acordo com o grupo; * Diferença entre GC e GE ($p < 0.05$ medida por Teste t não pareado);



A análise do VTT (Figura 5) mostra que o volume de treino realizado para cada músculo sempre foi maior no GC comparado ao GE, tendo diferenças significativas entre os grupos para o músculo peitoral e para o volume total (peitoral + tríceps braquial).

DISCUSSÃO

Pelos dados obtidos no presente estudo pode-se observar que, para uma sessão de treinamento (efeito agudo), a fadiga muscular, caracterizada pela falha concêntrica, é antecipada quando se inicia a sessão de treinamento pelo menor grupamento muscular (tríceps).

Também houve redução no número de repetições no GC, entretanto, a redução foi menos evidente do que no GE (figuras 3 e 4).

Apesar da diferença metodológica entre os estudos, dados similares foram obtidos por outros autores. Em uma publicação recente, Dias e colaboradores, (2010) analisaram a influência que a ordem de execução de exercícios de musculação tem sobre a força de homens destreinados.

Para tanto os autores analisaram a força máxima antes e após oito semanas de aplicação de um programa de treinamento, comparando dois grupos que realizaram os mesmos exercícios em ordem diferente. Em cada um dos cinco exercícios realizados, foram realizadas três séries de 8-12 RM, tendo sido respeitado o intervalo de dois minutos de descanso entre as séries.

Os resultados indicam que não houve aumento de força no grande grupo muscular para o grupo que iniciou pelo menor grupo muscular. Houve aumento apenas no pequeno grupo muscular (relativo aos primeiros exercícios da sequência).

Similarmente Simão e colaboradores (2010) observaram em seu estudo que o efeito crônico na força máxima e na espessura do músculo trabalhado de homens destreinados, sofre influência da ordem de execução.

Estes autores viram que independente se o primeiro músculo a ser trabalhado é grande ou pequeno, se ele for realizado por último será afetado negativamente, portanto obtendo resultados menores quando comparados ao primeiro realizado.

Simão e colaboradores (2007) avaliaram a influência da ordem de execução de exercícios no número de repetições realizadas e na percepção subjetiva de dor em mulheres.

Estes autores encontraram que os escores da percepção subjetiva de esforço não foi diferente entre as mulheres treinadas e destreinadas, quando avaliadas antes e imediatamente após a realização de uma sessão de treinamento de força.

Quanto à redução no número de repetições, os autores encontraram que houve significativa redução no número de repetições, em exercícios multiarticulares, bem como em monoarticulares, tanto de membros superiores quanto em membros inferiores, mas isto quando o exercício era precedido por

exercícios para a mesma parte do corpo e quando realizado por último.

Ainda quanto à redução no número de repetições, Simão e colaboradores (2005), realizaram um estudo realizado com homens e mulheres treinados em força, com três séries de 10 RM para cada um dos cinco exercícios realizados, encontraram que não houve diferença entre os grupos na percepção subjetiva de dor; mas que a ordem de execução dos exercícios foi determinante para redução do número de repetições realizadas, especialmente no último exercício.

Silva, Monteiro e Farinatti (2009) avaliaram a influência da ordem de execução de exercícios de resistência sobre o número de repetições e percepção subjetiva de dor, em mulheres jovens e idosas, com nível intermediário de treinamento, em uma sessão de treino com três séries de 10RM para três exercícios de membros superiores.

Os autores encontraram que a percepção subjetiva de esforço foi maior no grupo de idosas, mas não no de mulheres jovens. Quanto à redução no número de repetições entre as séries, o grupo de jovens não sofreu influência da inversão da ordem, mas o grupo de idosas apresentou diferença significativa no número de repetições durante o último exercício realizado.

Spreuwenberg e colaboradores (2006) estudaram a influência da ordem de execução dos exercícios após uma sessão de treinamento de força. Para tanto foram realizadas quatro séries a 85% da força máxima, em sete exercícios realizados até a falha concêntrica máxima.

De forma convergente aos estudos apresentados anteriormente, os autores deste estudo observaram que sempre que os exercícios para grandes grupamentos musculares foram realizados por último, houve maior redução no número de repetições.

Newton e colaboradores (2008) homens treinados são menos suscetíveis a dano muscular induzido por treinamento de força máximo do que destreinados.

Tee, Bosch e Lambert (2007) apontam em seu artigo que o dano muscular induzido pelo exercício é conseguido tanto pela realização de uma série de atividade física, a qual não se está acostumado a realizar, quanto pela realização de atividade física em intensidade e/ou volume maior do que o habitual.

Apesar dos voluntários de ambos os grupos serem treinados, houve aumento de

CK apenas no GC (figura 2) 24 horas após a sessão de treinamento. Este resultado pode ter sido decorrente do maior volume de treinamento realizado pelo grupo GC (figura 5), sendo que o maior volume ocorreu em função do maior número de repetições realizadas.

De acordo com Mirzaei e colaboradores (2008) a capacidade de se manter o número de repetições enquanto se mantém constante a intensidade pode resultar em um maior volume de treinamento.

O que segundo Paschalis e colaboradores (2005), sugere que um maior volume de trabalho realizado influencia mais o dano muscular quando comparado à própria intensidade do treinamento.

Na perspectiva de explicar o maior número de repetições e, o subsequente, maior volume de treinamento realizado pelo GC, elaboramos duas hipóteses:

1-Todos os voluntários estavam habituados a iniciarem as sessões de treinamento pelos exercícios que enfatizam os maiores grupos musculares, no caso o peitoral maior;

2-O fato de começar a sessão pelo tríceps braquial (GE), além de não ser o procedimento comumente realizado pelos voluntários, induz a uma fadiga neste músculo (redução dos estoques de ATP e creatina fosfato), sendo que este músculo também é motor primário (na extensão do cotovelo) no exercício supino máquina (exercício direcionado para peitoral maior). Em outras palavras, a fadiga no tríceps braquial experimentada pelo GE pode ter sido o fator limitante na execução do segundo exercício (supino máquina).

Os resultados da DMIT apresentados na tabela 1 também indicam comportamento diferente da fadiga muscular (redução do nº de repetições) e DMIT, uma vez que a DMIT não foi diferente entre os grupos.

A resposta similar entre os grupos pode ser justificada pelo fato de todos os voluntários estarem adaptados à ambos os exercícios, pois segundo Tricoli (2001), a DMIT é uma resposta ao processo inflamatório decorrente de movimentos ao qual não se está habituado.

É importante considerar como limitação, o número de sujeitos da amostra do presente estudo, fato que sugere mais estudos para confirmação dos nossos achados.

CONCLUSÃO

Pela análise dos dados obtidos chegamos a conclusão que a ordem de execução de exercícios do treinamento de força influencia o volume de trabalho realizado e o dano muscular, mas não a DMIT, sendo que o grupo que iniciou pelo menor grupo muscular apresentou menor volume de trabalho durante a sessão de treinamento.

É importante considerar o limitado número de sujeitos da amostra, sugerindo mais estudos para elucidar o resultado obtido neste estudo.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer aos professores Jonato Prestes, Douglas Popp Marin e Eduardo Okuhara pela ajuda durante a execução deste trabalho; à Valkíria Heise da pró-reitoria de pós-graduação e pesquisa, a todos os voluntários que participaram no estudo, a todos os diretores e funcionários da Policlínica, bem como da Faculdade da Saúde, Comitê de Ética em Pesquisa, e da academia escola da Universidade Metodista de São Paulo pelo apoio e ajuda; ao pessoal da Universidade de Mogi das Cruzes pela ajuda e suporte; e ao CNPq pelo apoio financeiro; à Universidade Metodista de São Paulo e Universidade Federal de São Paulo pelo suporte, e por último, mas não menos importante, a todos do departamento de biofísica da Unifesp, bem como o pessoal do Laboratório de Genética do Exercício e Metabolismo: Frederick Wasinski, Anderson de Sola Haro, Thiago Rosa, Fernanda Russo, Flávia Enira e a todos que não tenha mencionado.

REFERÊNCIAS

1-Adams, G.R. Exercise Effects on Muscle Insulin Signaling Action Invited Review: Autocrine/paracrine IGF-I and skeletal muscle adaptation. *Journal of Applied Physiology*. Estados Unidos. Vol. 93. 2002. p.1159-1167. Disponível em: <
<http://jap.physiology.org/content/93/3/1159>.lon
g >

2-Apple, F.S.; Hellsten, Y.; Clarkson, P.M. Early detection of skeletal muscle injury by assay of creatine kinase MM isoforms in serum after acute exercise. *Clinical Chemistry*.

Estados Unidos. Vol. 34. 1988. p. 1102-1104. Disponível em: <
<http://www.clinchem.org/content/34/6/1102>.lon
g >

3-Armstrong, R.B. Mechanisms of exercise-induced delayed onset muscular soreness: a brief review. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Estados Unidos. Vol.16. 1984. p.529-538.

4-Balnavé, C.D.; Thompson, M.W. Effect of training on eccentric exercise-induced muscle damage. *Journal of Applied Physiology*. Estados Unidos. Vol. 75. 1993. p. 1545-1551. Disponível em: <
<http://jap.physiology.org/content/75/4/1545>.lon
g >

5-Belezza, P.A.; Hall, E.E.; Miller, P.C.; Bixby, W.R. The influence of exercise order on blood lactate, perceptual, and affective responses. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Estados Unidos. Vol. 23. Num. 1. 2009. p. 203-208.

6-Bloomer, R.J. The role of nutritional supplements in the prevention and treatment of resistance exercise-induced skeletal muscle injury. *Sports Medicine*. Nova Zelândia. Vol. 37. 2007. p. 519-532. Disponível em: <
[http://adisonline.com/sportsmedicine/pages/arti
cleviewer.aspx?year=2007&issue=37060&artic
le=00005&type=abstract](http://adisonline.com/sportsmedicine/pages/articleviewer.aspx?year=2007&issue=37060&article=00005&type=abstract) >

7-Brown, S.J.; Child, R.B.; Day, S.H.; Donnelly, A.E. Indices of skeletal muscle damage and connective tissue breakdown following eccentric muscle contractions. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. Alemanha. Vol. 75. Num. 4. 1997. p.369-374.

8-Bowers, E.J.; Morgan, D.L.; Proske, U. Damage to the human quadriceps muscle from eccentric exercise and the training effect. *Journal of sports and science*. Inglaterra. Vol. 22. 1994. p.1005-1014.

9-Carmeli, E.; Moas, M.; Reznick, A.Z.; Coleman, R. Matrix metalloproteinases and skeletal muscle: a brief review. *Muscle & Nerve*. Estados Unidos. Vol. 29. 2004. p.191-197. Disponível em: <
[http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/mus.
10529/abstract;jsessionid=B1ED7276F2BEF0
F5E3D3AC49435D9B9F.d03t03](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/mus.10529/abstract;jsessionid=B1ED7276F2BEF0F5E3D3AC49435D9B9F.d03t03) >

Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

ISSN 1981-9900 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbpfex.com.br

10-Clarkson, P.M.; Hubal, M.J. Exercise-induce Muscle Damage in Humans. American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation. Estados Unidos. Vol. 81. 2002. p.S52-S69.

11-Close, G.L.; Kayan, A.; Vasilaki, A.; McArdle, A. Skeletal muscle damage with exercise and aging. Sports Medicine. Nova Zelândia. Vol. 35. Num. 5. 2005. p.413-427. Disponível em: <
<http://adisonline.com/sportsmedicine/pages/articviewer.aspx?year=2005&issue=35050&article=00004&type=abstract> >

12-Cooke, M.B.; Rybalka, E.; Williams, A.D; Cribb, P.J.; Hayes, A. Creatine supplementation enhances muscle force recovery after eccentrically-induced muscle damage in healthy individuals. Journal of the International Society of Sports Nutrition. Estados Unidos. Vol. 6. 2009. p.1-11. Disponível em: <
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2697134/?tool=pubmed> >

13-Correia, M.I.T.D. Nutrição, esporte e saúde. Belo Horizonte. Health. 1996. p. 128.

14-Cruzat, V.F.; Rogero, M.M.; Borges, M.C.; Tirapegui, J.O. Aspectos atuais sobre estresse oxidativo, exercícios físicos e suplementação. Revista Brasileira de Medicina do Esporte. Vol. 13. 2007. p.336-342. Disponível em: <
<http://www.scielo.br/pdf/rbme/v13n5/11.pdf> >

15-Da Nobrega, A.C. The subacute effects of exercise: concept, characteristics, and clinical implications. Exercise and Sports Sciences Reviews. Estados Unidos. Vol. 33. 2005. p. 84-87.

16-Dias I.; de Salles, B.F.; Novaes, J.; Costa, P.B.; Simão, R. Influence of exercise order on maximum strength in untrained young men. Journal of Science and Medicine in Sport. Australia. Vol. 13. Num. 1. 2010. p.65-69. Disponível em: <
[http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1440-2440\(08\)00189-8](http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1440-2440(08)00189-8) >

17-Fridén, J.; Lieber, R.L. Segmental muscle fiber lesions after repetitive eccentric contractions. Cell and Tissue Research. Alemanha. Vol. 293. 1998. p. 165-171. Disponível em: <
<http://link.springer.de/link/service/journals/00441/bibs/8293001/82930165.htm> >

18-Heyward, V.H.; Stolarczik, L.M. Avaliação da composição corporal aplicada. São Paulo. Manole. 2000. p. 243.

19-Lang, H.; Wurzburg, U. Creatine kinase, an enzyme of many forms. Clinical Chemistry. Estados Unidos. Vol. 28. 1982. p. 1439-1447. Disponível em: <
<http://www.clinchem.org/content/28/7/1439.long> >

20-Lapointe, B.M.; Frémont, P.; Côté, C.H. Adaptation to lengthening contractions is independent of voluntary muscle recruitment but relies on inflammation. American Journal of Physiology, Regulatory, Integrative and Comparative Physiology. Estados Unidos. Vol. 282. 2002. p.R323-R329. Disponível em: <
<http://ajpregu.physiology.org/content/282/1/R323.long> >

21-McArdle, W.; Katch, F.I.; Katch, V.L.D. Fisiologia do exercício – energia, nutrição e desempenho humano. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan. 2003. p. 1111.

22-MacIntyre, D.L.; Reid, W.D.; Mckenzie, D.C. Delayed muscle soreness. The inflammatory response to muscle injury and its clinical implications. Sports Medicine. Nova Zelândia. Vol. 20. 1995. p. 24-40. Disponível em: <
http://adisonline.com/sportsmedicine/Abstract/1995/20010/Delayed_Muscle_Soreness__The_Inflammatory_Response.3.aspx >

23-Mirzaei, B.; Nia, F.R.; Saberi, Y. Comparison of 3 different rest intervals on sustainability of squat repetitions with heavy vs. low loads. Brazilian Journal of Biomotricity. Brasil. Vol. 2. 2008. p. 220-229.

24-Nosaka, K.; Newton, M. Repeated eccentric bouts do not exacerbate muscle damage and repair. Journal of Strength and Conditioning Research. Estados Unidos. Vol. 16. Num. 1. 2002. p.117-122.

Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

ISSN 1981-9900 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbpfex.com.br

25-Newton, M.; Morgan, G.; Sacco, P.; Chapman, D.; Nosaka, K. Comparison of responses to strenuous eccentric exercise of the elbow flexors between resistance-trained and untrained men. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Estados Unidos. Vol. 22. Num. 2. 2008. p.597-607.

26-Palazzetti, S.; Richard, M.J.; Favier, A.; Margaritis, I. Overloaded training increases exercise-induced oxidative stress and damage. *Canadian Journal of Applied Physiology*. Estados Unidos. Vol. 28. Num. 4. 2003. p.588-604.

27-Paschalis, V.; Koutedakis, Y.; Jamurtas, A.Z.; Mougios, V.; Baltzopoulos, V. Equal volumes of high and low intensity of eccentric exercise in relation to muscle damage and performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Estados Unidos. Vol. 19. Num. 1. 2005. p. 184-188.

28-Powers, S.K.; Howley, E.T. Fisiologia do exercício: Teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho. São Paulo. Manole. 2007. p. 668.

29-Rantanen, J.; Hurme, T.; Lukka, R.; Heino, J.; Kalimo, H. Satellite cell proliferation and the expression of myogenin and desmin in regenerating skeletal muscle: evidence for two different populations of satellite cells. *Laboratory Investigation*. Estados Unidos. Vol. 72. 1995. p. 341-347.

30-Silva, N.S.L.; Monteiro, W.D.; Farinatti, P.T.V. Influência da ordem dos exercícios sobre o número de repetições e percepção subjetiva do esforço em mulheres jovens e idosas. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. Vol. 15. Num. 3. 2009. p.219-223. Disponível em: <
http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1517-86922009000300011&script=sci_arttext >

31-Simão, R.; Farinatti, P.deT.V.; Polito, M.D.; Maior, A.S.; Fleck, S.J. Influence of exercise order on the number of repetitions performed and perceived exertion during resistance exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Estados Unidos. Vol. 19. Num. 1. 2005. p.152-156.

32-Simão, R.; Farinatti, P.deT.V.; Polito, M.D.; Viveiros, L.; Fleck, S.J. Influence of exercise order on the number of repetitions performed and perceived exertion during resistance exercise in women. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Estados Unidos. Vol. 21. Num. 1. 2007. p.23-28.

33-Simão, R.; Spinetti, J.; Salles, B.F.; Oliveira, L.F.; Matta, T.; Miranda, F.; Miranda, H.; Costa, P.B. Influence of exercise order on maximum strength and muscle thickness in untrained men. *Journal of Sports Science and Medicine*. Turquia. Num. 9. 2010. p. 1-7.

34-Spreuwenberg, L.P.; Kraemer, W.J.; Spiering, B.A.; Volek, J.S.; Hatfield, D.L.; Silvestre, R.; Vingren, J.L.; Fragala, M.S.; Häkkinen, K.; Newton, R.U.; Maresh, C.M.; Fleck, S.J. Influence of exercise order in a resistance-training exercise session. *Journal of strength and conditioning research*. Estados Unidos. Vol. 20. Num. 1. 2006. p.141-144.

35-Starkey, D.B.; Pollock, M.L.; Ishida, Y.; Welsch, M.A.; Brechue, W.F.; Graves, J.E.; Feigenbaum, M.S. Effect of resistance training volume on strength and muscle thickness. *Medicine Science in Sports and Exercise*. Estados Unidos. Vol. 28. Num. 10. 1996. p.1311-1320.

36-Tee, J.C.; Bosch, A.N.; Lambert, M.I. Metabolic consequences of exercise-induced muscle damage. *Sports Medicine*. Nova Zelândia. Vol. 37. Num. 10. 2007. p. 827-836. Disponível em: <

<http://adisonline.com/sportsmedicine/pages/articleviewer.aspx?year=2007&issue=37100&article=00001&type=abstract> >

37-Tricoli, V. Mecanismos envolvidos na etiologia da dor muscular tardia. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*. Brasil. Vol. 9. Num. 2. 2001. p.39-44.

38-Warren, G.L.; Ingalls, C.P.; Lowe, D.A.; Armstrong, R.B. Excitation contraction uncoupling: major role in contractions induced muscle injury. *Exercise and Sports Science Reviews*. Estados Unidos. Vol. 29. Num. 2. 2001. p.82-87. Disponível em: <
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2269149/?tool=pubmed> >

Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

ISSN 1981-9900 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbpfex.com.br

39-White, J.P.; Wilson, J.M.; Austin, K.G.; Greer, B.K.; St. John, N.; Panton, L.B. Effect of carbohydrate-protein supplement timing on acute exercise-induced muscle damage. *Journal of International Society of Sports Nutrition*. Estados Unidos. Vol. 5. Num. 5. 2008. p.1-7. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2288590/?tool=pubmed> >

40-Willoughby, D.S.; Vanenk, C.; Taylor, L. Effects of concentric and eccentric concentrations on exercise-induced muscle injury, inflammation, and serum IL-6. *Journal of Exercise Physiology*. Estados Unidos. Vol. 6. Num. 4. 2003. p.1-7.

41-Wilmore, J.K.; Costill, D.L. *Fisiologia do esporte e do exercício*. São Paulo. Manole. 2001. p. 710.

42-Wilson, J.M.; Kim, J.S.; Lee, S.R.; Rathmacher, J.A.; Dalmau, A.B.; Kingsley, J.D.; Koch, H.; Manninen, A.H.; Saadat, R.; Panton, L.B. Acute and timing effects of beta-hydroxy-beta-methylbutyrate (HMB) on indirect markers of skeletal muscle damage. *Nutrition and Metabolism*. Inglaterra. Vol. 6. Num. 6. 2009. p. 1-8. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2642830/?tool=pubmed> >

E-mail:

pedro_gattai@yahoo.com.br,
juconradoferreira@gmail.com,
martin.wurtele@unifesp.br,
reurybacurau@gmail.com,
sandro.soares@unifesp.br,
araujo.ronaldo@unifesp.br,
denisfoschini@gmail.com

Endereço para correspondente:

Pedro Paulo Gattai Gomes
Rua Pedro de Toledo, 669, 9º andar, Vila
Clementino, São Paulo/SP
CEP: 04039-032

Recebido para publicação em 13/07/2012

Aceito em 13/10/2012