



**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

ENRICO GORI SOARES

**EFEITOS AGUDOS DA ORDEM DE EXERCÍCIOS ISOLADOS E
MULTIARTICULARES NO TREINAMENTO DE FORÇA EM SUJEITOS TREINADOS**

PIRACICABA

2015

**EFEITOS AGUDOS DA ORDEM DE EXERCÍCIOS ISOLADOS E
MULTIARTICULARES NO TREINAMENTO DE FORÇA EM SUJEITOS TREINADOS**

ENRICO GORI SOARES

Orientador: PROF. DR. PAULO HENRIQUE MARCHETTI

Dissertação apresentada à banca examinadora do programa de Pós-graduação em Educação Física da UNIMEP, como exigência para obtenção do título de Mestre em Educação Física.

PIRACICABA

2015

Ficha Catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da UNIMEP
Bibliotecária: Carolina Segatto Vianna CRB-8/7617

S676e	<p>Soares, Enrico Gori</p> <p>Efeitos agudos da ordem de exercícios isolados e multiarticulares no treinamento de força em sujeitos treinados / Enrico Gori Soares. – 2015. 80 f. : il. ; 30 cm.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Paulo Henrique Marchetti. Dissertação (mestrado) – Universidade Metodista de Piracicaba, Educação física, 2015.</p> <p>1. Eletromiografia. 2. Educação física. I. Marchetti, Paulo Henrique. II. Título.</p> <p>CDU – 796.4</p>
-------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

ENRICO GORI SOARES

**EFEITOS AGUDOS DA ORDEM DE EXERCÍCIOS ISOLADOS E
MULTIARTICULARES NO TREINAMENTO DE FORÇA EM SUJEITOS TREINADOS**

Dissertação apresentada à banca examinadora do Programa de Pós-graduação em Educação Física da UNIMEP, como exigência para obtenção do título de Mestre em Educação Física.

Aprovado pela Banca Examinadora em

Banca Examinadora

Prof. Dr. PAULO HENRIQUE MARCHETTI- UNIMEP

Orientador

Prof. Dr. CHARLES RICARDO LOPES - UNIMEP

Prof. Dr. REURY FRANK BACURAU – USP

*“Se enxerguei além foi por ter me
apoiado nos ombros (deltóides) dos
gigantes”*

Sir Isaac Newton

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por todas as bênçãos que tenho recebido em minha vida e principalmente por ter colocado em meu caminho pessoas iluminadas.

Aos meus pais, avós e irmão por todo apoio, juntos sempre foram e sempre serão meus maiores exemplos para a vida, amo vocês.

A um seleto grupo de amigos/profissionais da ACM Sorocaba, Clovis Ruiz, Alessandro de Cássio Moreto, Fernando Ataíde e Cyrino Mantovani, pelo carinho e paciência quando jovem, pela orientação na escolha de minha profissão e por acreditarem na mudança, são exemplos de profissionais.

A pessoa que foi responsável pelo início do meu sonho de mestrado, obrigado “Tio” Rômulo Gambacorta por ser mais que um chefe, um líder que deixou inúmeras vezes a comodidade de seu escritório para dar aulas em meu lugar para que eu pudesse estudar.

Aos professores Charles Ricardo Lopes, Rozangela Verlengia e Guanis de Barros Vilela Júnior pela contribuição intelectual e equipamentos necessários para o aprimoramento e realização do presente trabalho.

Aos “300 de Esparta”, amigos e praticamente irmãos de guerra: Fernando Henrique Domingues de Oliveira Silva, Willy Andrade Gomes, Josinaldo Jarbas da Silva, Erica Paes Serpa, Daniel Alves Corrêa e Antônio Claudio Paulodetto, por fazerem jus à profissão de guerreiros, nunca deixando para traz nenhum companheiro, pela constante ajuda e colaboração no desenvolvimento deste e de tantos outros trabalhos.

Finalmente, ao professor Paulo Henrique Marchetti por ter iluminado minha vida, pelos 5 anos de orientação acadêmica e mais ainda pela orientação para vida, por ser um exemplo de pesquisador, professor e além de tudo homem. Uma pessoa incomum, íntegro e forte acima de tudo em suas ações. Pelas inúmeras oportunidades que me apresentou nunca tendo pedido nada em troca além de esforço “máximo”. E finalmente, por ter ensinado que a realização de nossos sonhos depende somente da gana/vontade/raça/determinação e principalmente do trabalho que temos para conquista-los.

Obrigado a todos meus “gigantes”.

RESUMO:

O objetivo do presente estudo foi mensurar os efeitos da ordem dos exercícios isolados e multiarticulares na atividade mioelétrica, percepção subjetiva de esforço (PSE), contribuição metabólica e desempenho em sujeitos treinados. A amostra foi composta de 14 homens treinados (idade: 25 ± 4 anos, estatura: 175 ± 4 cm e massa corporal: 80 ± 11 kg). Foram realizadas duas sessões de coletas de dados. A primeira foi utilizada como familiarização e para a determinação das cargas de 10 RM nos exercícios supino reto (SR) e tríceps na polia (TP). A segunda sessão foi dividida em dois momentos. No primeiro momento foi avaliado o desempenho dos exercícios isoladamente. O segundo momento serviu para a investigação da influência das ordens de execução: Pré-exaustão (TP e SR) e tradicional (SR e TP). Os itens de avaliação incluíram: PSE, cinética de remoção de lactato, volume e *load* de treino e eletromiografia dos músculos peitoral maior (PM) e tríceps braquial (TB), durante os exercícios SR e TP. Quanto ao número de repetições foi observado decréscimo no desempenho dos exercícios realizados por último quando comparados com sua realização na condição controle e ordem inversa. Foi observado menor *load* na condição pré-exaustão em comparação com controle, entretanto não foram observadas diferenças entre as demais comparações. Foram observadas diferenças significantes nos níveis sanguíneos de lactato em todos os pontos analisados em relação ao nível basal, porém não foram observadas diferenças entre condições. Adicionalmente, a PSE não diferiu entre condições. Quanto à atividade muscular, não foram observadas diferenças entre condições na eletromiografia integrada (IEMG) do PM e TB nos exercícios SR e TB. Foi observado um aumento da primeira em relação a última repetição na IEMG do PM e TB em ambos os exercícios. Finalmente, foi observado aumento da primeira em relação a última repetição no pico *RMS EMG* do TB em ambos os exercícios somente na condição controle. O presente estudo conclui que a ordem afeta de forma negativa o desempenho dos exercícios realizados por último, sem alterar o controle neuromotor entre músculos, a contribuição da via glicolítica e a PSE.

Palavras-Chave: métodos de treino, eletromiografia, pré-exaustão.

ABSTRACT

The aim of the present study was to measure the order effects of the isolated and multi-joint exercises on the myoelectric activity, rate of perceived exertion (PSE), glycolytic pathway contribution and performance on trained subjects. The sample was composed by 14 trained men (age: 25 ± 4 years, height: 175 ± 4 cm and body mass: 80 ± 11 kg). Two sessions of data collection were realized. The first one was used as familiarization and determination of 10RM on bench press (SR) and triceps pushdown (TP) exercises. The second session was divided in two moments. At first moment it was evaluated the isolated exercises performance. The second moment served to the investigation of the exercise order influence: pre-exhaustion and (TB followed by SR) and post-exhaustion (SR followed by TP). The evaluated items included: electromyography of the pectoral major (PM) and triceps brachial (TB) muscles, during the SR and TB exercises. For the performance evaluation, were counted the number of repetitions for each exercise in each condition, electromyography of the PM and TB muscles, PSE and lactate removal kinetic. Regarding the repetition number, it was observed performance decrease of the exercises performed at last when compared to its performance on the control and opposite order condition. It was observed a lower load on the pre-exhaustion condition in comparison to control, however it was not observed differences between the remaining comparisons. Significant differences were observed on blood lactate levels in all analyzed points in relationship to basal levels, however it were not observed differences between conditions. Additionally, the PSE did not differ between conditions. Regarding the muscle activity, it was not observed differences between conditions on PM and TB integrated electromyography (IEMG) on SR and TP exercises. It was observed in both exercises. Finally, it was observed on the first in relation to the last repetition TB RMS EMG peak increase in both exercises only on control condition. The present study concluded that the order negatively affects the performance of the exercises performed at last, without alter the neuromotor control between muscles, glycolytic pathway contribution and PSE.

Key-words: training methods, electromyography, pre-exhaustion.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Posicionamento de aquisição da contração voluntária máxima isométrica para normalização do sinal eletromiográfico (CVMI).	33
Figura 2. Posicionamento do eletrogoniômetro.....	34
Figura 3. Desenho experimental.....	35
Figura 4. Supino reto (a) posição inicial e (b) posição intermediária.....	36
Figura 5. Posicionamento dos eletrodos e eletrogoniômetro durante o supino reto.....	36
Figura 6. Tríceps na polia (a) posição inicial e (b) posição intermediária.....	37
Figura 7. Posicionamento dos eletrodos e eletrogoniômetro durante o tríceps na polia.....	38
Figura 8. Posicionamento dos eletrodos superficiais (a) Peitoral Maior e tríceps braquial porção lateral e (b) eletrodo de referência.....	39
Figura 9. Gráfico representativo das análises de eletrogoniometria e do sinal eletromiográfico integrados para os exercícios (a) supino reto e (b) tríceps na polia....	41
Figura 10. Média e desvio padrão dos valores máximos de repetições em cada condição experimental, para ambos os exercícios (supino e tríceps na polia).....	43
Figura 11. Média e desvio padrão dos valores de load levantado em cada condição experimental, para ambos os exercícios (supino + pulley).....	44
Figura 12. Média e desvio padrão dos valores de lactato nos momentos pré (baseline), e após cada condição experimental (0',3',5',10').....	45
Figura 13. Média e desvio padrão dos valores de IEMG para as diferentes condições experimentais para o exercício supino reto.....	46
Figura 14. Média e desvio padrão dos valores de IEMG para as diferentes condições experimentais para o exercício tríceps na polia.....	47
Figura 15. Média e desvio padrão dos valores de IEMG de (a) Peitoral Maior; (b) Tríceps Braquial, na primeira e última repetição analisada, durante cada série para as diferentes condições experimentais para o exercício Supino Reto.....	48
Figura 16. Média e desvio padrão dos valores do pico do RMS de (a) Peitoral Maior; (b) Tríceps Braquial, na primeira e última repetição analisada, durante cada série para as diferentes condições experimentais para o exercício Supino Reto.....	49

Figura 17. Média e desvio padrão dos valores de IEMG na primeira e última repetição analisada durante cada série para as diferentes condições experimentais para o exercício Tríceps na Polia Alta..... 50

Figura 18. Média e desvio padrão dos valores de pico do RMS na primeira e última repetição analisada durante cada série para as diferentes condições experimentais para o exercício Tríceps na Polia Alta..... 51

LISTA DE ABREVIATURAS

SNC.....	Sistema Nervoso Central
sEMG.....	Eletromiografia Superficial
CVMI.....	Contração Voluntária Máxima Isométrica
PSD.....	Escala Subjetiva de Desconforto
RMS.....	Root-mean Square (Média Quadrática)
IEMG.....	Eletromiografia Integrada
FFT.....	Transformada Rápida de Fourier
FMed.....	Frequência mediana
DP.....	Desvio Padrão
TE.....	Tamanho do Efeito

LISTA DE SÍMBOLOS

% - percentual

cm – centímetros

Σ - significa a somatória

F – forças

Kg – quilogramas

n – número de sujeitos

s – segundos

m – metros

Hz – hertz

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS	11
LISTA DE SÍMBOLOS	12
1 INTRODUÇÃO.....	15
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1 ORDEM DOS EXERCÍCIOS.....	16
2.1.1 ORDEM DOS EXERCÍCIOS – SESSÕES PARA O CORPO TODO	17
2.1.2 ORDEM DOS EXERCÍCIOS – SESSÕES PARA GRUPOS MUSCULARES SINÉRGICOS.....	22
2.1.3 ORDEM DOS EXERCÍCIOS – SISTEMA PRÉ-EXAUSTÃO	24
2.1.4 ORDEM DOS EXERCÍCIOS – APLICAÇÕES PRÁTICAS.....	28
3 OBJETIVO.....	29
3.1. OBJETIVO GERAL:.....	29
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	30
4 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA	30
5 MATERIAIS E MÉTODOS.....	31
5.1 PARTICIPANTES	31
5.2 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO	31
5.3 RECRUTAMENTO E ADESÃO AO TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO (TCLE)	32
5.4 PROCEDIMENTOS.....	32
5.5 ANÁLISE DOS DADOS	40
5.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA	42
6 RESULTADOS	42
6.1. ANÁLISE DE DESEMPENHO	42
6.2. ANÁLISE DA CONTRIBUIÇÃO DA VIA GLICOLÍTICA.....	44
6.3. ANÁLISE DA ATIVIDADE MUSCULAR TOTAL DURANTE O EXERCÍCIO SUPINO RETO.....	45
6.4. ANÁLISE DA ATIVIDADE MUSCULAR TOTAL DURANTE O EXERCÍCIO TRÍCEPS NA POLIA.....	46
6.5. ANÁLISE DA FADIGA NEUROMUSCULAR NA ATIVIDADE MUSCULAR NO EXERCÍCIO SUPINO RETO	47

6.6. ANÁLISE DA FADIGA NEUROMUSCULAR NA ATIVIDADE MUSCULAR NO EXERCÍCIO TRÍCEPS NA POLIA ALTA.....	49
7 DISCUSSÃO.....	52
7.1. ANÁLISE DE DESEMPENHO.....	52
7.2. ANÁLISE DA ATIVIDADE MUSCULAR TOTAL.....	57
7.3. ANÁLISE DA FADIGA NEUROMUSCULAR SOBRE A ATIVIDADE MUSCULAR.....	60
8.CONCLUSÃO.....	63
9.APLICAÇÕES PRÁTICAS.....	64
REFERÊNCIAS.....	65
ANEXOS.....	71
ANEXO I. TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	71
ANEXO II. CERTIFICADO DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA.....	73
ANEXO III. PUBLICAÇÕES ACADÊMICAS RELACIONADAS AO TEMA.....	74

1 INTRODUÇÃO

A escolha do exercício é parte fundamental para uma adequada prescrição de programas em treinamento de força. Tanto a escolha dos exercícios como o ajuste de carga é efetivo para o aumento da massa muscular e força (Fonseca, Roschel et al. 2014). Adicionalmente, a ordem em que os exercícios são realizados em uma sessão de treinamento de força tem demonstrado afetar significativamente o desempenho muscular (Simão, Salles et al. 2012; Soares and Marchetti 2013). Tais efeitos foram observados na atividade muscular (Augustsson, Thomeé et al. 2003; Gentil, Oliveira et al. 2007; Brennecke, Guimarães et al. 2009; Rocha Júnior, Bottaro et al. 2010), na contribuição da via metabólica (Bellezza, Hall et al. 2009; Kelleher, Hackney et al. 2010; Balsamo, Tibana et al. 2013), no consumo de oxigênio pós-exercício (Kelleher, Hackney et al. 2010), no aumento da potência (Spreuwenberg, Kraemer et al. 2006), no número de repetições e *load* (Sforzo and Touey 1996; Monteiro, Simão et al. 2005; Spreuwenberg, Kraemer et al. 2006; Simão, Farinatti et al. 2007; Santos, Costa et al. 2009; Silva, Monteiro et al. 2009; Gil, Roschel et al. 2011; Britto, Scudese et al. 2013; Romano, Vilaça-Alves et al. 2013; Pirauá, Beltrão et al. 2014), no dano muscular (Chaves, Simão et al. 2013; Sotoode, Mirzaei et al. 2013), nos ganhos em força (Spinetti, de Salles et al. 2010; Assumpção, Tibana et al. 2013) e na hipertrofia (Spinetti, de Salles et al. 2010).

Tradicionalmente, independente da divisão das rotinas de treinamento e dos métodos e sistemas de treinamento utilizados, tem sido recomendado que os exercícios multiarticulares sejam realizados antes dos exercícios isolados ou monoarticulares (Kraemer, Adams et al. 2002; Ratamess, Alvar et al. 2009). Tais recomendações são fundamentadas na teoria de que os exercícios isolados poderiam afetar negativamente a realização de exercícios multiarticulares, visto que os mesmos são associados a uma maior demanda neural e metabólica (Kraemer and Ratamess 2004; Kraemer and Ratamess 2005; Fleck and Kraemer 2006; Brown 2008; Zatsiorsky and Kraemer 2008).

Classicamente, pode-se dividir a ordem dos exercícios em dois principais modelos: (i) o ordenamento visando ativar os músculos do corpo como um todo (ex. alternado por segmento) ou (ii) o ordenamento visando ativar músculos específicos e

sinérgicos (ex. bi-set, série combinada, pré-exaustão) (Prestes, Foschini et al. 2010). Isto vai depender dos os objetivos do treinamento, do nível de aptidão física do sujeito e momento dentro de um planejamento em longo prazo.

Diferentemente dos modelos tradicionais, recentes estudos sugerem que independente do grupo muscular ou do tipo do exercício realizado, quando um grupamento muscular é exercitado ao final de uma sessão de treinamento, apresenta maior tendência à diminuição em sua produção de força quando comparados a sua realização no início da sessão (Novaes, Salles et al. 2007; Simão, Farinatti et al. 2007; Simão, Salles et al. 2012; Soares and Marchetti 2013). Portanto, diferentes ordens podem ser realizadas a fim de priorizar exercícios e/ou grupos musculares alvo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ORDEM DOS EXERCÍCIOS

Dentre as possíveis variáveis agudas do treino de força, a ordem dos exercícios pode ser manipulada, sendo considerada fundamental no efeito dos ajustes agudos e consequentemente das adaptações crônicas do treinamento. Tradicionalmente, é recomendado que em uma sessão de treinamento, exercícios multiarticulares precedam os exercícios isolados ou monoarticulares (Kraemer, Adams et al. 2002; Kraemer and Ratamess 2004; Ratamess, Alvar et al. 2009). Acredita-se que seguir essa ordem, forneça um maior estímulo neural, metabólico, hormonal e circulatório, o que potencialmente melhoraria o efeito no treinamento dos músculos subsequentes (Fleck and Kraemer 2006; Brown 2008). Adicionalmente, Brown (2008) destaca que os exercícios multiarticulares requerem maior coordenação intra e intermuscular dos grupos musculares envolvidos, além de uma maior demanda energética.

Diferentes sequências de exercícios podem ser propostas a fim de atingir os diferentes objetivos de um programa no treinamento de força. Por exemplo, priorizar grupos musculares específicos tem recebido respaldo da literatura científica, pelo fato dos grupos musculares e/ou exercícios realizados inicialmente dentro de uma sessão de treinamento apresentar melhor desempenho na sessão. O que de maneira crônica poderia levar a aumento da força nos exercícios e hipertrofia dos grupamentos musculares treinados inicialmente na sessão devido à maior sobrecarga mecânica

(*load*) imposta nos mesmos (Novaes, Salles et al. 2007; Simão, Farinatti et al. 2007; Salles, Oliveira et al. 2008; Prestes, Foschini et al. 2010; Spinetti, de Salles et al. 2010; Soares and Marchetti 2013).

A presente revisão buscou levantar evidências dos principais ajustes agudos e as adaptações crônicas em diferentes sequencias de exercícios em sessões de treinamento de força. Para efeito didático, o texto foi dividido em: sessões de treinamento para o corpo todo e sessões de treinamento para grupos musculares sinérgicos, como o sistema de pré-exaustão.

2.1.1 ORDEM DOS EXERCÍCIOS – SESSÕES PARA O CORPO TODO

Dentre os possíveis ajustes agudos decorrentes da manipulação da ordem dos exercícios no treinamento de força, as mais estudadas deles são o volume (produto dos exercícios, séries e repetições) e o *load* (produto dos exercícios, séries, repetições e sobrecarga levantada) da sessão total de treinamento e/ou dos exercícios de forma isolada (Sforzo and Touey 1996; Monteiro, Simão et al. 2005; Spreuwenberg, Kraemer et al. 2006; Simão, Farinatti et al. 2007; Bellezza, Hall et al. 2009; Santos, Costa et al. 2009; Silva, Monteiro et al. 2009; Kelleher, Hackney et al. 2010; Gil, Roschel et al. 2011; Balsamo, Tibana et al. 2013; Britto, Scudese et al. 2013; Chaves, Simão et al. 2013; Romano, Vilaça-Alves et al. 2013; Yaser, Abdolali et al. 2013; Pirauá, Beltrão et al. 2014).

Sforzo e Touey (1996), foram um dos primeiros a investigar a ordem de execução dos exercícios sobre uma sessão de treinamento. Investigando 17 homens treinados, conduziram um experimento onde duas ordens de exercícios foram realizadas. Na primeira ordem, os exercícios foram dispostos da seguinte forma: agachamento, cadeira extensora, cadeira flexora, supino, desenvolvimento de ombros e tríceps na polia alta. Para a segunda ordem foi realizado: cadeira flexora, cadeira extensora, agachamento, tríceps na polia alta, desenvolvimento de ombros e supino. Ambas as ordens foram realizadas com 4 séries de 8 repetições máximas em cada exercício. Os resultados revelaram maior *load* na ordem em que os exercícios multiarticulares foram realizados antes dos isolados. Também foi observado que os exercícios realizados ao início da sessão de treino (agachamento e supino na primeira

ordem e tríceps na polia alta e extensão de joelhos na segunda ordem) apresentaram maior *load* quando comparados à sua realização na ordem inversa.

Spreuwenberg e colaboradores (2006) examinaram os efeitos da ordem dos exercícios sobre o desempenho no agachamento. Nove sujeitos realizaram o exercício agachamento em duas condições experimentais. Na primeira condição somente o exercício agachamento foi realizado. Na segunda condição o agachamento foi realizado após uma sessão composta de 7 exercícios: supino reto, avanço, remada curvada, rosca de bíceps, stiff, abdominais, e *hang pull* (educativo do weightlifting). Foi observada na primeira condição, maior número de repetições em comparação com sua realização ao final da rotina de exercícios para corpo todo. Apesar do volume (número de repetições) ter sido diminuído, o exercício agachamento apresentou uma maior produção de potência quando realizado ao final da sessão de treino. Os autores sugeriram que a maior potência observada ocorreu devido ao fato do agachamento ter sido realizado após um exercício específico no desenvolvimento da potência (*hang pull*), levando ao efeito de potencialização pós-ativação durante o exercício agachamento.

O estudo de Simão et al., (2007) investigou as influências da ordem dos exercícios em mulheres treinadas. Duas ordens foram realizadas: a primeira consistiu na realização dos exercícios supino reto, desenvolvimento máquina, máquina de tríceps, *leg press*, cadeira extensora, e cadeira flexora. A segunda ordem consistiu na realização da sequência oposta dos exercícios. Para todos os exercícios 3 séries até a falha concêntrica utilizando 80% de 1RM foram utilizados. Os autores concluíram que o número total de repetições em um determinado exercício foi influenciado pela ordem dos mesmos em uma sessão de treino. Sendo que, independentemente do exercício realizado seu desempenho (avaliado pelo número de repetições realizadas) foi menor quando realizado após outro exercício para o mesmo grupamento muscular.

Três estudos compararam a contribuição metabólica (avaliado pela cinética de remoção de lactato), onde um deles também avaliou a demanda energética frente diferentes ordens de execução dos exercícios. Bellezza et al. (2009) investigaram 11 homens e 18 mulheres que realizaram duas sessões de treinamento separadas por 48-72 horas entre sessões. Na primeira sessão os sujeitos realizaram os exercícios supino

reto, *legpress*, remada, cadeira extensora, desenvolvimento, cadeira flexora, rosca de bíceps, tríceps sural e extensão de tríceps. Na segunda sessão a ordem de realização dos exercícios foi invertida. Primeiramente, foi observada durante a segunda sequência uma média no número de repetições superior em comparação com a sequência oposta. Quanto à cinética de remoção de lactato, amostras sanguíneas foram coletadas previamente a realização da sessão de treinamento, após o primeiro, quinto e nono exercícios e após 10 minutos após o término da sessão. Quanto às comparações entre gêneros, os homens apresentaram maiores valores de lactato sanguíneo, entretanto não diferiram entre sequências. Para as mulheres, foi observado um valor superior no lactato sanguíneo após a realização do quinto exercício na primeira sequência. Possivelmente, apesar de ambos os gêneros serem experientes com o treinamento de força, os homens reportaram maiores frequências semanais em comparação com as mulheres, possivelmente apresentando maiores adaptações ao treinamento, removendo e tolerando valores superiores de lactato sanguíneo.

Em outro estudo, Balsamo et al., (2013) avaliaram doze adolescentes que realizaram duas sessões de treinamento de força com diferenças na ordem dos exercícios, observando a cinética de remoção de lactato nas condições pré, um minuto após o primeiro exercício, um minuto após o terceiro exercício e 10 minutos após o término da sessão. A primeira sessão consistiu na realização dos exercícios multiarticulares primeiro (remada sentada máquina, supino vertical, rosca de bíceps com halteres e tríceps na polia) e a segunda sessão a ordem foi invertida. Os investigadores não observaram diferenças entre as sequências nos valores de lactato nos momentos pré, após o primeiro e terceiro exercício. Entretanto, foi observado que na ordem em que os exercícios multiarticulares foram realizados primeiro, o lactato sanguíneo apresentou valores superiores aos 10 minutos após o término da sessão quando comparado com a ordem inversa.

Kelleher et al (2010) comparou a demanda energética em jovens recreacionalmente ativos realizando os métodos de treinamento seriado e combinado (alternando séries de exercícios para grupos musculares antagônicos). Os exercícios realizados no sistema tradicional foram: supino reto, remada curvada, rosca de bíceps, rosca de tríceps, cadeira extensora e cadeira flexora. Os mesmos exercícios foram

realizados no sistema combinado, porém sem intervalo entre exercícios (ex. supino reto+remada curvada). Todos os exercícios foram realizados em 4 séries de 10RM com 60 segundos de intervalo entre exercícios e séries. Não foram observadas diferenças no gasto energético total da sessão. Entretanto, quando os dados foram expressos em relação à duração total da sessão, o método combinado demonstrou maior gasto energético por minuto e maior consumo de oxigênio após o exercício (1 hora). Adicionalmente, os valores de pico do lactato se mostraram maiores na condição combinada, durante a sessão de treinamento, e foram significativamente maiores logo após o término da sessão quando comparado com a condição seriada. Entretanto, esses valores não diferiram entre 15 e 60 minutos após a sessão, permanecendo elevados em comparação com os valores basais.

Dentre os diversos ajustes agudos do organismo frente ao treinamento de força, dois pontos podem ser apresentados como fundamentais: (i) aspectos relacionados ao dano muscular (Ide, Lopes et al. 2010) e (ii) respostas hormonais (Kraemer and Ratamess 2005). Quanto ao dano muscular, decorrente a uma sessão de treinamento de força, sua magnitude parece não diferir entre diferentes ordens de treinamento. Tais dados foram observados em amostras de indivíduos ativos e iniciantes no treinamento de força (Sotoode, Mirzaei et al. 2013) e amostras de indivíduos treinados em força (Chaves, Simão et al. 2013). Adicionalmente, a resposta hormonal parece também não ser afetada pela ordem dos exercícios, como sugerem os estudos de Yaser et al., (2013) e West et al. (2013) não observaram diferenças nas respostas dos hormônios testosterona, cortisol, GH e IGF-1 frente a diferentes ordens de exercícios no treinamento de força.

Três estudos foram encontrados investigando as adaptações crônicas da ordem dos exercícios e o ganho de força e hipertrofia muscular. Spinetti et al (2010) conduziram um estudo em que 30 homens recreacionalmente treinados foram divididos em 3 grupos. Todos os grupos treinaram 2 vezes por semana, durante 12 semanas seguindo periodização ondulatória diária sendo a única diferença entre grupos a ordem de exercícios realizada. O primeiro grupo realizou a seguinte ordem de exercícios: supino reto, *pulley* frente, extensão de tríceps na máquina e rosca direta. O segundo grupo realizou a ordem oposta. O terceiro grupo não realizou o treinamento e serviu

como controle. Seus resultados demonstraram maior *load* no primeiro grupo em comparação com o segundo. Apesar de não ter sido encontrada diferença estatística, o primeiro grupo apresentou maior tamanho do efeito no ganho de força no exercício supino em comparação com o segundo grupo. Entretanto, em todos os outros exercícios, o tamanho de efeito no ganho de força foi maior no segundo grupo. Quanto à hipertrofia, o segundo grupo também apresentou maior efeito do tamanho no tríceps braquial. Não foram observadas diferenças no aumento do volume no bíceps braquial. Tais resultados, possivelmente são justificados pelo fato dos exercícios isolados específicos para os grupos musculares alvo terem sido realizados no início da sessão, sendo realizados com maiores sobrecargas. Desta forma, impondo agudamente uma maior demanda aos exercícios e grupos musculares alvo, levando de forma crônica à uma melhor adaptação.

O estudo de Assumpção et al., (2013) avaliou em 6 semanas o efeito de duas ordens de exercícios sobre rotinas divididas de treinamento. Dois grupos foram formados. O primeiro grupo, realizou a seguinte rotina de exercícios: Treino A (segunda e quinta): supino reto, supino inclinado com dumbell, *pecdeck*, tríceps na máquina e tríceps na polia. Treino B (terça e sexta): *pulley* frente, *pulley* frente pegada fechada, remada máquina, rosca *scott* e rosca de bíceps. O segundo grupo realizou a mesma rotina dividida de treino (A/B), porém os exercícios na sessão foram realizados de forma oposta. Não foi observada diferença significativa entre os ganhos de força (1RM), entre duas diferentes ordens de execução. Entretanto, observou-se maior tamanho de efeito no ganho de força nos exercícios realizados ao início da sessão em suas respectivas ordens, independente da ordem treinada.

Investigando homens idosos, Pina et al., (2013) não observaram diferenças no ganho de força e composição corporal em 7 semanas de treinamento. Duas ordens foram executadas. A primeira, os exercícios realizados foram: supino no banco horizontal, puxada articulada, tríceps no *pulley*, rosca de bíceps, cadeira extensora, cadeira flexora, cadeira adutora e cadeira abduutora. A segunda ordem foi: rosca de bíceps, tríceps na polia, puxada articulada, supino no banco horizontal, cadeira adutora, cadeira abduutora, cadeira flexora e cadeira extensora. Nenhuma diferença significativa foi observada entre os grupos para nenhuma variável analisada (ganho de força e

composição corporal). Possivelmente, tais resultados foram observados devido ao fato de não terem sido notados ganhos de força nos momentos pré e pós-intervenção para ambos os grupos.

2.1.2 ORDEM DOS EXERCÍCIOS – SESSÕES PARA GRUPOS MUSCULARES SINÉRGICOS

O treinamento de força promove uma série de adaptações, sendo que quando o seu principal objetivo é a hipertrofia das fibras musculares (consequentemente levando a um aumento na massa e volume muscular), um elevado volume associado a uma alta intensidade são necessários a fim de exaurir a musculatura e consequentemente promover os ajustes e adaptações necessárias (Bloomer and Ives 2000; Zatsiorsky and Kraemer 2008; Lin and Chen 2012). Para que um elevado *load* seja realizado em cada grupamento muscular a principal estratégia realizada é o de rotinas parceladas/divididas (do inglês *split routines*), tais rotinas consistem na divisão dos grupos musculares ao longo da semana, onde não mais do que três grupos musculares são treinados por sessão e, normalmente são utilizados de 2 a 5 exercícios para grupamento muscular, sendo que para indivíduos treinados até 20-25 séries em cada grupo muscular podem ser executadas em uma única sessão de treinamento (Zatsiorsky and Kraemer 2008).

Investigando os efeitos da ordem dos exercícios em rotinas divididas Gil et al., (2011) realizaram um estudo com doze homens treinados em força, os quais realizaram duas sequências de exercícios de membros inferiores. A primeira sequência os voluntários realizaram os exercícios *leg press*, cadeira flexora e cadeira extensora. Na segunda sequência os exercícios foram invertidos. Foram realizadas 3 séries de cada exercício com 80% de 1RM, até a falha concêntrica, sendo adotado, um intervalo de 2 minutos entre séries e exercícios. Não foram demonstradas diferenças no número total de repetições entre as ordens (soma do número de repetições nas 3 séries nos 3 exercícios). Entretanto, a análise dos exercícios de forma separada mostrou que o número de repetições realizadas no *leg press* foi superior na primeira sequência e os exercícios cadeira flexora e cadeira extensora foram maiores na ordem inversa.

A influência aguda da ordem de execução dos exercícios em uma sessão de treinamento para musculatura peitoral e tríceps, foi relatado por Novaes et al. (2007),

que compararam duas sequências de exercícios e o número total de repetições realizadas. Treze sujeitos treinados foram divididos aleatoriamente em dois grupos. O primeiro grupo realizou a sequência: supino reto, supino inclinado, supino declinado, tríceps *pulley* e tríceps testa e o segundo grupo realizou uma sessão com a ordem inversa à anterior. Em ambas as sessões foram realizadas 3 séries de 8 repetições máximas com intervalo de 3 minutos entre as séries e 5 minutos entre os exercícios. Após 48 horas as sequências foram invertidas. A média de repetições máximas realizadas por exercício demonstrou valores significativamente maiores nos exercícios realizados no início da sessão (supino reto e supino inclinado na primeira sequência) e (tríceps *pulley* e tríceps testa na segunda sequência). Entretanto, não foram observadas diferenças significantes para o número total de RM entre as sequências.

Investigando a duração do intervalo associado a duas sequências de exercícios, Miranda et al., (2010) conduziram um experimento em que duas ordens de exercícios para membros superiores foram realizadas com intervalos de 1 e 3 minutos. Na primeira e terceira sequências foram realizadas a seguinte ordem: *pulley* frente (pegada aberta), *pulley* frente (pegada fechada), remada máquina sentada, remada deitado no banco, rosca de bíceps no banco com *dumbbell* e rosca *scott* com intervalos de recuperação de 1 e 3 minutos respectivamente. Na segunda e quarta sessões a ordem de execução dos exercícios foi invertida e um intervalo de recuperação 1 e 3 minutos foi respectivamente adotada. Os resultados demonstraram que o efeito da ordem dos exercícios foi superior (diminuindo o desempenho) em comparação ao intervalo de recuperação para os exercícios *pulley* frente (pegada aberta) e rosca *scott*, enquanto que o efeito do intervalo foi superior para os exercícios *pulley* frente (pegada fechada), remada máquina sentada, remada deitado no banco, rosca de bíceps no banco com *dumbbell*.

Monteiro et al (2005) investigaram o efeito da ordem de exercícios em rotinas parceladas em mulheres. Duas sequências foram testadas, a primeira delas teve início com exercícios multiarticulares e progrediram para os isolados: supino horizontal, desenvolvimento em pé e tríceps na polia. A segunda sequência utilizou os exercícios na ordem oposta. Três séries de 10RM com intervalo de três minutos entre exercícios e intervalos foram utilizados a fim de investigar os efeitos da ordem sobre o volume da

sessão em cada exercício. Seus principais achados foram similares aos encontrados para homens treinados, onde os exercícios realizados ao final da sessão apresentam um decréscimo em seu desempenho quando comparados aos mesmos realizados ao início, sem serem apresentadas diferenças na percepção subjetiva de esforço entre sessões.

Silva et al (2009) compararam a influência da ordem de execução dos exercícios sobre o número de repetições e percepção subjetiva de esforço em mulheres jovens e idosas. Duas sequencias foram testadas, em que a primeira delas foi realizada os exercícios supino horizontal, desenvolvimento em pé e tríceps na polia alta. Para a segunda sequência a ordem dos exercícios foi disposta de forma contrária. Todos os exercícios foram realizados com uma carga de três séries de 10RM com intervalo de três minutos entre exercícios e séries. Para o grupo de mulheres jovens o efeito da ordem dos exercícios foi similar aos previamente reportados na literatura, em que os exercícios realizados ao final de uma sessão apresentam menor rendimento em comparação com sua realização no início. Quanto ao grupo de idosas, a sequência em que os exercícios multiarticulares foram realizados primeiro se demonstrou mais efetivo em manter o volume em todos os exercícios realizados, visto que não foram observadas quedas no número de repetições nos exercícios realizados ao final da sessão, o que não foi observado na ordem oposta (isolado para multiarticular). Quanto à percepção subjetiva de esforço, o grupo de mulheres jovens não apresentou diferenças entre sessões. Já o grupo de idosas apresentou maiores valores de percepção subjetiva de esforço na condição isolado para multiarticular.

2.1.3 ORDEM DOS EXERCÍCIOS – SISTEMA PRÉ-EXAUSTÃO

O método da pré-exaustão foi primeiramente inserido nos anos 60 por Robert Kennedy e posteriormente foi difundido pelos fisiculturistas Casey Viator e Sergio Oliva nos meados dos anos 70 (Salles and Simão 2014). Segundo Bacurau et al. (2009), “Muito usado por fisiculturistas, é um método que inicia com um exercício "uniarticular" e, seguidamente realiza-se um exercício multiarticular. A ideia principal desse método seria intensificar o trabalho sobre o grupamento muscular "maior" (músculos principais ou primários), sem que os grupamentos "menores" tenham interferência negativa. Por exemplo: realizar as séries de exercícios isolados para o peitoral, crucifixo ou *cross over*

e logo depois o exercício supino ou *chest press*, para enfatizar a musculatura citada, diminuindo a interferência do músculo tríceps braquial”.

Outra definição do método da pré-exaustão descrita por Fleck e Kraemer (2006) pode ser observada adiante. “Fisiculturistas nos Estados Unidos e halterofilistas nos países do antigo bloco soviético têm utilizado diferentes métodos de “pré-exaustão”. Essa ordem de exercícios envolve a realização de exercícios para uma quantidade menor de grupos musculares antes de exercícios para uma grandes quantidade de grupos musculares. Por exemplo, um exercício monoarticular/isolado (p.ex., crucifixo com halteres) é executado antes de um exercício multiarticular (p.ex., supino). A teoria é de que os músculos com menor quantidade de músculos, fadigados, contribuirão menos para o movimento, colocando, dessa forma, maior estresse sobre os demais grupos musculares. Por exemplo, a exaustão muscular durante o levantamento supino é por vezes relacionada à fadiga do tríceps. Muitos fisiculturistas incluem o supino para maximizar a hipertrofia dos músculos peitorais. Portanto, a razão para a realização de um exercício monoarticular/isolado tal como o crucifixo com halteres é “pré-exaurir” os músculos peitorais, de modo que a exaustão durante o supino possa ser relacionada à fadiga dos músculos peitorais a medida que se opõe à fadiga do tríceps. O resultado é, por vezes, a diminuição na quantidade de sobrecarga empregada no exercício visando grande quantidade de grupos musculares, o que nos faz questionar o uso da pré-exaustão para o treinamento de força pura. Outro método de pré-exaustão envolve a fadiga dos músculos sinergistas ou estabilizadores de um movimento antes do exercício primário. Um exemplo desse conceito é a execução de puxadas dorsais ou de desenvolvimento de ombros pela frente antes da realização do levantamento supino. Embora tipicamente utilizado para o treinamento de hipertrofia, as vantagens e desvantagens do sistema de pré-exaustão na otimização dos ganhos de força e potência permanecem anedóticas e precisam de estudos adicionais. Entretanto, alguns dados indicam que a fadiga e seus metabólitos (p.ex. lactato) podem estimular o desenvolvimento da força (Shinohara et al., 1998; Smith e Rutherford, 1995). Rooney, Herbert e Balwave (1994) mostraram que repetições contínuas resultaram em maiores ganhos de força do que quando o repouso foi permitido entre as repetições. Dessa forma, o acúmulo de fator(es) metabólico(s) relacionado(s) à fadiga pode ser um sinal

fisiológico para a adaptação. Com isso relaciona-se as técnicas de pré-exaustão para maximização da força, em comparação com um método de sequenciamento tradicional, não está claro na literatura científica.

Investigando tal sistema de treinamento Salles et al., (2008) compararam o método da pré-exaustão com a ordem inversa nos exercícios *leg press 45°* e cadeira extensora. Treze sujeitos treinados foram submetidos a duas sessões de treinamento. A primeira sessão (tradicional) o *leg press* foi executado antes da cadeira extensora e na segunda sessão foi realizada a ordem inversa (pré-exaustão). Os exercícios foram executados com carga de 8 RM com um intervalo de 20 segundos entre os exercícios. O procedimento foi realizado quatro vezes com intervalos fixos de dois minutos, totalizando quatro séries de exercício em ambas as sequências. Setenta e duas horas depois as ordens foram invertidas. Os resultados obtidos mostraram que o volume total, assim como o número de RMs no exercício cadeira extensora foi significativamente maior na situação de pré-exaustão em comparação com a rotina inversa. Não foram observadas diferenças na percepção subjetiva de esforço em nenhuma das condições experimentais.

Augustsson et al., (2003) observaram uma menor ativação (média do RMS EMG) dos músculos reto femoral e vasto lateral durante a realização de 10RM no exercício *legpress* quando o mesmo foi precedido de 10RM no exercício cadeira extensora. Não foram observadas diferenças na ativação do glúteo máximo em nenhuma das condições. Adicionalmente um número menor de repetições foram realizadas na condição pré-exaustão. Ainda investigando o método da pré-exaustão para os membros inferiores, Rocha Júnior et al., (2010) investigaram os efeitos das duas rotinas de exercício na atividade muscular do vasto lateral. Os exercícios cadeira extensora e o *leg press 45°* foram combinados em duas intensidades. A primeira rotina consistia na realização de uma série 15 repetições de cadeira extensora com 30% de 1 RM seguido de uma série de 15 repetições de *leg press 45°* com 60% de 1 RM. A segunda rotina foi similar à primeira, porém a cadeira extensora foi realizada com 60% de 1RM. Ambas as rotinas foram comparadas a uma rotina controle que consistiu somente na realização do *leg press 45°* com 60% de 1 RM. Os resultados revelaram maiores variações na amplitude do valor RMS EMG nas duas condições experimentais em comparação com

a rotina controle, indicando que uma série de *leg press* após a realização da cadeira extensora nas intensidades avaliadas, possivelmente passou a recrutar mais fibras musculares que uma repetição desse mesmo exercício em uma série simples. Portanto, foi observada redução no número total de repetições no *leg press* na rotina onde o exercício cadeira extensora foi realizada com 60% de 1RM (segunda rotina).

Quanto ao controle neuromuscular dos membros superiores o estudo conduzido por Gentil et al., (2007) avaliou a atividade muscular do peitoral maior, deltóide anterior e tríceps braquial em duas ordens de execução: Pré-exaustão (*pecdeck* antes do supino) e sistema prioritário (*pecdeck* depois do supino). Foi realizada uma série de cada exercício com carga de 10 RM, até a falha concêntrica, sem intervalo entre os exercícios. Não foram observadas diferenças significantes para a atividade muscular no peitoral maior e deltóide anterior durante os exercícios *pecdeck* e supino, em nenhuma das condições. Entretanto, foi observado aumento significativo na atividade muscular do tríceps braquial no exercício supino sob a condição de pré-exaustão quando comparado ao sistema prioritário. Apesar de não ter sido verificada diferença estatística para o número total de repetições e no trabalho total entre as sequências, no exercício *pecdeck*, o número total de repetições foi maior na sequência pré-exaustão, assim como o número de repetições no supino reto foi maior no sistema prioritário.

Valores similares foram encontrados no estudo de Brennecke et al., (2009) em que foi investigado a atividade muscular do peitoral maior, deltóide anterior e tríceps braquial e na cinemático no exercício supino sob duas condições experimentais: Pré-exaustão (crucifixo e supino) e sem pré-exaustão (somente supino). Foi observada menor velocidade angular do complexo do ombro na fase ascendente no exercício supino sob a condição de pré-exaustão. Também foi observado um número significativamente menor de repetições no supino quando precedido pelo crucifixo. Similar ao resultado de Gentil et al., (2007) não houve diferença significativa da ativação do peitoral maior e deltóide anterior no exercício supino em nenhuma das condições experimentais. Entretanto, o tríceps braquial apresentou maior atividade na condição pré-exaustão.

Outra variável de carga à ser levada em consideração na realização do sistema de pré-exaustão é o intervalo entre exercícios. Os estudos supracitados buscaram

utilizar curtos intervalos, resultando em baixa recuperação da musculatura envolvida entre exercícios. Recentemente o estudo de Fischer et al. (2014) comparou cronicamente três sistemas de treinamento: pré-exaustão sem intervalo entre exercícios, pré-exaustão com 1 minuto de intervalo entre exercícios e o sistema tradicional. O primeiro grupo realizou os exercícios *pecdeck* seguido de supino reto, cadeira extensora seguida de *leg press* e *pullover* seguido de *pulley* frente. Os quais foram seguidos de exercícios abdominais e extensores lombares. Foi utilizado um intervalo de 2 minutos entre grupos de exercícios. O segundo grupo executou os mesmos exercícios na mesma ordem, porém foi utilizado um intervalo de 1 minuto entre todos os exercícios. O último grupo serviu como controle e realizou os exercícios priorizando os exercícios multiarticulares na seguinte ordem: supino reto, leg press, *pulley* frente, *pecdeck*, cadeira extensora, *pullover*, abdominais e extensores lombares. Foi utilizado 1 minuto de intervalo entre exercícios. Todos os exercícios foram realizados utilizando uma carga de uma série de 12 RM. Todos os grupos apresentaram grande tamanho do efeito para o ganho de força nos exercícios supino reto, leg press e *pulley* frente. Apesar dos maiores tamanhos de efeito terem sido observados no segundo grupo (pré-exaustão com intervalo), os resultados não atingiram diferença significativa.

2.1.4 ORDEM DOS EXERCÍCIOS – APLICAÇÕES PRÁTICAS

Podemos analisar o efeito da ordem dos exercícios sobre diferentes parâmetros como volume total, *load*, dano muscular, contribuição metabólica, resposta hormonal e atividade eletromiográfica. Quanto aos sistemas de treinamento tradicional e pré-exaustão (onde grupos musculares sinérgicos são exercitados) cuidado deve ser tomado com a sua prescrição. Tendo como exemplo a realização do exercício supino reto e *pecdeck* de forma sequenciada sem intervalo com 10RM em cada exercício independente da ordem realizada, o número total de repetições realizadas pelos adutores horizontais de ombro (peitoral maior e deltóide anterior) seria de pouco menos de 20RM (contando com a fadiga de um exercício sobre o outro) e para o tríceps braquial de 10RM, apresentando então diferentes magnitudes de estresse mecânico e metabólico nos grupos musculares treinados. Devido a esse fato, caracteriza-se assim um trabalho de resistência de força (>15RM) para o peitoral maior e deltóide anterior e

de hipertrofia para o tríceps braquial (entre 6 e 12RM) como a literatura sugere como ideal. Adicionalmente, a atividade muscular do músculo pré-fadigado parece não ser alterada ou até diminuir, não sugerindo um recrutamento de unidades motoras efetivo mais efetivo após a sua realização, não parecendo ser ideal para o desenvolvimento da força máxima e potência. Portanto, ajustes devem ser feitos a fim de que diferentes objetivos possam ser treinados com tal sistema. Um exemplo seria realizar os exercícios com cargas de 6RM (totalizando 12RM) quando o objetivo do mesmo for hipertrofia.

Coletivamente, apesar dos estudos supracitados elucidarem várias questões acerca da prescrição da ordem dos exercícios em sessões de treinamento de força. Questões importantes continuam ainda sem respostas evidentes. A primeira delas seria o fato da maioria dos estudos terem empregado sessões de treinamento para o corpo todo e não rotinas divididas por grupamentos musculares recomendadas no aumento da força e hipertrofia musculares em sujeitos treinados. Quando utilizadas rotinas divididas e sistemas de treinamento (pré-exaustão e tradicional), os estudos carecem de informações da contribuição metabólica durante e após a realização dos exercícios. Os estudos que investigaram a pré-exaustão no exercício supino reto, fadigaram o grupo muscular dos adutores horizontais do ombro (peitoral maior e deltóide anterior). Entretanto, a pré-exaustão dos extensores do cotovelo (similarmente importante para a realização do exercício supino reto) não foi investigada. Adicionalmente, os estudos buscaram investigar duas condições (com e sem pré-exaustão) não realizaram uma rotina controle (seriado) para comparação. Finalmente, nenhum estudo investigou parâmetros relacionados à fadiga neuromuscular (ex. índice de fadiga) do sistema de treinamento pré-exaustão e tradicional.

3 OBJETIVO

3.1. OBJETIVO GERAL:

Mensurar os efeitos agudos da ordem de exercícios isolados e multiarticulares na atividade muscular e desempenho de sujeitos treinados.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Avaliar a atividade muscular de peitoral maior e tríceps braquial em duas diferentes ordens de exercícios: isolado para multiarticular (pré-exaustão) e multiarticular para isolado (tradicional).

Quantificar o desempenho através do número máximo de repetições em duas diferentes ordens de exercícios: isolado para multiarticular (pré-exaustão) e multiarticular para isolado (tradicional).

Avaliar a percepção subjetiva de esforço após duas diferentes ordens de exercícios: isolado para multiarticular (pré-exaustão) e multiarticular para isolado (tradicional).

Avaliar a contribuição metabólica, através da cinética de remoção de lactato, em duas diferentes ordens de exercícios: isolado para multiarticular (pré-exaustão) e multiarticular para isolado (tradicional).

4 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA

Devido ao crescente número de adeptos ao treinamento de força, em busca de seus diversos benefícios uma correta prescrição de exercícios se faz necessária. A fim de otimizar a prescrição do treinamento diversas características individuais devem ser consideradas além do objetivo de cada cliente (Prestes, Foschini et al. 2010). Diferentes métodos de treino têm sido desenvolvidos a fim de atingir as metas individuais, dentre elas destaca-se os sistemas tradicionais e da pré-exaustão.

Entretanto, as evidências são conflitantes em certos aspectos da ordem dos exercícios em uma sessão de treinamento. Quanto à atividade muscular avaliada através de eletromiografia, dois estudos não demonstram diferenças na atividade muscular do músculo pré-exaurido quando realizado o método da pré-exaustão (Gentil, Oliveira et al. 2007; Brennecke, Guimarães et al. 2009). Um dos estudos demonstra maior atividade muscular do músculo pré-exaurido (Rocha Júnior, Bottaro et al. 2010). Enquanto que Augustsson et al., (2003) demonstra diminuição da atividade muscular.

Resultados divergentes também aparecem no volume e *load* de treino em diferentes ordens de realização (Sforzo and Touey 1996; Gentil, Oliveira et al. 2007; Novaes, Salles et al. 2007; Salles, Oliveira et al. 2008; Bellezza, Hall et al. 2009; Rocha

Júnior, Bottaro et al. 2010; Spineti, de Salles et al. 2010). Sendo então a utilização de diferentes ordens e diferentes métodos de treino comuns em salas de treinamento de força, o melhor entendimento dos efeitos da ordem dos exercícios nos métodos da pré-exaustão e tradicional é necessário para correta prescrição de exercícios e para atender as necessidades individuais de cada programa.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de um estudo transversal, prospectivo, que foi realizado no laboratório de Performance Humana da Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP) (Martins, Souza et al. 2009).

5.1 PARTICIPANTES

O número de sujeitos foi determinado utilizando um estudo piloto previamente realizado, com indivíduos que possuíam as mesmas características das que foram empregadas no presente estudo, baseado em significância de 5% e um poder do teste de 80% (Eng 2003). A amostra foi composta por 14 homens treinados em força por mais de 1 ano, aptos fisicamente para a realização do estudo, e com experiência nos exercícios propostos (idade: 25 ± 4 anos, estatura: 175 ± 4 cm, massa corporal: 80 ± 11 kg, distância biacrômial: 37 ± 2 cm). Todos os participantes foram voluntários e recrutados na Faculdade de Ciências da Saúde – Educação Física.

5.2 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

Os critérios de inclusão adotados foram: (i) indivíduos sadios, (ii) praticantes de treinamento de força com experiência nos exercícios à serem executados, (iii) estarem treinando ininterruptamente por no mínimo 1 ano, (iv) sem qualquer cirurgia prévia no membro superior e ou tronco, (v) sem quaisquer acometimentos ósteomioarticulares de membros superiores e ou tronco que pudessem comprometer a execução dos exercícios selecionados (vi) serem alunos dos professores responsáveis pela pesquisa.

Foram selecionados indivíduos treinados em musculação devido ao fato de ter sido demonstrado em indivíduos de sedentários uma menor capacidade de recrutar e sincronizar de forma voluntária as unidades motoras necessárias para a execução de

tarefas força-dependente (no caso 10RM no exercício supino reto e tríceps na polia) (Komi 2006).

5.3 RECRUTAMENTO E ADESÃO AO TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO (TCLE)

Todos os sujeitos foram informados dos procedimentos experimentais em uma reunião entre os responsáveis pelo estudo e os sujeitos, na qual foram esclarecidos os objetivos, a metodologia, os benefícios relacionados ao estudo e os possíveis riscos envolvidos na pesquisa. Em seguida, assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE, ANEXO I), aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP (Protocolo #39/13, Anexo II). A metodologia proposta foi formulada respeitando resoluções 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. Os voluntários foram submetidos às mesmas condições biomecânicas específicas do exercício supino e tríceps na polia alta. Os procedimentos foram imediatamente interrompidos diante de qualquer relato ou observação de movimento fora do padrão normal do voluntário. Caso os voluntários apresentassem sintomas após a coleta dos dados, eram encaminhados a Clínica de Fisioterapia da UNIMEP, setor de Fisioterapia Ortopédica, para receberem os cuidados necessários.

5.4 PROCEDIMENTOS

Os voluntários se apresentaram no laboratório em duas sessões de coleta de dados. Na primeira sessão foram obtidos dados pessoais (idade, estado de treinamento) por meio de um questionamento oral e antropométricos (massa, estatura e distância biacrômial). Então os sujeitos se familiarizaram com os procedimentos experimentais. Um teste de repetições máximas foi realizado visando definir a sobrecarga para 10 repetições máximas (10RM), até a falha mecânica concêntrica. O teste de RM foi realizado em ambos os exercícios utilizados no presente trabalho de forma isolada e com 20 minutos de intervalo entre eles.

A segunda sessão foi dividida em dois momentos espaçados da primeira sessão em no mínimo 48 horas e no máximo 1 semana. Em um primeiro momento, um breve aquecimento nos equipamentos foi realizado e então foi realizada uma contração voluntária máxima isométrica (CVMI) durante 5" no exercício supino com a barra travada.

Esta avaliação foi realizada visando posterior normalização do sinal eletromiográfico de cada músculo avaliado (Figura 1).



Figura 1. Posicionamento de aquisição da contração voluntária máxima isométrica para normalização do sinal eletromiográfico (CVMI).

Após a coleta de normalização do sinal eletromiográfico, a atividade muscular do peitoral maior e tríceps braquial foram mensuradas, através da eletromiografia superficial, durante a execução dos exercícios supino reto e tríceps na polia alta, de forma isolada, utilizando 1 série de 10RM e intervalo entre exercícios de 10', visando evitar a fadiga neuromuscular. Todos os exercícios foram realizados em cadência definida por um metrônomo a 40bpm e os dados angulares do complexo do cotovelo foram avaliados por um eletrogoniômetro fixo no membro superior direito e alinhado ao centro articular do cotovelo de cada sujeito (Figura 2).



Figura 2. Posicionamento do eletrogoniômetro.

Em um segundo momento, e após 30 minutos de descanso, foram realizadas as análises referentes à ordem dos exercícios em duas condições experimentais diferentes: (1) Pré-exaustão (tríceps na polia seguido de supino reto) e (2) tradicional (supino reto seguido de tríceps na polia). Nas condições experimentais, cada exercício foi seguido do próximo com intervalo de no máximo 20". As condições foram testadas com 1 série de 10 RM para ambos os exercícios. Foram adotados 30 minutos de intervalo entre as condições experimentais (pré-exaustão e tradicional) e as mesmas foram aleatorizadas entre sujeitos (Figura 3).

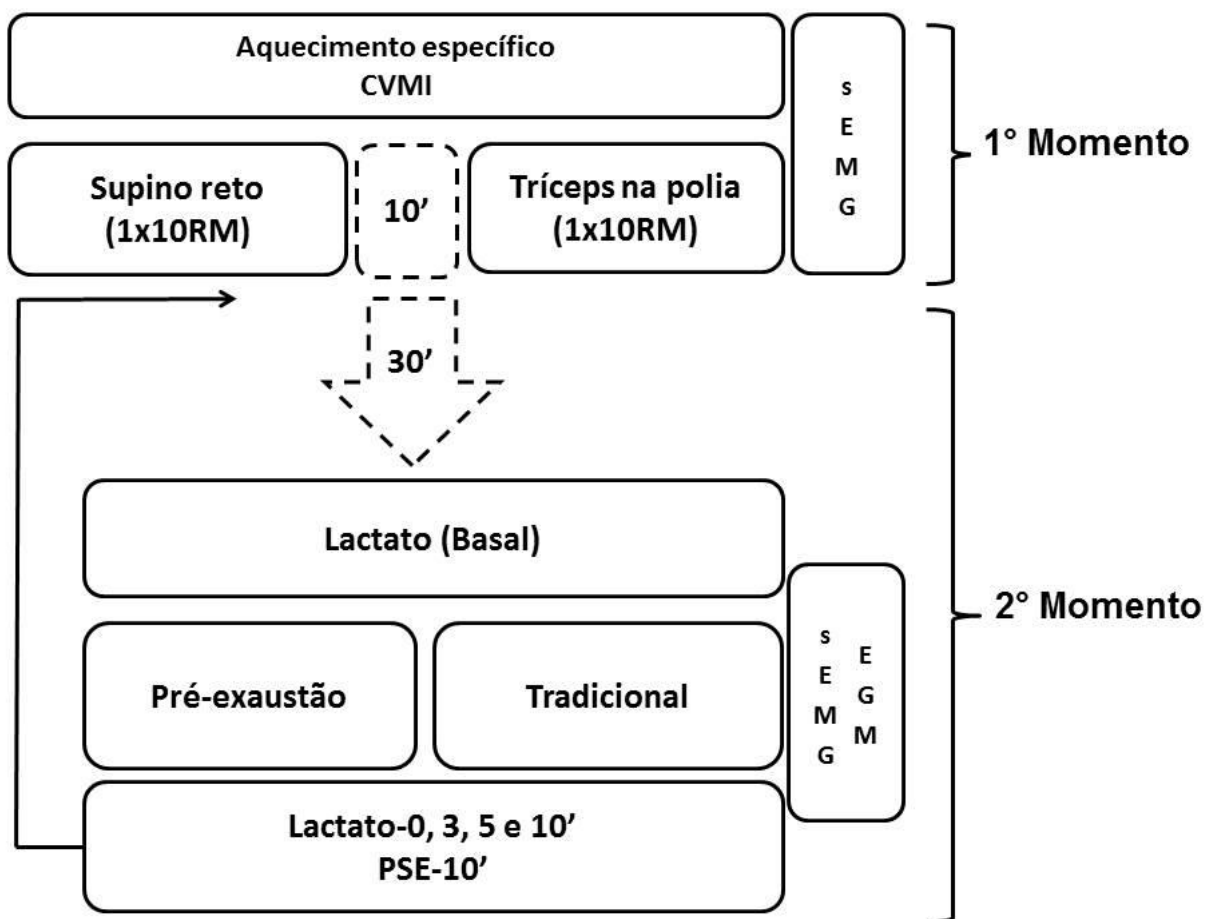


Figura 3. Desenho experimental.

Avaliações Realizadas:

Teste de 10RM: O teste de repetições máximas para 10 repetições (10RM) foi realizado em cada exercício separadamente e serviu como controle das demais condições (Uchida, Charro et al. 2013). Cada sujeito teve no máximo 5 tentativas em cada exercício com cadência previamente selecionada a 40bpm. Foi adotado um intervalo de 5 minutos entre cada tentativa e 20 minutos entre cada exercício. Para o supino reto foi adotada uma empunhadura de 200% da distância biacromial (Marchetti, Arruda et al. 2010). Os voluntários iniciaram com os cotovelos estendidos, desceram a barra controladamente até atingir aproximadamente 90° de flexão de cotovelos, e assim retornaram a posição inicial com os cotovelos estendidos (Figuras 4 e 5).

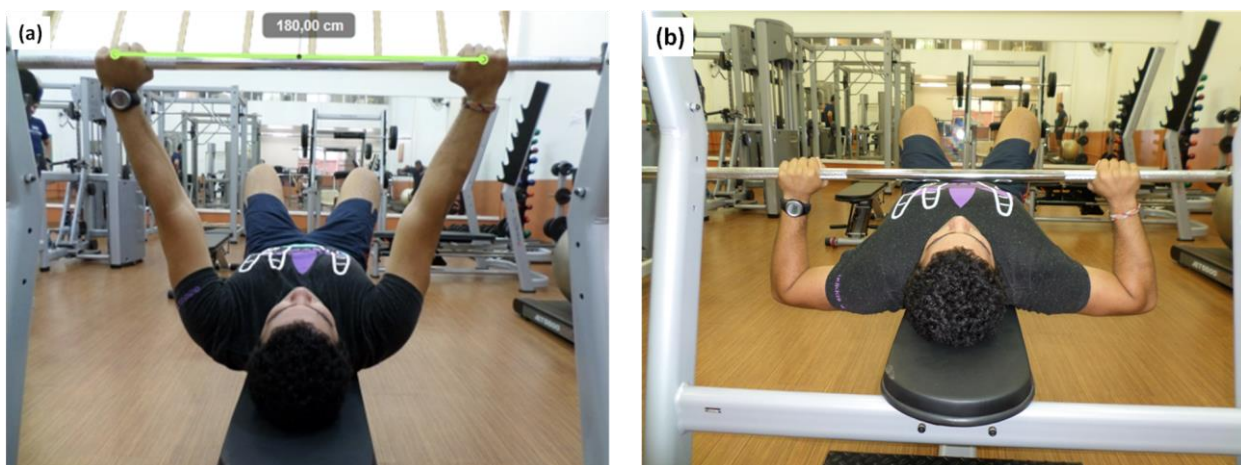


Figura 4. Supino reto (a) posição inicial e (b) posição intermediária.



Figura 5. Posicionamento dos eletrodos e eletrogoniômetro durante o supino reto.

No exercício tríceps na polia alta, os sujeitos se posicionaram à frente do equipamento e iniciaram o movimento com os cotovelos em extensão completa, realizando a máxima flexão e retornando à posição inicial (Figuras 6 e 7).



Figura 6. Tríceps na polia (a) posição inicial e (b) posição intermediária.



Figura 7. Posicionamento dos eletrodos e eletrogoniômetro.

Não foram permitidas paradas na execução do movimento entre as fases ascendentes e descendentes. Somente foram válidas as séries em que a correta execução dos exercícios foi realizada. Para minimizar erros nos testes foram adotadas as seguintes estratégias: (i) os sujeitos receberam informações sobre a técnica adequada de cada exercício antes dos testes (ii) a execução da técnica do exercício foi monitorada e corrigida quando necessário (iii) os sujeitos foram verbalmente encorajados durante os testes.

Eletromiografia Superficial (sEMG): A coleta dos dados de sEMG, foi feita com um eletromiógrafo de 2 canais (EMG System do Brasil, São José dos Campos, Brasil). Foram utilizados pares de eletrodos ativos de superfície, circulares, auto-adesivos, Ag/AgCl com 1cm de diâmetro, com espaçamento de 2 cm de centro a centro entre os eletrodos, associados à um gel condutor, sendo colocados sobre o músculo peitoral maior, porção esterno-costal (PM) e tríceps braquial, porção lateral (TB). A localização específica de cada eletrodo foi norteada segundo as recomendações do SENIAM (*Surface EMG for a non-invasive assessment of muscles*). No músculo PM, os eletrodos foram posicionados a 50% do ventre muscular alinhado com as fibras médias (porção

esterno-costal) e na porção lateral do músculo tríceps braquial os eletrodos foram posicionados lateralmente a 50% da linha entre a crista posterior do acrômio e o olécrano (Figura 8). O eletrodo de referência foi colocado no centro da patela do lado direito de cada sujeito. Para a colocação dos eletrodos os pelos foi realizada a tricotomia da região e uma leve abrasão foi realizada na pele para remoção das células mortas e redução da impedância. A aquisição dos dados foi feita a uma frequência de 2000 Hz.

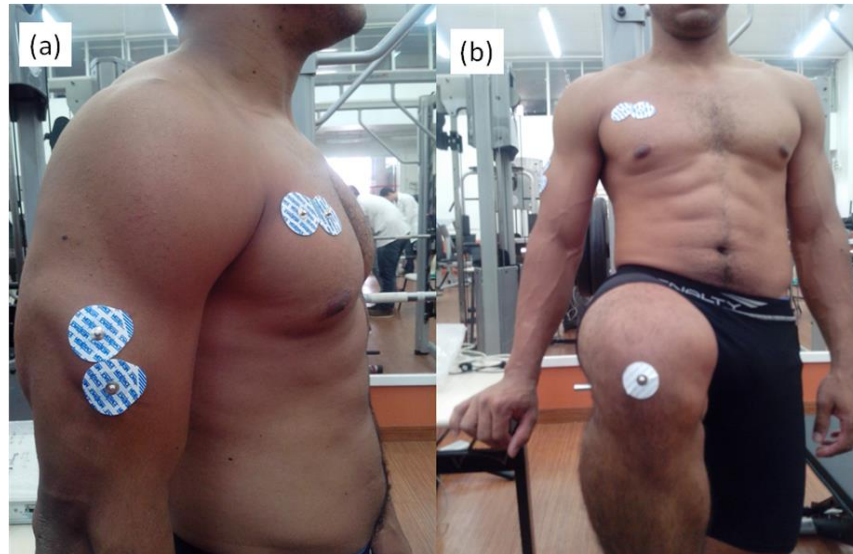


Figura 8. Posicionamento dos eletrodos superficiais (a) Peitoral Maior e Tríceps Braquial porção lateral e (b) eletrodo de referência.

Eletrogoniometria: Um goniômetro (EMG System do Brasil, São José dos Campos, Brasil) foi adicionado ao membro superior do sujeito, alinhado ao centro articular do cotovelo, visando definir as fases do movimento em cada exercício executado. A aquisição dos dados foi feita a uma frequência de 2000 Hz e os dados foram sincronizados aos da eletromiografia.

Cinética de remoção de lactato: As coletas de sangue na análise das concentrações sanguíneas de lactato ([Lac]) foram feitas por punção digital, através de lancetas descartáveis. Foram retirados aproximadamente 25 μ L de sangue através de capilares heparinizados, e as análises das [Lac] foram feitas através de um lactímetro. A [Lac] foi coletada em 5 momentos distintos: pré, imediatamente após, 3', 5', 10' após cada protocolo (Lopes 2010). O sangue coletado foi primeiramente armazenado em ependorfs

contendo 25 μ L de solução de fluoreto de sódio a 1%. Imediatamente após a coleta o sangue foi estocado em um biofreezer a uma temperatura de -80°C.

Percepção subjetiva de esforço: Foi utilizada a Escala de Percepção Subjetiva de Esforço de 0 a 10 após 10' de cada condição (tradicional ou pré-exaustão). Após cada condição experimental foi perguntado a cada sujeito individualmente: “Como foi o seu treino?”, e por meio da escala de percepção subjetiva de esforço o mesmo indicou um valor de zero a dez, em que zero significa repouso e 10 a máxima intensidade percebida (Uchida, Teixeira et al. 2014).

5.5 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados da sEMG e do ângulo articular do complexo do cotovelo foram tratados para posterior comparação e análise conforme preconizado por Winter, através de uma rotina escrita no software Matlab (Mathworks Inc., EUA). Os sinais advindos do goniômetro foram filtrados com um filtro de 4^a ordem, passa baixa de 10 Hz e foram utilizados para definir as fases concêntricas e excêntricas de cada execução dos exercícios. Foram removidas a primeira e última execução de cada movimento (supino reto ou tríceps na polia alta), determinado através dos dados do eletrogoniômetro. Então, o processamento do sinal sEMG seguiu a seguinte ordem: os sinais sEMG foram filtrados com um filtro de 4^a ordem, passa banda entre 20-400 Hz, e atraso de fase zero. Foi utilizada a *root-mean square (RMS)* com uma janela de 150 ms (RMS EMG), os dados foram normalizados pela CVMI e integrados (IEMG) (Figura 9).

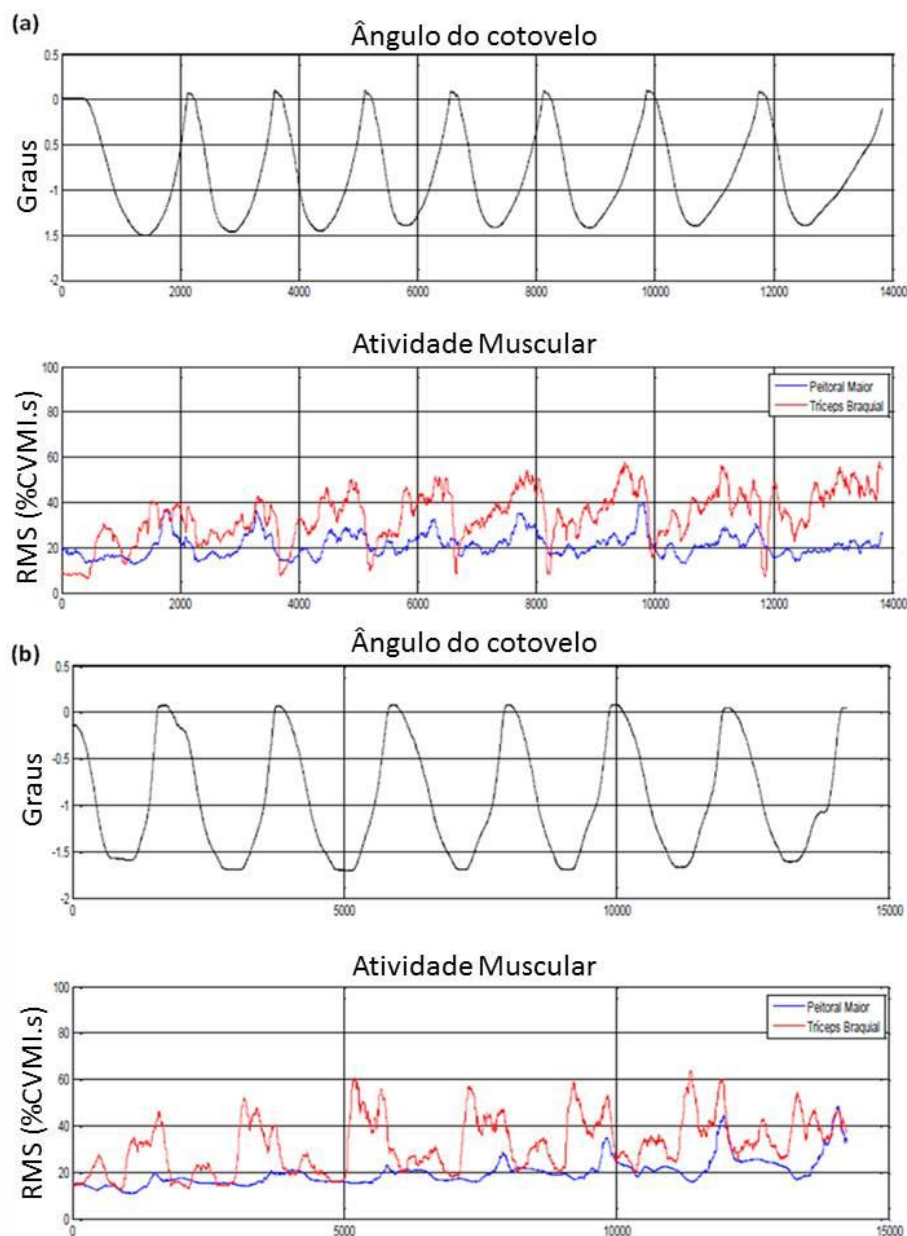


Figura 9. Gráfico representativo das análises de eletrogoniometria e do sinal eletromiográfico integrados para os exercícios (a) supino reto e (b) tríceps na polia.

A remoção do lactato foi medida através do analisador de lactato Yellow Springs modelo 1500 (YSI incorporated, Yellow Springs, Ohio, USA), para verificar a remoção do lactato através de amostras de sangue nas condições: pré-exaustão e tradicional nos momentos, basal, logo após, 3, 5 e 10 minutos após cada protocolo.

Os dados de percepção subjetiva de esforço foram tabulados para posterior análise.

5.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A normalidade e homogeneidade das variâncias foram verificadas utilizando o teste de Shapiro-Wilk e de Levene, respectivamente. Uma one way ANOVA foi utilizada para comparar as diferenças das variáveis dependentes entre condições (controle, pré-exaustão e tradicional). Uma ANOVA (2x5) medidas repetidas com os fatores (protocolo x tempo) foi utilizada para comparar as diferenças na cinética de lactato. Uma ANOVA (2x3) medidas repetidas, com os fatores (protocolo x repetição), foi utilizada para comparar as diferenças na atividade muscular. Um *post hoc* de *Bonferroni* (com correção) foi utilizado para verificar as diferenças. Foi utilizado um teste *t de student* para amostras pareadas para verificar diferenças nas médias da remoção total de lactato. O cálculo do tamanho do efeito (TE) foi realizado através da fórmula de Cohen e os resultados se basearam-se nos seguintes critérios: <0,35 efeito trivial; 0,35-0,80 pequeno efeito; 0,80-1,50 efeito moderado; e >1,50 grande efeito, para sujeitos treinados recreacionalmente baseado em Rhea (2004). Significância (α) de 5% foi utilizada em todos os testes estatísticos, através do software SPSS versão 21.0.

6 RESULTADOS

6.1. ANÁLISE DE DESEMPENHO

Inicialmente, os sujeitos apresentaram uma sobrecarga levantada de $680,40 \pm 170$ (N) no exercício supino reto e $260,60 \pm 80$ (N) no exercício tríceps na polia nos testes de 10RM. Foi verificada redução no número de repetições realizadas no exercício supino reto na condição de pré-exaustão, quando comparado com sua condição controle ($P < 0,001$; TE=1,41[moderado]) e tradicional ($P < 0,001$; TE=1,41[moderado]). Adicionalmente, foi verificada queda no número de repetições realizadas no exercício tríceps na polia na condição tradicional, quando comparado com sua realização nas condições controle ($P < 0,001$; TE=1,41[moderado]) e pré-exaustão ($P < 0,001$; TE=1,41[moderado]) (Figura 10).

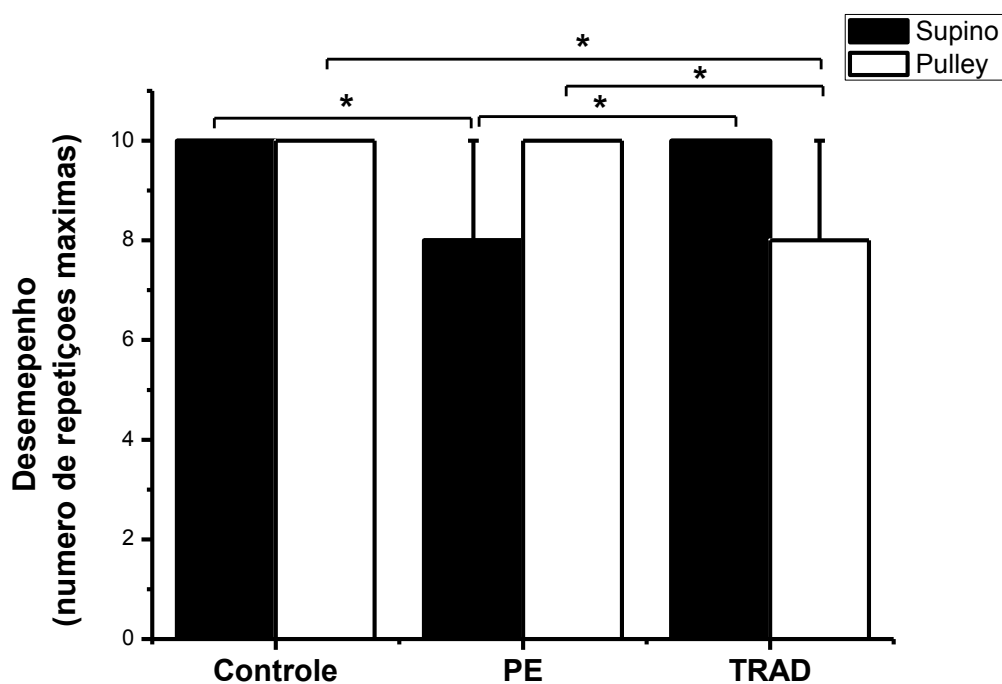


Figura 10. Média e desvio padrão dos valores máximos de repetições em cada condição experimental, para ambos os exercícios (supino e tríceps na polia). * $P < 0,001$.
Legenda: PE-Pré-Exaustão; Trad-Tradicional.

O desempenho baseado no *load* apresentou diferenças significantes apenas entre as condições de controle e pré-exaustão ($P=0,031$, TE= 1,04 [moderado]). Não foram observadas diferenças significantes entre as condições pré-exaustão e tradicional ou controle e tradicional (Figura 11).

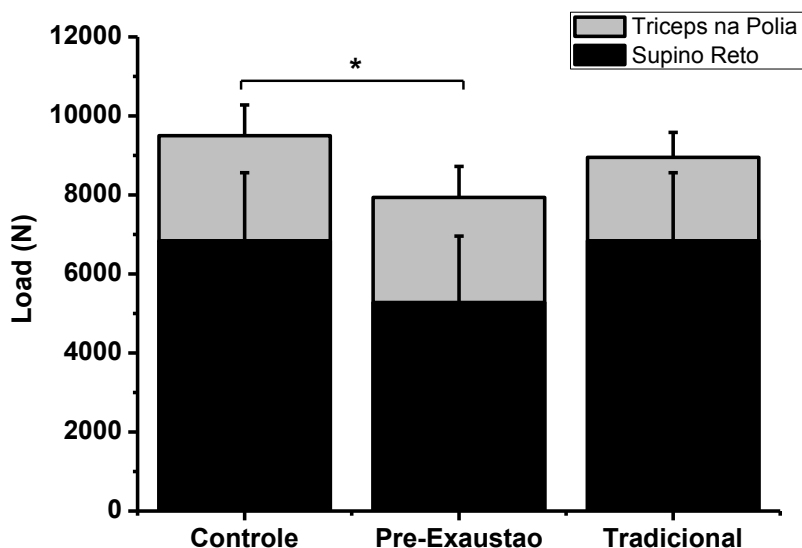


Figura 11. Média e desvio padrão dos valores de load levantado em cada condição experimental, para ambos os exercícios (supino + pulley). * $P < 0,001$. **Legenda:** PE-Pré-Exaustão; Trad-Tradicional.

A percepção subjetiva de esforço não apresentou diferenças significantes entre as condições de pré-exaustão e tradicional (média±desvio padrão: $9,3 \pm 0,7$ e $8,8 \pm 1,6$, respectivamente; $P = 0,15$, $TE = 0,4$ [pequeno]).

6.2. ANÁLISE DA CONTRIBUIÇÃO DA VIA GLICOLÍTICA

Os valores de lactato apresentaram diferença significativa em todos os tempos após as condições (tradicional e pré-exaustão) em relação ao baseline ($P < 0,001$). Entretanto não foram observadas diferenças significantes entre condições (Figura 12)

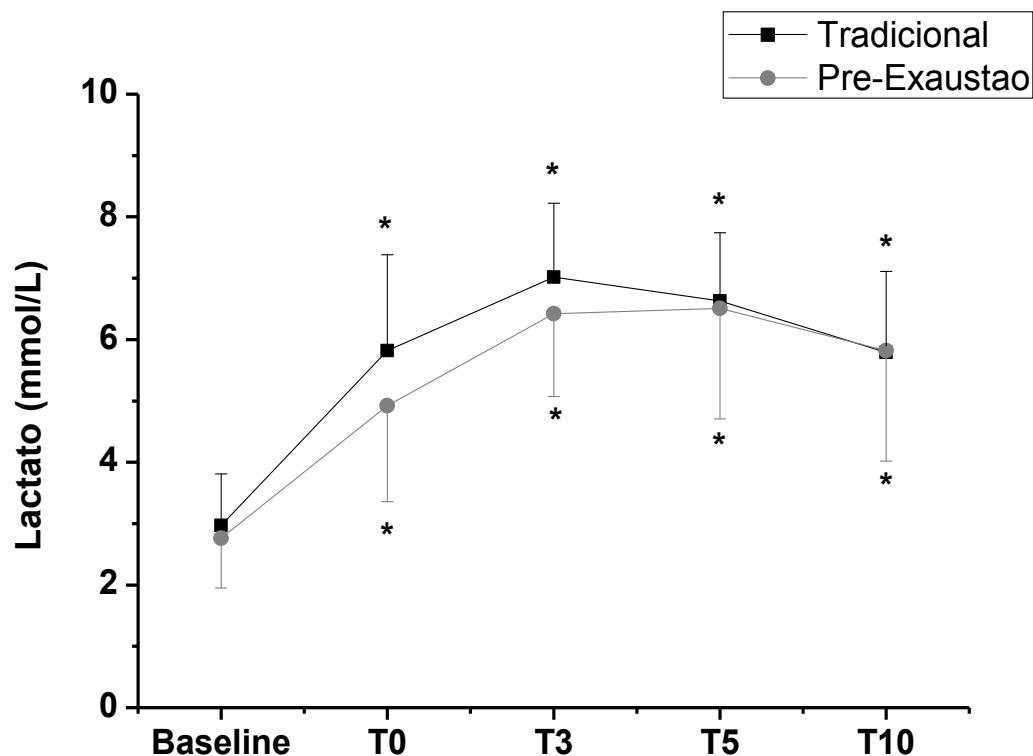


Figura 12. Média e desvio padrão dos valores de lactato nos momentos pré (baseline), e após cada condição experimental (0',3',5',10'). *Diferença significativa em relação ao respectivo baseline. $P < 0,001$. **Legenda:** T0-Logo após, T3- 3 minutos após, T5- 5 minutos após, T10- 10 minutos após.

A análise da remoção total de lactato, não demonstrou diferença significativa entre condições (Pré-exaustão $8,8 \pm 1,6$ mmol/L e Tradicional $9,4 \pm 1,5$ mmol/L: $P = 0,91$; TE = 0,38 [efeito pequeno]).

6.3. ANÁLISE DA ATIVIDADE MUSCULAR TOTAL DURANTE O EXERCÍCIO SUPINO RETO

Não foi observada diferença significativa na atividade muscular total dos músculos peitoral maior e tríceps braquial durante a realização do exercício supino reto (Figura 13).

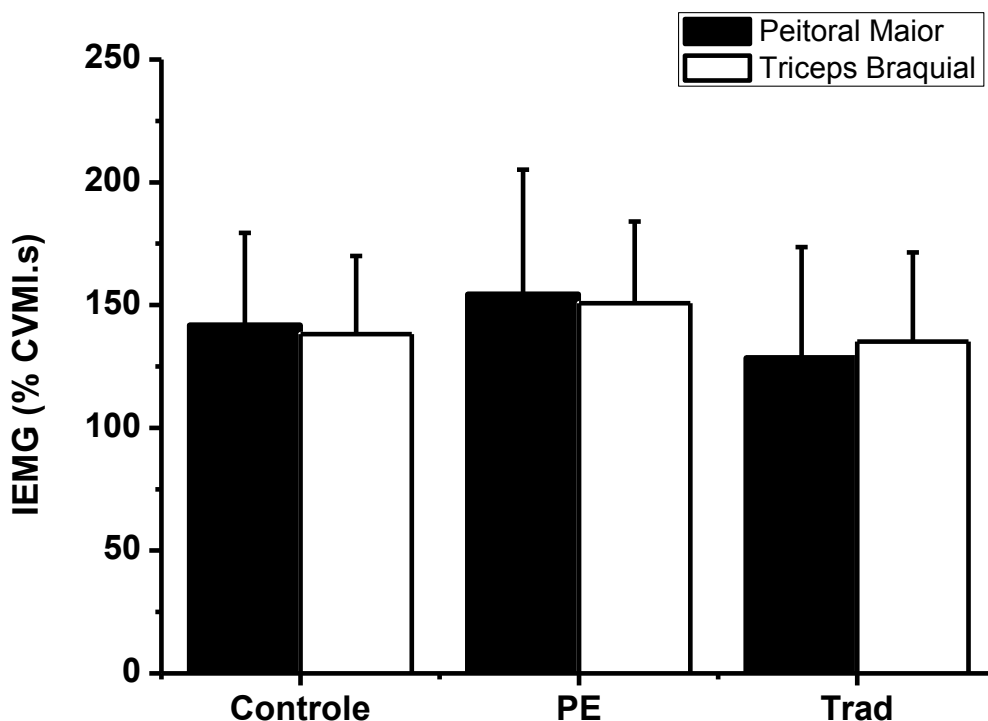


Figura 13. Média e desvio padrão dos valores de IEMG para as diferentes condições experimentais para o exercício supino reto. **Legenda:** PE-Pré-Exaustão; Trad-Tradicional.

6.4. ANÁLISE DA ATIVIDADE MUSCULAR TOTAL DURANTE O EXERCÍCIO TRÍCEPS NA POLIA

Não foi observada diferença significativa na atividade muscular total do músculo tríceps braquial durante a realização do exercício tríceps na polia (Figura 14).

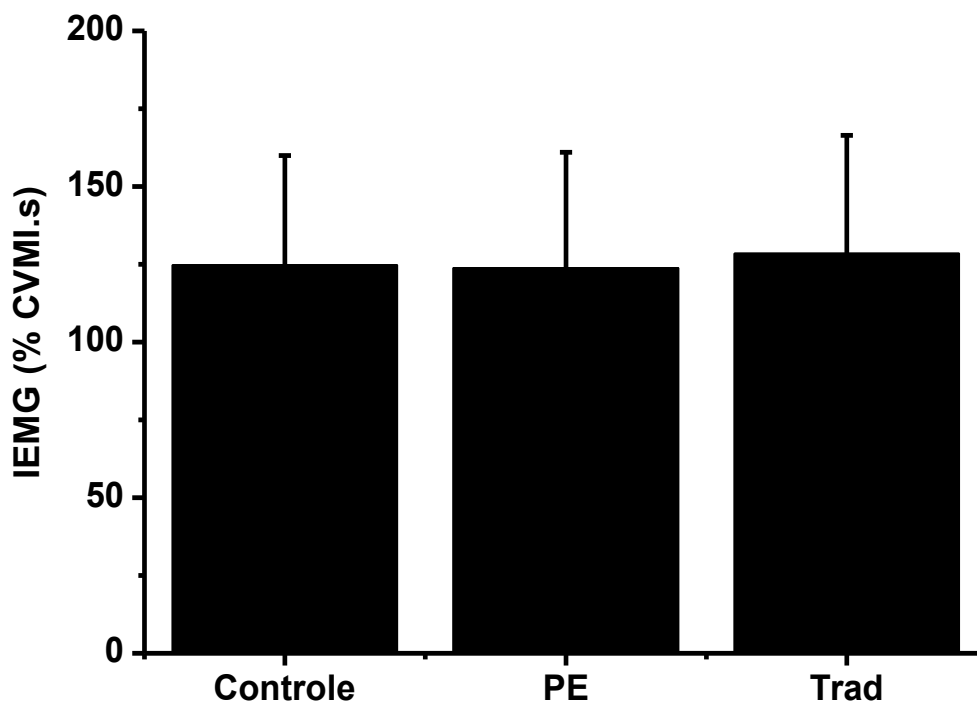


Figura 14. Média e desvio padrão dos valores de IEMG para as diferentes condições experimentais para o exercício tríceps na polia. **Legenda:** PE-Pré-Exaustão; Trad- Tradicional.

6.5. ANÁLISE DA FADIGA NEUROMUSCULAR NA ATIVIDADE MUSCULAR NO EXERCÍCIO SUPINO RETO

A atividade muscular (IEMG) do peitoral maior no exercício supino reto apresentou aumento significativo entre a primeira e última repetição para todas as condições analisadas (controle: $P=0,006$, $TE=0,97$ [moderado]; pré-exaustão: $P=0,016$, $TE=1,05$ [moderado] e tradicional: $P=0,005$, $TE=0,9$ [moderado]). Não foram verificadas diferenças significantes para o IEMG entre condições para a primeira ou última repetição (Figura 15a).

Quanto à atividade muscular (IEMG) do músculo tríceps braquial no exercício supino reto foi observado aumento significativo entre a primeira e última repetição para todas as condições analisadas (controle: $P=0,001$, $TE=1,2$ [moderado]; pré-exaustão:

$P=0,005$, $TE=1,43$ [moderado] e tradicional: $P=0,006$, $TE=1,23$ [moderado]) (Figura 15b). Não foram verificadas diferenças significantes para o IEMG entre condições para a primeira ou última repetição em ambos os músculos analisados.

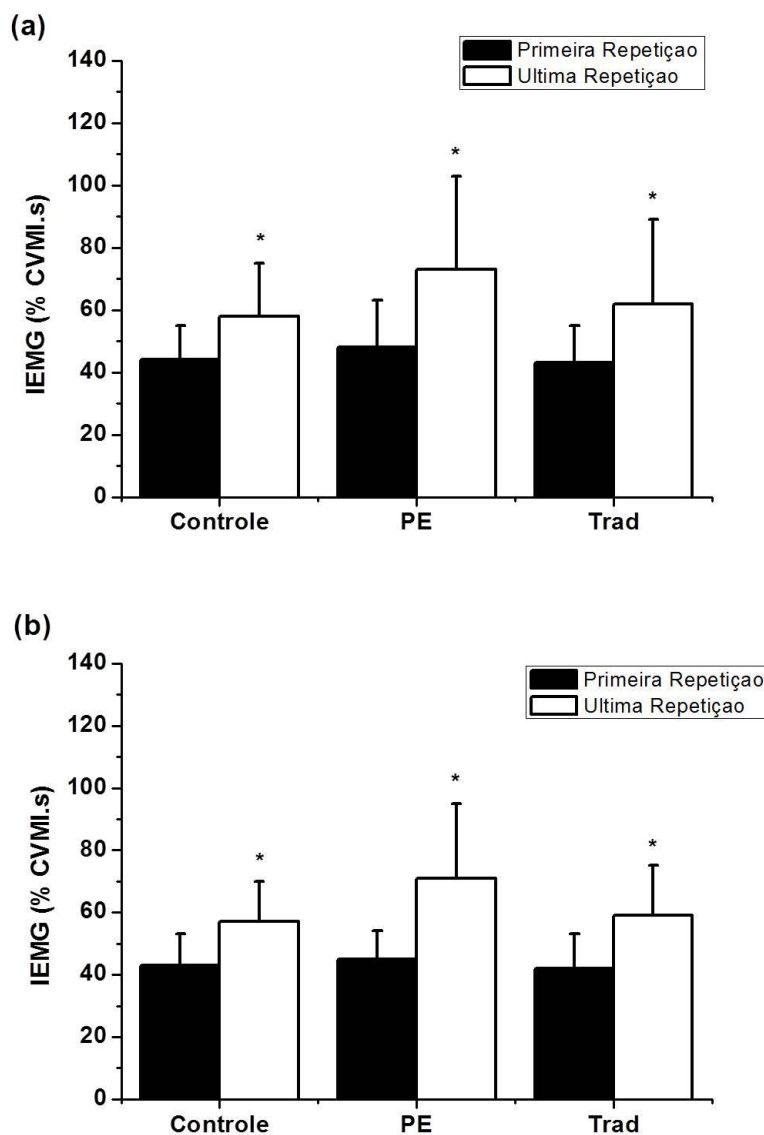


Figura 15. Média e desvio padrão dos valores de IEMG de (a) Peitoral Maior; (b) Tríceps Braquial, na primeira e última repetição analisada, durante cada série para as diferentes condições experimentais para o exercício Supino Reto. *Diferença significativa entre primeira e última repetição na mesma condição experimental. $P<0,005$. **Legenda:** PE-Pré-Exaustão; Trad-Tradicional.

Para o pico do RMS do músculo peitoral maior, durante o supino reto, não foram verificadas diferenças significantes entre repetições em cada condição (primeira ou última) ou entre repetições para cada condição (Figura 16a).

Quanto ao pico do RMS do músculo tríceps braquial durante o supino reto somente entre a primeira e última repetições na condição controle foi observado aumento significativo ($P < 0,05$). Para as outras condições não foi observada diferenças entre a primeira e a última repetição. Adicionalmente, não foram verificadas diferenças significantes para o RMS entre condições para a primeira ou última repetição (Figura 16b).

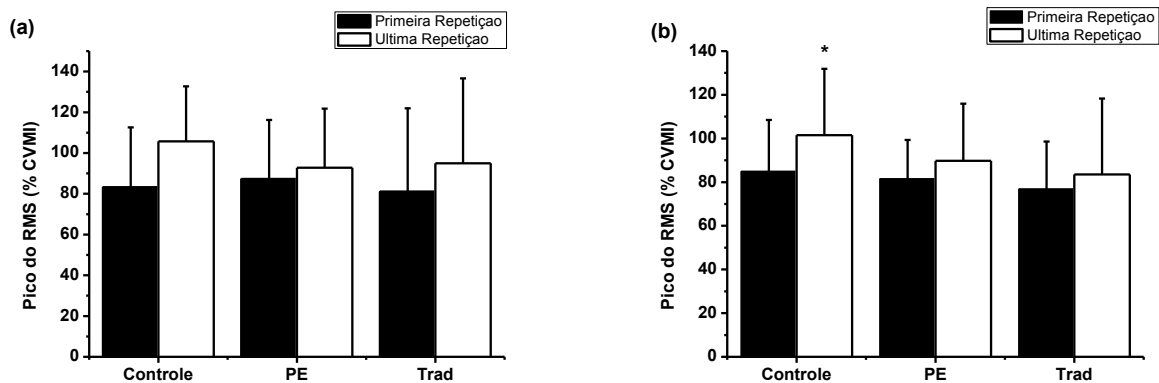


Figura 16. Média e desvio padrão dos valores do pico do RMS de (a) Peitoral Maior; (b) Tríceps Braquial, na primeira e última repetição analisada, durante cada série para as diferentes condições experimentais para o exercício Supino Reto. *Diferença significativa entre primeira e última repetição na mesma condição experimental. $P < 0,005$. **Legenda:** PE-Pré-Exaustão; Trad-Tradicional.

6.6. ANÁLISE DA FADIGA NEUROMUSCULAR NA ATIVIDADE MUSCULAR NO EXERCÍCIO TRÍCEPS NA POLIA ALTA

A atividade muscular do tríceps braquial no exercício tríceps na polia apresentou diferenças significantes entre a primeira e última repetição para todas as condições analisadas (controle: $P = 0,001$; pré-exaustão: $P = 0,001$ e tradicional: $P = 0,037$). Não foram verificadas diferenças significantes para o IEMG entre condições para a primeira ou última repetição (Figura 17).

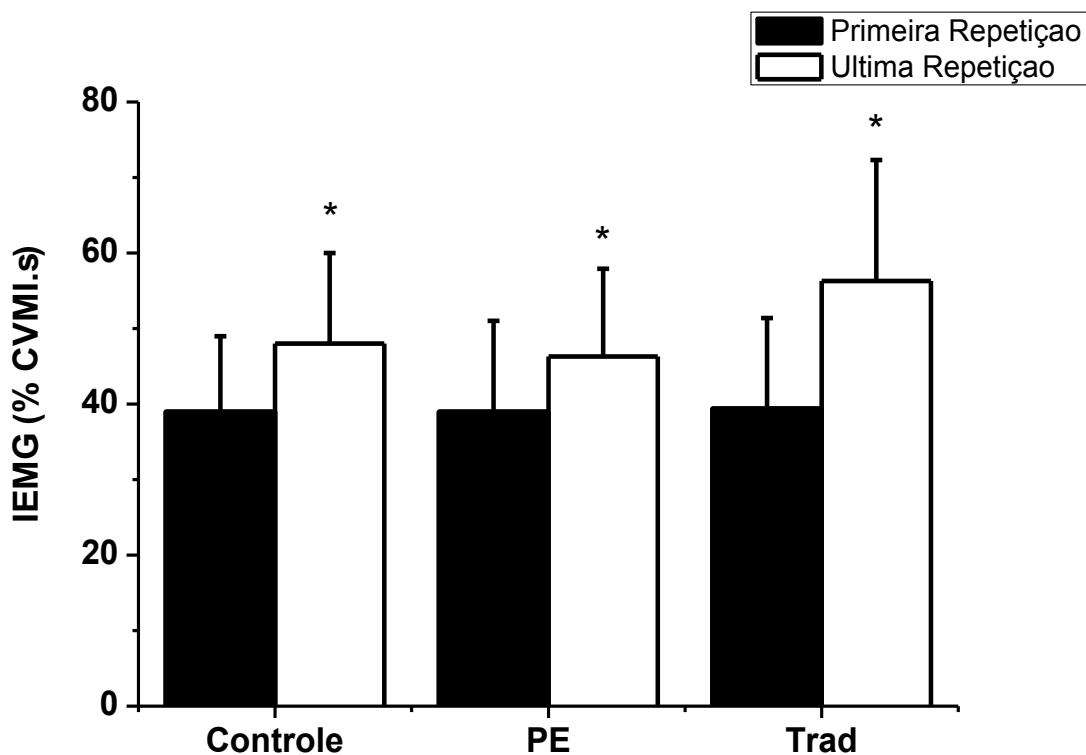


Figura 17. Média e desvio padrão dos valores de IEMG na primeira e última repetição analisada durante cada série para as diferentes condições experimentais para o exercício Tríceps na Polia Alta. *Diferença significativa entre primeira e última repetição na mesma condição experimental. $P < 0,005$. **Legenda:** PE-Pré-Exaustão; Trad- Tradicional.

Quanto ao pico do RMS do músculo tríceps braquial durante o exercício tríceps na polia foi observado diferença significativa somente entre a primeira e última repetições na condição controle ($P=0,021$). Para as outras condições não foi observada diferenças entre a primeira e a última repetição. Adicionalmente, não foram verificadas diferenças significantes para o RMS entre condições para a primeira ou última repetição (Figura 18)

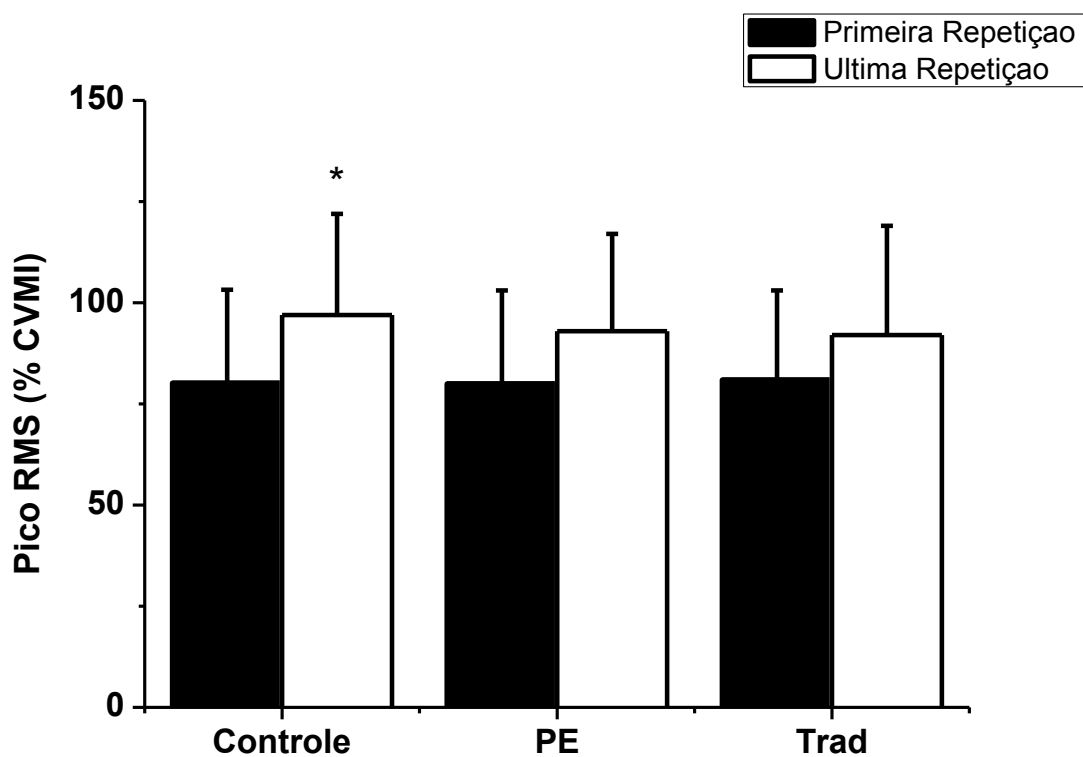


Figura 18. Média e desvio padrão dos valores de pico do RMS na primeira e última repetição analisada durante cada série para as diferentes condições experimentais para o exercício Tríceps na Polia Alta. *Diferença significativa entre primeira e última repetição na mesma condição experimental. $P < 0,005$. **Legenda:** PE-Pré-Exaustão; Trad-Tradicional.

7 DISCUSSÃO

O objetivo geral do presente estudo foi mensurar os efeitos agudos da ordem de exercícios isolados e multiarticulares na atividade muscular e desempenho de sujeitos treinados. Para isso, quatro objetivos específicos foram desenvolvidos a fim de comparar a ordem tradicional (exercício multiarticular para isolado) e pré-exaustão (isolado para multiarticular): (i) quantificar o desempenho através do número máximo de repetições (volume) e *load*, (ii) avaliar a percepção subjetiva de esforço, (iii) avaliar a contribuição metabólica, através da cinética de remoção de lactato e (iv) analisar o comportamento da atividade muscular do peitoral maior e tríceps braquial.

Para efeito didático, a discussão dos resultados obtidos no presente trabalho foi dividida em tópicos. Primeiramente, foram abordados os aspectos de desempenho, a relação entre a carga externa (carga de treinamento completada pelo sujeito [representado pelo volume e *load*]) e carga interna (estresse fisiológico e psicológico da aplicação da carga externa [representado pela contribuição metabólica e percepção subjetiva de esforço]). Quanto às análises eletromiográficas, inicialmente foram abordados os efeitos das condições realizadas na atividade muscular total, representada pela eletromiografia integrada da segunda, terceira e quarta repetições realizadas em ambos os exercícios nas diferentes condições (três primeiras devido à exclusão da primeira repetição), tal análise foi realizada a fim de investigar a influência de um exercício em relação ao outro. Em seguida, foi discutido o efeito da ordem de execução no padrão de atividade muscular no decorrer da realização das repetições. Para isso a primeira repetição (segunda analisada, devido à exclusão da primeira repetição) e última repetição (penúltima analisada à exclusão da última repetição) foram utilizadas. Tais exclusões ocorreram a fim de evitar possíveis ajustes à cadência (primeira repetição) e a análise de repetições incompletas devido ao fato do experimento ter orientado os sujeitos a realizarem as repetições até a falha neuromuscular concêntrica (última repetição).

7.1. ANÁLISE DE DESEMPENHO

Quatro parâmetros de carga aguda foram analisados a fim de comparar as condições de realização do exercício supino reto e tríceps na polia. O volume e o *load*

representam a carga externa aplicada ao sujeito. O volume (número de repetições) foi analisado de forma isolada (exercício x condição) e o *load* na combinação dos exercícios nos sistemas de treinamento tradicional (supino reto + tríceps na polia), pré-exaustão (tríceps na polia + supino reto) e na condição controle. Os dois últimos parâmetros de desempenho analisado foram a contribuição metabólica e percepção subjetiva de esforço, representando parâmetros de carga interna dos protocolos (resposta fisiológica e psicológica decorrente da aplicação da carga externa de treinamento).

Primeiramente, como indicado na figura 10 os resultados demonstraram que os sujeitos foram capazes de realizar as 10RM propostas em ambos os exercícios na condição controle, possivelmente devido o fato de ter sido dado aos sujeitos 10 minutos de intervalo passivo entre exercícios, tempo suficiente para a recuperação energética necessária e remoção dos subprodutos metabólicos necessários para a realização do exercício seguinte (Wilmore and Costill 2001; Katch, McArdle et al. 2011). Quanto ao desempenho referente ao número máximo de repetições, observou-se que em ambos os protocolos (tradicional e pré-exaustão) o segundo exercício apresentou menor número de repetições máximas quando comparado à condição controle (independente do tipo de exercício [isolado ou multiarticular]) e com seu desempenho na condição oposta (tríceps na polia na condição tradicional e supino reto na condição pré-exaustão), corroborando com os achados previamente reportados na literatura científica (Augustsson, Thomeé et al. 2003; Monteiro, Simão et al. 2005; Gentil, Oliveira et al. 2007; Novaes, Salles et al. 2007; Salles, Oliveira et al. 2008; Brennecke, Guimarães et al. 2009; Silva, Monteiro et al. 2009; Rocha Júnior, Bottaro et al. 2010; Gil, Roschel et al. 2011). Tais similaridades podem, possivelmente, serem explicadas pela influência da fadiga neuromuscular periférica (acúmulo de metabólitos, depleção de glicogênio, falha na junção neuromuscular) e/ou central (têm sido hipotetizado que pequenos aferentes musculares quimiorreceptores e nociceptores [tipo III e IV] tenham influência no decréscimo na frequência de disparo dos neurônios motores e inibam o neurônio motor do córtex) de um exercício sobre o exercício seguinte (Ament and Verkerke 2009; Halperin, Aboodarda et al. 2014).

Os resultados observados no presente estudo demonstraram que independentemente de qual ordem de exercício é empregada, o desempenho em número de repetições do segundo exercício realizado é diminuído na mesma magnitude (desde que exercícios para grupos musculares sinérgicos sejam realizados com o mínimo de intervalo possível). Augustson et al. (2003) investigaram o método da pré-exaustão e observaram um decréscimo no número de RMs no exercício *leg press* (utilizando uma sobrecarga de 10RM) quando o mesmo foi precedido por 10RM no exercício de cadeira extensora. Utilizando um design experimental similar, Salles et al (2008) observou um decréscimo no número de RM no exercício cadeira extensora quando o mesmo foi precedido sem intervalo do exercício *leg press* (com ambos os exercícios ajustados para 8RM). Tais resultados foram observados individualmente nas 4 séries realizadas (média do número de repetições realizadas nas quatro séries), bem como no volume total da sessão (combinação do número de repetições em ambos os exercícios). Ainda quanto a utilização dos sistemas de treinamento tradicional e pré-exaustão para os membros inferiores, Rocha Júnior et al (2010) investigou 3 condições: a primeira delas (controle) 15 repetições do exercício *leg press* foi realizado com 60% de 1RM, a segunda delas o exercício *leg press* foi precedido de 15 repetições no exercício cadeira extensora com 30% de 1RM e a última condição o exercício *leg press* foi precedido de 15 repetições na cadeira extensora com 60% de 1RM. Os resultados demonstraram que somente na última condição o número de repetições no *leg press* foi prejudicada em relação à condição controle. Tais estudos demonstram o potencial efeito deletério que um exercício (realizado de forma máxima) pode exercer na posterior realização de outro exercício para um grupo muscular sinérgico. Entretanto tais estudos investigaram os membros superiores diferentemente do presente estudo.

Dois estudos investigaram a condição de pré-exaustão induzida por um exercício isolado em membros superiores (adutores horizontais de ombro), durante a realização do exercício supino reto. Gentil et al., (2007) realizou duas diferentes ordens (pré-exaustão e tradicional) utilizando os exercícios *pecdeck* e supino reto, ambos os exercícios foram realizados com uma sobrecarga de 10RM. Os resultados mostraram redução no desempenho de repetições máximas apenas no último exercício, corroborando os achados do presente estudo e com o estudo de Brennecke et al.

(2009) o qual também demonstrou decréscimo no número de RMs durante o supino reto após a realização de uma série de 10RM do exercício crucifixo. Os principais grupos musculares solicitados no supino reto são os adutores horizontais do ombro e extensores do cotovelo (Marchetti, Calheiros et al. 2007; Marchetti, Arruda et al. 2010). Apesar do grupo muscular pré-fadigado no presente estudo ter sido tríceps braquial, os resultados se assemelham aos apresentados nos estudos supracitados, no que se refere à condição de pré-exaustão.

Foram verificadas similaridades nas magnitudes de redução no número de repetições no exercício supino reto (condição pré-exaustão) e tríceps na polia (condição tradicional) comparado com sua condição oposta e controle (Figura 10), o *load* de treino foi afetado de maneira diferente. De acordo com a figura 11, somente a condição pré-exaustão demonstrou efeitos deletérios em comparação com a condição controle. Entretanto, não foram observadas diferenças significantes entre a condição tradicional x pré-exaustão ou tradicional x controle. O presente estudo optou pela manutenção da sobrecarga levantada em ambos os exercícios. Assim, apesar da magnitude do decréscimo no número de repetições terem sido similar entre exercícios a diferença na capacidade de sobrecarga levantada por repetição em cada um dos exercícios pode ter alterado o cálculo do *load*. Em se tratando da análise do volume e *load*, a maioria dos estudos previamente descritos (analisando grupamentos musculares sinérgicos) limitou-se a análise do número de repetições (Augustsson, Thomeé et al. 2003; Novaes, Salles et al. 2007; Salles, Oliveira et al. 2008; Brennecke, Guimarães et al. 2009).

O presente estudo observou um tamanho de efeito moderado entre o *load* das condições pré-exaustão e controle (diferentes significativamente). Entretanto, quando comparada a condição tradicional e pré-exaustão também foi observado um tamanho de efeito moderado entre condições (não diferindo significativamente). Tais resultados indicam uma tendência à queda de desempenho (comparada à condição controle) nas condições onde os exercícios foram realizados sem intervalo (tradicional e pré-exaustão). Portanto, do ponto de vista prático, supostamente a condição controle apresentou um maior estímulo de treinamento em comparação com as demais condições (levando-se somente o *load* em comparação entre condições). Em se tratando do *load*, Gentil et al (2007) não observaram diferenças significantes entre as

condições pré-exaustão e sistema prioritário (tradicional), e estes resultados corroboram aos achados do presente estudo no que tange a comparação entre as condições tradicional e pré-exaustão. Investigando o *load* em uma sessão onde os exercícios tríceps na polia e supino na máquina foram realizados, Gomes et al (2014) demonstrou um *load* total maior na sequência onde o exercício supino reto foi realizado previamente ao tríceps na polia. Apesar dos exercícios realizados serem similares aos do presente estudo, o *design* experimental utilizado por Gomes et al (2014) não envolveu a realização dos exercícios de maneira sequenciada sem intervalo. O exercício supino máquina e tríceps na polia foram realizados de forma isolada onde 8 séries com 75% de 1RM foram realizados até a falha muscular concêntrica foram realizadas para cada exercício.

Da mesma forma que o presente trabalho, os estudos para grupos musculares sinérgicos parecem ser conclusivos acerca do maior desempenho em número de repetições dos exercícios realizados ao início da sessão (Augustsson, Thomeé et al. 2003; Salles, Oliveira et al. 2008; Brennecke, Guimarães et al. 2009; Rocha Júnior, Bottaro et al. 2010). Consequentemente, alterações no volume, podem alterar também o *load* em uma sessão de treino. Entretanto, devido a diferenças na capacidade de carregamento entre exercícios multiarticulares e isolados a magnitude desta alteração pode diferir. Ou seja, comparando-se diferentes sessões onde exercícios isolados ou multiarticulares são realizados inicialmente, podem ser observados similares volumes entre sessões (número de repetições) devido ao melhor desempenho dos exercícios realizados inicialmente e à queda de desempenho nos exercícios realizados por último (independentemente de seu tipo). Entretanto, o *load* pode comportar-se de maneira diferente mesmo em sessões com volumes similares. Tal diferença ocorre devido as diferentes capacidades de carregamento entre os exercícios multiarticulares e isolados (Kraemer, Adams et al. 2002; Kraemer and Ratamess 2004; Brown 2008)

Em relação à contribuição metabólica nas diferentes ordens investigadas o presente estudo demonstrou aumento do lactato sanguíneo em todos os pontos após a realização dos protocolos em comparação ao valor *baseline*, em contrapartida não foram observadas diferenças significantes entre sequências (Figura 12). Visto que a quantidade de massa muscular envolvida nos protocolos não diferiu entre condições e,

pelo fato de não terem sido observadas diferenças no *load* entre sequências, hipotetizou-se que os valores de lactato sanguíneo não diferissem entre condições. Poucos são os estudos que investigaram a contribuição das vias metabólicas frente a diferentes ordens de exercícios (Bellezza, Hall et al. 2009; Kelleher, Hackney et al. 2010; Vanni, Tibana et al. 2011; Balsamo, Tibana et al. 2013), sendo em todos os casos seus efeitos foram investigados em sessões para o corpo todo. Portanto, não foram encontrados estudos que auxiliem na comparação dos dados do presente estudo. Entretanto, foi observado um moderado efeito de tamanho no *load* e um pequeno efeito do tamanho na remoção total de lactato entre as condições do efeito entre as condições tradicional e pré-exaustão, sugerindo uma relação entre estas variáveis.

Segundo Tiggemann et al (2010) a percepção subjetiva de esforço pode ser definida como sendo a intensidade subjetiva de esforço, tensão, desconforto e/ou fadiga que são experimentados durante os exercícios físicos – aeróbios e de força. No presente estudo, os resultados referentes à percepção subjetiva de esforço corroboram com a grande maioria dos trabalhos, onde, não é observada diferença na percepção subjetiva de esforço após a realização de diferentes ordens de exercícios (Monteiro, Simão et al. 2005; Simão, Farinatti et al. 2005; Spreuwenberg, Kraemer et al. 2006; Simao, Farinatti Pde et al. 2007; Simão, Farinatti et al. 2007; Salles, Oliveira et al. 2008; Vanni, Tibana et al. 2011; Romano, Vilaça-Alves et al. 2013). Ainda segundo Tiggemann et al (2010) a organização do valor de percepção subjetiva de esforço leva em consideração pontos como exercício realizado, resposta metabólica, recordatório de atividades para então elaborar uma resposta adequada ao estímulo imposto. Adicionalmente, o autor reporta que a principal variável moduladora da percepção subjetiva de esforço é a carga utilizada. Devido ao fato do presente trabalho ter utilizado uma amostra de sujeitos treinados, uma intensidade máxima em todas condições (10RM), o volume, *load*, bem como a resposta metabólica não ter diferido entre condições, era de se esperar que a percepção subjetiva de esforço também não diferissem entre as mesmas.

7.2. ANÁLISE DA ATIVIDADE MUSCULAR TOTAL

Considera-se que os adutores horizontais do ombro (peitoral maior e deltóide anterior) e os extensores do cotovelo (tríceps braquial e ancôneo) sejam os principais

músculos responsáveis pela execução do exercício supino reto e apenas os extensores de cotovelo para o exercício tríceps na polia (Marchetti, Calheiros et al. 2007; Duffey 2008; Marchetti, Arruda et al. 2010). Quanto à ativação muscular durante os exercícios utilizados no presente estudo, primeiramente foi observado uma contribuição similar do peitoral maior e tríceps braquial cabeça lateral durante a realização do exercício supino reto em todas as condições experimentais como demonstrado pela figura 13, sugerindo que ambos os grupos musculares podem ser considerados “motores primários na realização do exercício”. Entretanto, os estudos de Rocha Júnior et al., (2007) e Gentil et al., (2007) apresentaram uma maior ativação do músculo PM em comparação com TB durante a realização de 10RM no supino reto, não corroborando com os achados do presente estudo em que não foram verificadas diferenças significantes entre o músculo peitoral maior e tríceps braquial em todas as condições, possivelmente devido à diferenças na largura da pegada, amplitude de movimento, cadência e instrumentação utilizada nos estudos.

Entretanto, também é sabido que a atividade muscular pode ser influenciada por diversos fatores como posicionamento dos eletrodos, tipo de processamento do sEMG, pela largura de pegada na barra, velocidade de execução, assim como grau de treinabilidade dos sujeitos (Marchetti and Duarte 2006; Marchetti, Calheiros et al. 2007; Marchetti, Arruda et al. 2010). Segundo Dufey (2008) e Marchetti et al., (2010) são recomendadas larguras de empunhaduras de 180 a 200% da distância biacromial a fim de atingir o máximo desempenho de força no supino reto. Adicionalmente, com o aumento da largura das empunhaduras na barra, diminui-se a solicitação do TB durante o exercício, aumentando a exigência sobre o músculo PM (Marchetti, Arruda et al. 2010). O presente estudo padronizou a largura da empunhadura em 200% da distância biacromial, sendo similar a observada no estudo de Brennecke et al., (2009) com uma distância média de $194,78 \pm 9,01\%$ da distância biacromial (auto-selecionada). Assim, apesar de não corroborar com os estudos de Gentil et al (2007) e Rocha Júnior et al (2007), os resultados do presente estudo ainda apresentam similaridades aos outros estudos de Brennecke et al (2009) em que não foram observadas diferenças entre a ativação do PM e TB na realização do exercício supino reto.

Quanto à utilização dos sistemas de pré-exaustão no treinamento de força, no estudo submáximo (onde a relação entre a sobrecarga e o número de repetições realizados não atinge falha muscular concêntrica[RM]) de Rocha Júnior et al (2010), o método da pré-exaustão demonstra ser efetivo no aumento da atividade do grupo muscular pré-exaurido (maior solicitação de unidades motoras). Entretanto, em estudos onde sobrecargas submáximas são levantadas até a falha mecânica concêntrica, o sistema de pré-exaustão tem demonstrado não alterar (Brennecke 2007; Gentil, Oliveira et al. 2007; Brennecke, Guimarães et al. 2009) ou potencialmente diminuir a atividade dos músculos pré-exauridos (Augustsson, Thomeé et al. 2003). Similarmente ao presente estudo, Brennecke et al. (2009) e Gentil et al. (2007) não reportaram diferenças na atividade muscular dos grupos musculares pré-exauridos (peitoral maior e deltóide anterior) na realização do exercício supino reto. Adicionalmente, Gentil et al., (2007) não verificaram diferenças na atividade muscular durante o *pec deck* quando o mesmo foi realizado após o supino reto, corroborando com os achados do presente estudo onde não foi observada influência da ordem de um exercício sobre o outro independente de seu tipo (isolado ou multiarticular).

É sabido que geração de força voluntária resulta de uma sequência de eventos iniciando com fatores de origem central até a produção final de força pelo músculo esquelético (Vøllestad 1997). De acordo com o princípio do tamanho proposto por Elwood Henneman, pequenos motoneurônios, com limiares mais baixos de ativação, são os primeiros recrutados e a necessidade de maiores níveis de força é solucionada pelo recrutamento crescente de unidades motoras mais fortes. As unidades motoras com os maiores motoneurônios, que têm a maior e mais rápida contração e maior limiar, são recrutadas por último (Zatsiorsky and Kraemer 2008). Adicionalmente, o recrutamento das unidades motoras ocorre de forma alternada, em que as unidades motoras fadigadas são substituídas pelas não fadigadas (Barry and Enoka 2007). Potencialmente, tais mecanismos podem ter influenciado os resultados do presente estudo. Não foram observadas influências de um exercício sobre o outro. Devido à fadiga prévia do tríceps braquial na condição pré-exaustão foi esperado uma maior ativação do peitoral maior no exercício supino reto, similarmente como observado nos estudos de Brennecke et al (2009) e Gentil et al (2007) (porém com grupos musculares

diferentes). Possivelmente, no presente estudo o tríceps braquial pode não ter sofrido suficientemente com a fadiga. Como descrito acima, é sabido que em condições de fadiga ocorre uma ciclagem das unidades motoras ativas, adicionalmente, um mecanismo conhecido como *muscle wisdom* (sabedoria muscular) tem sido proposto como responsável pela manutenção de desempenho. Tal mecanismo propõe que em condições de fadiga ocorre uma queda na frequência de disparo das unidades motoras. Devido à taxa de relaxamento diminuir e a duração do estímulo aumentar com a ocorrência da fadiga, o mesmo grau de fusão da força durante a tetania pode ser alcançada com uma menor frequência de ativação (Barry and Enoka 2007). Adicionalmente, no presente estudo e na literatura foram utilizados sujeitos treinados, portanto, capazes de solicitar mais unidades motoras em tarefas de força e que incluem protocolos de séries múltiplas e repetições máximas em seus programas de treinamento.

7.3. ANÁLISE DA FADIGA NEUROMUSCULAR SOBRE A ATIVIDADE MUSCULAR

Até então os estudos investigando a atividade muscular durante a realização dos sistemas de treinamento tradicional e pré-exaustão investigaram o efeito de um exercício sobre o outro, não levando em consideração o processo contínuo de fadiga que se instaura no decorrer das repetições na musculatura exercitada. Brennecke et al (2009) analisaram o comportamento da atividade muscular a partir do *RMS EMG* de todas as repetições realizadas pelos sujeitos. Gentil et al. (2007) excluíram a primeira e última repetição em cada exercício e assim realizaram o cálculo da média do *RMS EMG*. Augustson et al (2003) não reportou em seu trabalho quais foram as repetições utilizadas para calcular a média do *RMS EMG*. Similarmente aos estudos previamente descritos, a primeira análise realizada neste estudo envolveu apenas as 3 primeiras repetições de cada exercício, visando verificar efeito residual do primeiro exercício no seguinte (previamente descrito na seção anterior) onde não foram observadas diferenças no nível de atividade dos músculos investigados em nenhuma das condições.

Entretanto, é sabido que, fadiga se torna mais evidente ao término da execução do segundo exercício (devido à realização de exercícios para grupos musculares

sinérgicos em sequência). Adicionalmente, também é sabido que o comportamento mioelétrico se altera em detrimento a fadiga muscular localizada, e que tal alteração é possível de ser observada analisando-se as características da frequência e amplitude do sinal eletromiográfico (De Luca 1984; De Luca 1997; Marchetti and Duarte 2006). Devido ao fato da atividade em questão ser dinâmica (impossibilitando a análise de frequências), uma segunda análise do sinal eletromiográfico foi realizada a fim de verificar se a fadiga local observada pela amplitude do sinal eletromiográfico é alterada no decorrer das repetições realizadas (comparação entre a segunda e penúltima repetição realizada).

Dois parâmetros de atividade muscular foram analisados de forma separada para o exercício supino reto e tríceps na polia. Foi observado um comportamento similar da atividade muscular na realização do exercício supino reto e tríceps na polia, no que tange a análise do sinal eletromiográfico integrado e do pico do *RMS EMG*. Inicialmente, pode-se observar um aumento do valor integral do sinal eletromiográfico da primeira para última repetição analisada para o peitoral maior e tríceps braquial no exercício supino reto (Figuras 15a e 15b) e tríceps braquial no exercício tríceps na polia (Figura 17). Entretanto, como pode ser observado, não foram observadas diferenças significantes na comparação da atividade muscular e a condição testada, independentemente da repetição analisada, similarmente aos achados previamente descritos na análise das três primeiras repetições. Apesar de terem sido analisadas repetições de forma isolada, o presente estudo corrobora com os estudos de Gentil et al (2007) e Brennecke et al (2009) no fato de não ter sido observado diferença na atividade do grupo muscular pré-exaurido, independentemente do exercício realizado.

Devido ao fato do sinal EMG integrado ser calculado da área sob a curva retificada do sinal eletromiográfico, o mesmo é sensível a alterações na amplitude bem como na duração do sinal (De Luca 1997; Marchetti and Duarte 2006). O presente estudo utilizou como orientação para a velocidade de execução uma cadência pré-selecionada de 40bpm (1,5 segundo nas fases concêntrica e excêntrica), em que, esperava-se que a velocidade e a duração total de cada repetição não se alterassem no decorrer das repetições (não alterando a duração total do sinal [possível influente no cálculo do sinal eletromiográfico integrado]). Portanto, as alterações observadas no

sinal EMG integrado da eletromiografia possivelmente foram decorridas de um aumento na amplitude do sinal (aumento da atividade muscular) e podendo também ser influenciado pelo aumento da frequência de disparo das unidades motoras na última repetição em relação à primeira (De Luca 1997; Marchetti and Duarte 2006). Como observado nas figuras 16 (a e b) e 18, com exceção do músculo tríceps braquial na condição controle para ambos os exercícios, a análise do pico do *RMS EMG* não revelou diferenças significantes para essa variável. Apesar de o pico da *RMS EMG* ser uma medida referente à amplitude do sinal eletromiográfico conseqüentemente ao nível de atividade muscular, a mesma não reflete o evento total de uma repetição, atentando se somente ao valor máximo ocorrido na tarefa, podendo também ser alterado em condições de fadiga. Entretanto, também é sabido que as tarefas propostas no presente estudo tiveram caráter dinâmico, impossibilitando análises mais sensíveis à fadiga muscular (análise no domínio de frequências) (De Luca 1984; De Luca 1997; Marchetti and Duarte 2006).

De acordo com De Luca (1984), em condições de fadiga a frequência do sinal eletromiográfico é diminuído no início de uma tarefa sustentada, enquanto que a amplitude tende a aumentar ao final da mesma. Segundo o mesmo autor, há três principais razões pelas quais a amplitude do sinal eletromiográfico tende a aumentar: (i) maior recrutamento de unidades motoras, (ii) sincronização das unidades motoras e (iii) mudanças na velocidade de condução do potencial de ação da fibra muscular. Quanto às ações dinâmicas, os resultados do presente estudo corroboram com os resultados obtidos na tese de Brennecke (2007) onde foi reportado ao longo de cada repetição um aumento na intensidade de ativação (avaliado pela média do *RMS EMG*) dos músculos peitoral maior, deltóide anterior e tríceps braquial na realização do exercício supino reto e crucifixo, em ambas as ordens executadas (tradicional e pré-exaustão) para o exercício supino reto. Adicionalmente, diferentemente do presente estudo, foram observadas aumento significativo da atividade do tríceps braquial durante a realização do supino reto na condição pré-exaustão em comparação com a condição controle (supino isolado). Possivelmente, como já discutido previamente, a atividade muscular pode ser influenciada por fatores como posicionamento dos eletrodos, tipo de processamento do sEMG, pela largura de pegada na barra, velocidade de execução,

assim como grau de treinabilidade dos sujeitos. Fatores controlados de forma diferente entre estudos.

O presente estudo possui algumas limitações como utilização de uma amostra de homens recreacionalmente treinados, portanto cuidado deve ser tomado na extrapolação dos resultados do presente estudo em populações diferentes desta. Somente uma combinação de séries em cada condição foi testada, descaracterizando uma sessão de treinamento de força onde múltiplas combinações (séries) são empregadas. Adicionalmente, não foram realizadas comparações, por exemplo, de séries consecutivas no mesmo exercício (supino reto +supino reto) a fim de comparar com as condições experimentais. Finalmente, não foram avaliados marcadores hormonais e de dano tecidual, o que auxiliaria na prescrição dos parâmetros de frequência de treinamento.

8.CONCLUSÃO

O presente estudo conclui que parece não existem diferenças na atividade muscular do peitoral maior e tríceps braquial na realização dos exercícios supino reto e tríceps na polia alta independentemente da ordem em que os exercícios são combinados (condição controle, tradicional e pré-exaustão) e do grau de fadiga instaurada na musculatura. Entretanto, não foram observadas alterações no controle neuromotor intermuscular para a mesma tarefa. A ordem afetou de forma negativa o número de repetições máximas realizadas no último exercício nas condições onde um mínimo de intervalo entre exercícios foi permitido (tradicional e pré-exaustão). Entretanto, tal diminuição do número de repetições não foi significativa para afetar o *load* realizado nas condições tradicional e pré-exaustão, onde somente foi observado maior *load* na condição controle em comparação com a condição pré-exaustão (possivelmente devido a maior sobrecarga levantada no exercício supino reto). A ordem dos exercícios não afetou a contribuição da via glicolítica (avaliada pela cinética de remoção de lactato) em nenhum dos pontos analisados, sugerindo uma similar contribuição em ambas as tarefas. O mesmo foi observado pela percepção subjetiva de esforço, onde não foram observadas diferenças entre condições.

9.APLICAÇÕES PRÁTICAS

Cuidado deve ser tomado na prescrição de sistemas onde exercícios para grupos musculares sinérgicos são utilizados, visto que o número de repetições são “somados” em ambos os exercícios potencialmente descaracterizando o objetivo principal do treinamento. Um exemplo errôneo seria a realização de dois exercícios com sobrecargas ajustadas a 12RM a fim de melhorar a resistência de força com caráter hipertrófico (aumento da massa muscular). O volume realizado para aquele grupamento muscular seria de 24RM caracterizando um treinamento de resistência de força. Portanto, quando prescrito, o número de repetições total realizado é que caracteriza a capacidade alvo.

Os achados do presente estudo demonstram que independentemente da ordem de execução realizada o exercício realizado por fim apresenta seu desempenho reduzido, sugerindo menor estímulo de treino para o mesmo. Entretanto, diferentemente do proposto pela literatura, o sistema de pré-exaustão não demonstrou-se eficiente em aumentar a demanda mioelétrica do músculo pré-exaurido durante o exercício seguinte e ao longo das séries. De fato o *load* foi significativamente diminuído em relação à condição controle. Adicionalmente, não foram verificadas diferenças na contribuição da via glicolítica e percepção subjetiva de desconforto. Portanto nossos dados sugerem que maiores estímulos de treino podem ser obtidos quando sistemas seriados (condição controle) e tradicional são utilizados devido ao maior *load* aplicado.

REFERÊNCIAS

- Ament, W. and G. J. Verkerke (2009). "Exercise and fatigue." Sports Medicine **39**(5): 389-422.
- Assumpção, C. O., R. A. Tibana, et al. (2013). "Influence of exercise order on upper body maximum and submaximum strength gains in trained men." Clinical Physiology and Functional Imaging **33**: 359-363.
- Augustsson, J., R. Thomeé, et al. (2003). "Effect of pre-exhaustion exercise on lower-extremity muscle activation during leg press exercise." Journal of Strength and Conditioning Research **10**(2): 411-416.
- Bacurau, R. F., F. Navarro, et al. (2009). Hipertrofia hiperplasia, Phorte editora.
- Balsamo, S., R. A. Tibana, et al. (2013). "Exercise order influences number of repetitions and lactate levels but not perceived exertion during resistance exercise in adolescents." Research in Sports Medicine **21**: 293-304.
- Barry, B. K. and R. M. Enoka (2007). "The neurobiology of muscle fatigue: 15 years later." Integrative and Comparative Biology **47**(4): 465-473.
- Bellezza, P. A., E. E. Hall, et al. (2009). "The influence of exercise order on blood lactate, perceptual, and affective responses." Journal of Strength and Conditioning Research **23**(1): 203-208.
- Bloomer, R. J. and J. C. Ives (2000). "Varying neural and hypertrophic influences in a strength program." Strength and Conditioning Journal **22**(2): 30-35.
- Brennecke, A. (2007). Fundamentação eletromiográfica do método de pré-exaustão no treinamento de força. Mestrado, Universidade de São Paulo.
- Brennecke, A., T. M. Guimarães, et al. (2009). "Neuromuscular activity during bench press exercise performed with and without the preexhaustion method." J Strength Cond Res **23**(7): 1933-1940.
- Britto, R., E. Scudese, et al. (2013). "Efeito de diferentes tempos de intervalos entre exercícios no desempenho das repetições." ConScientiae Saúde **12**(3): 426-431.
- Brown, L. E. (2008). Treinamento de força. Barueri, Manole.

- Chaves, C. P. G., R. Simão, et al. (2013). "Influence of exercise order on muscle damage during moderate-intensity resistance exercise and recovery." Research in Sports Medicine **21**: 176-186.
- De Luca, C. J. (1984). "Myoelectrical manifestations of localized muscular fatigue in humans." Clinical Reviews in Biomedical Engineering **11**(4): 251-279.
- De Luca, C. J. (1997). "The use of surface electromyography in biomechanics." Journal of Applied Biomechanics **13**: 135-163.
- Duffey, M. J. (2008). A biomechanical analysis of the bench press. Doctor of Philosophy, The Pennsylvania State University.
- Eng, J. (2003). "Sample Size Estimation: How many individuals should be studied?" Radiology **227**(2): 309-313.
- Fisher, J. P., L. Carlson, et al. (2014). "The effects of pre-exhaustion, exercise order, and rest intervals in a full-body resistance training intervention." Applied Physiology Nutrition Metabolism **39**: 1-6.
- Fleck, S. J. and W. J. Kraemer (2006). Fundamentos do Treinamento de Força. Porto Alegre, Artmed.
- Fonseca, R. M., H. Roschel, et al. (2014). "Changes in exercises are more effective than in loading schemes to improve muscle strength." Journal of Strength and Conditioning Research **28**(11): 3085-3092.
- Gentil, P., E. Oliveira, et al. (2007). "Effects of exercise order on upper-body muscle activation and exercise performance." Journal of Strength and Conditioning Research **21**(4): 1082-1086.
- Gil, S., H. Roschel, et al. (2011). "Efeito da ordem dos exercícios no número de repetições e na percepção subjetiva de esforço em homens treinados em força." Revista Brasileira Educação Física Esporte **25**(1): 127-135.
- Gomes, P. P. G., J. F. Conrado, et al. (2014). "Influência da ordem de execução de exercícios de treinamento de força no dano muscular em homens treinados." Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício **6**(35): 441-454.
- Halperin, I., S. J. Aboodarda, et al. (2014). "Knee extension fatigue attenuates repeated force production of the elbow flexors." European Journal of Sport Science.

- Ide, B. N., C. R. Lopes, et al. (2010). Fisiologia do treinamento esportivo: Força, potência, velocidade, resistência, periodização e habilidades psicológicas. São Paulo, Phorte.
- Katch, V. L., W. D. McArdle, et al. (2011). Essentials of exercise physiology, Lippincott Williams & Wilkins.
- Kelleher, A. R., K. J. Hackney, et al. (2010). "The metabolic costs of reciprocal supersets vs. traditional resistance exercise in young recreationally active adults." Journal of Strength and Conditioning Research **20**(4): 1043-1051.
- Komi, P. V. (2006). Força e potência no esporte, Artmed.
- Kraemer, W. and N. A. Ratamess (2005). "Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training." Sports Medicine **35**(4): 339-361.
- Kraemer, W. J., K. Adams, et al. (2002). "American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults." Medicine Science Sports Exercise **34**(2): 364-380.
- Kraemer, W. J. and N. A. Ratamess (2004). "Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription." Medicine Science Sports Exercise **36**(4): 674-688.
- Lin, J. and T. Chen (2012). "Diversity of strength training methods: A theoretical approach." Strength and Conditioning Journal **34**(2): 42-49.
- Lopes, C. R. (2010). Cinética de remoção de lactato na definição de pausas para treinamento intervalado de alta intensidade, UNICAMP.
- Marchetti, P. H., C. C. Arruda, et al. (2010). "Exercício supino: uma breve revisão sobre os aspectos biomecânicos." Brazilian Journal of Sports and Exercise Research **1**(2): 135-142.
- Marchetti, P. H., C. C. Arruda, et al. (2010). "Exercício supino: uma breve revisão sobre os aspectos biomecânicos." Brazilian Journal of Sports and Exercise Research **1**(2): 135-142.
- Marchetti, P. H., R. Calheiros, et al. (2007). Biomecânica Aplicada: Uma abordagem para o Treinamento de Força. São Paulo, Phorte.
- Marchetti, P. H. and M. Duarte (2006). "Instrumentação em eletromiografia." Laboratório de Biofísica.

- Martins, J., L. M. Souza, et al. (2009). "The CONSORT statement instructions for reporting randomized clinical trials." Medicina (Ribeirão Preto) **42**(1): 9-21.
- Miranda, H., R. Simão, et al. (2010). "Exercise order interacts with rest interval during upper-body resistance exercise." Journal of Strength and Conditioning Research **24**(6): 1573-1577.
- Monteiro, W., R. Simão, et al. (2005). "Manipulation of exercise order and its influence on the number of repetitions and effort subjective perception in trained women." Revista Brasileira de Medicina do Esporte **11**(2): 143-146.
- Novaes, J. S., B. F. Salles, et al. (2007). "Influência aguda da ordem dos exercícios resistidos em uma sessão de treinamento para peitorais e tríceps." Motricidade **3**(4): 38-45.
- Pina, F. L. C., M. A. Nascimento, et al. (2013). "Influência da ordem dos exercícios com pesos sobre a composição corporal em homens idosos." Revista de Educação Física da UEM **24**(3): 443-451.
- Pirauá, A. L. T., N. B. Beltrão, et al. (2014). "Effect of exercise order on the resistance training performance during a circuit training session." Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano **16**(3): 325-333.
- Prestes, J., D. Foschini, et al. (2010). Prescrição e periodização do treinamento de força em academias. São Paulo, Phorte.
- Ratamess, N. A., B. A. Alvar, et al. (2009). "American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults." Medicine Science Sports Exercise **41**(3): 687-708.
- Rhea, M. R. (2004). "Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size." J Strength Cond Res **18**(4): 918-920.
- Rocha Júnior, V. A., M. Bottaro, et al. (2010). "Análise eletromiográfica da pré-ativação muscular induzida por exercício monoarticular." Revista Brasileira de Fisioterapia **14**(2): 158-165.
- Rocha Júnior, V. A., P. Gentil, et al. (2007). "Comparação entre a atividade EMG do peitoral maior, deltóide anterior e tríceps braquial durante os exercícios supino reto e crucifixo." Revista Brasileira de Medicina do Esporte **13**(1): 51-54.

- Romano, N., J. Vilaça-Alves, et al. (2013). "Effects of resistance exercise order on the number of repetitions performed to failure and perceived exertion in untrained young males." Journal of Human Kinetics **39**: 177-183.
- Salles, B. F., N. Oliveira, et al. (2008). "Comparação do método pré-exaustão e da ordem inversa em exercícios para membros inferiores." Revista da Educação Física/UEM **19**(1): 85-92.
- Salles, B. F. and R. Simão (2014). "Bases científicas dos métodos e sistemas de treinamento de força." Revista UNIANDRADE **15**(2): 127-133.
- Santos, D., V. Costa, et al. (2009). "Análise da ordem dos exercícios dos membros inferiores sobre o número de repetições." Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício **3**(16): 349-353.
- Sforzo, G. A. and P. R. Touey (1996). "Manipulating exercise order affects muscular performance during a resistance training session." Journal of Strength and Conditioning Research **10**(1): 20-24.
- Silva, N. S. L., W. D. Monteiro, et al. (2009). "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 **15**(3): 2019-2223.
- Simão, R., P. T. Farinatti, et al. (2005). "Influence of exercise order on the number of repetitions performed and perceived exertion during resistance exercises." Journal of Strength and Conditioning Research **19**(1): 152-156.
- Simão, R., P. T. Farinatti, et al. (2007). "Influence of exercise order on the number of repetitions performed and perceived exertion during resistance exercise in women." Journal of Strength and Conditioning Research **21**(1): 23-28.
- Simão, R., B. F. Salles, et al. (2012). "Exercise order in resistance training." Sports Medicine **42**(3): 251-265.
- Soares, E. G. and P. H. Marchetti (2013). "Efeito da ordem dos exercícios no treinamento de força." Revista do Centro de Pesquisas Avançadas em Qualidade de Vida **5**(3): 1-14.
- Sotoode, K., B. Mirzaei, et al. (2013). "Influence of upper-body exercise order on muscle damage in untrained men." Physical Education of Students **5**: 100-105.

- Spinetti, J., B. F. de Salles, et al. (2010). "Influence of exercise order on maximum strength and muscle volume in nonlinear periodized resistance training." J Strength Cond Res **24**(11): 2962-2969.
- Spreuwenberg, L. P., W. J. Kraemer, et al. (2006). "Influence of exercise order in a resistance-training exercise session." Journal of Strength and Conditioning Research **20**(1): 141-144.
- Tiggemann, C. L., R. S. Pinto, et al. (2010). "A percepção de esforço no treinamento de força." Revista Brasileira de Medicina do Esporte **16**(4): 301-309.
- Uchida, M. C., M. A. Charro, et al. (2013). Manual da Musculação: uma abordagem teórico-prática do treinamento de força. São Paulo, Phorte Editora.
- Uchida, M. C., L. F. M. Teixeira, et al. (2014). "Does The Timing of Measurement Alter Session-RPE in Boxers?" Journal of Sports Science and Medicine **13**: 59-65.
- Vanni, O., R. A. Tibana, et al. (2011). "Efeito de diferentes ordens dos exercícios de força no número de repetições, volume total de treino, percepção subjetiva de esforço e resposta lactacidêmica em homens treinados." Brazilian Journal of Biomotricity **5**(4): 221-229.
- Vøllestad, N. K. (1997). "Measurement of human muscle fatigue." Journal of Neuroscience Methods **74**: 219-227.
- West, D. W. D., L. M. Cotie, et al. (2013). "Resistance exercise order does not determine postexercise delivery of testosterone, growth hormone, and IGF-1 to skeletal muscle." Applied Physiology Nutrition Metabolism **38**: 220-226.
- Wilmore, J. H. and D. L. Costil (2001). Fisiologia do esporte e do exercício, Manole.
- Yaser, K., B. Abdolali, et al. (2013). "The comparison of three tape of exercise sequence on hormonal response after resistance training." European Journal of Experimental Biology **3**(5): 418-421.
- Zatsiorsky, V. M. and W. J. Kraemer (2008). Ciência e prática do treinamento de força. São Paulo, Phorte Editora.

ANEXOS

ANEXO I. TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O presente estudo tem como objetivo mensurar os efeitos da ordem dos exercícios na musculação. Você deverá comparecer ao laboratório em duas sessões, em dias diferentes. Será adotado um intervalo mínimo maior que 48 horas entre cada dia. Na primeira sessão será medida sua altura, peso e será preenchido um questionário com seus dados pessoais (nome, idade, tempo de prática de musculação e possíveis lesões). A primeira sessão também servirá para determinar o peso máximo utilizado nos exercícios para os músculos dos braços (supino reto e tríceps na polia). A segunda sessão será dividida em dois momentos. Em um primeiro momento você realizará 10 repetições nos exercícios supino reto e tríceps na polia. Após 30 minutos você realizará os dois exercícios seguidos em ordens diferentes: 1 (tríceps na polia seguido de supino reto) e 2 (supino reto seguido de tríceps na polia). Para os dois exercícios você deverá realizar 10 execuções com o máximo de peso que você suporta para os dois exercícios sem descanso entre eles. Você terá um intervalo de descanso de 30 minutos entre as duas ordens de execução. Vamos te perguntar qual foi a quantidade de esforço realizado em cada ordem de exercícios. Serão utilizados valores de 0 a 10, onde 0 será considerado repouso sem esforço e 10 o máximo esforço imaginável. Será retirada uma amostra de sangue, antes, imediatamente após, 3, 5 e 10 minutos após as duas ordens de exercícios. Quando julgar necessário, você poderá questionar sobre os procedimentos, riscos e benefícios relacionados ao estudo. Podendo, em qualquer momento, retirar o seu consentimento e deixando de participar do estudo, sem que haja algum prejuízo. Comprometemos em manter o sigilo e privacidade absoluta de suas informações e indenização por eventuais danos a saúde decorrente da pesquisa. Poderão ser realizadas imagens como filmagem e / ou fotografia, que poderão ser anexadas ao estudo, com rosto devidamente encoberto. Você será acompanhado pelos responsáveis da pesquisa, bem como por pessoas qualificadas durante todos os procedimentos da pesquisa. Toda e qualquer dúvida sobre o projeto será esclarecida

pelo responsável por meio de telefone ou pessoalmente após agendamento. Os resultados do trabalho serão publicados nos meios acadêmicos. Entretanto, os resultados individuais de cada voluntário e sua identificação serão mantidos em sigilo e os seus dados serão somente acessíveis aos pesquisadores envolvidos no trabalho.

Eu:.....

Data de Nascimento:...../...../..... **RG N°:**.....

Endereço :

.....

N°..... **Compl:**.....

Bairro:..... **Cidade**

CEP..... **Telefone** (.....).....

E-Mail:.....

CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Declaro que após convenientemente esclarecido pelo pesquisador e ter entendido o que me foi explicado, aceito participar da presente pesquisa.

Assinatura do Participante

CONTATO

Pesquisador Responsável: Dr. Paulo Henrique Marchetti

Endereço: Rodovia do Açúcar, Km 156, bloco 7, sala 32

Telefone: (019) 3124-1515- ramal 1240

Comitê de Ética em Pesquisa – CEP

Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP

Endereço: Rodovia do Açúcar, Km 156, bloco 7.

e-mail: comitedeetica@unimep.br

ANEXO II. CERTIFICADO DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA

 UNIMEP Universidade Metodista de Piracicaba	Comitê de Ética em Pesquisa CEP-UNIMEP
<i>Certificado</i>	
<p>Certificamos que o projeto de pesquisa intitulado "<i>Efeitos na ordem dos exercícios monoarticulares e multiarticulares no treinamento da força</i>", sob o protocolo n^o 39/13, do pesquisador <i>Prof. Paulo Henrique Marchetti</i> esta de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS, de 10/10/1996, tendo sido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa – UNIMEP.</p>	
<p>We certify that the research project with title <i>Effects of the mono- and multijoint exercise order in the resistance training</i>", protocol n^o 39/13, by Researcher <i>Prof. Paulo Henrique Marchetti</i> is in agreement with the Resolution 196/96 from Conselho Nacional de Saúde/MS and was approved by the Ethical Committee in Research at the Methodist University of Piracicaba – UNIMEP.</p>	
	Piracicaba, 27 de Agosto de 2013
<p>Prof. Dr. Rodrigo Batagello Coordenador CEP - UNIMEP</p>	

ANEXO III. PUBLICAÇÕES ACADÊMICAS RELACIONADAS AO TEMA

Revista CPAQV – Centro de Pesquisas Avançadas em Qualidade de Vida – ISSN: 2178-7514. V.5, n.3, 2013

ARTIGO DE REVISÃO

EFEITO DA ORDEM DOS EXERCÍCIOS NO TREINAMENTO DE FORÇA

EFFECTS OF THE EXERCISE ORDER IN THE RESISTANCE TRAINING

Enrico Gori Soares^{1,2}; Paulo Henrique Marchetti^{1,2}

¹Grupo de Pesquisa em Neuromecânica do Treinamento de Força (GNTF), Faculdade de Educação Física da Associação Cristã de Moços de Sorocaba, Sorocaba, SP, Brasil.

²Grupo de Pesquisa em Performance Humana, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciências do Movimento Humano, Faculdade de Ciências da Saúde (FACIS), UNIMEP, Piracicaba, SP, Brasil.

Endereço para correspondência:

Paulo H. Marchetti

Universidade Metodista de Piracicaba

Rodovia do Açúcar Km 156, Bloco 7, Sala 32, Taquaral

13400-911 - Piracicaba, SP – Brasil

E-mail: pmarchetti@unimep.br

EXERCÍCIO SUPINO: uma breve revisão sobre os aspectos biomecânicos BENCH PRESS EXERCISE: a brief review in the biomechanical aspects

Paulo Henrique Marchetti^{1,2}, Claudinei Campos Arruda¹, Luiz Fernando Segamarchi¹, Enrico Gori Soares¹, Daniel Takeshi Ito², Danilo Atanázio da Luz Junior¹, Osvaldo Pelozo Jr.³, Marco Carlos Uchida³.

¹ Grupo de Pesquisa em Neuromecânica do Treinamento de Força (GNTF), Faculdade de Educação Física de Sorocaba, Sorocaba, Brasil. ² Curso de Educação Física, Universidade Nove de Julho. ³ Cursos de Educação Física e Fisioterapia, GEPEFFA, UNIFIEO.

RESUMO

Atualmente o treinamento de força vem sendo muito utilizado em diferentes contextos e para diversos objetivos: atléticos, recreacionais, estéticos e terapêuticos. Indubitavelmente, um dos exercícios mais utilizados no treinamento de força, visando o desenvolvimento da musculatura superior do tronco é o supino. O entendimento das diversas variações do exercício supino pode influenciar na correta prescrição durante o treinamento de força. Diversos são os fatores biomecânicos que podem seletivizar atividades musculares e/ou a efetividade do programa de treino. O presente trabalho teve como objetivo revisar diversos aspectos anatômicos, cinesiológicos e biomecânicos do exercício supino, além de suas possíveis variações como as inclinações do banco, o afastamento da empunhadura, a amplitude de movimento, as diferenças entre o exercício supino guiado e não guiado e as diferenças entre o supino em base estável e instável. Conclui-se que com as diversas alterações mecânicas podem acarretar mudanças na ação dos músculos envolvidos no supino, aumentando ou diminuindo a performance e/ou sua eficiência.

Palavras-Chave: treinamento de força, cinesiologia, supino.

ABSTRACT

Actually the strength training has been widely used in different contexts and for different purposes: athletic, recreational, esthetic and therapeutic. Undoubtedly, most of the exercises used in strength training, to develop upper body muscles is the bench press. The understanding of several variations of bench press exercise may influence the correct prescription for strength training. There are several biomechanical factors that can emphasize muscle activities and / or effectiveness of the training program. This paper aims to review several aspects of anatomical, biomechanical and kinesiological of the bench press, and its possible variations as the slopes of the bank, the position of the grip, range of motion, differences between the guided bench press and unguided and differences between the stable and unstable base. Conclusion of this review is that with the various mechanical changes can cause changes in the action of the muscles involved in bench press, increasing or decreasing the performance and/or efficiency.

Keywords: resistance training, kinesiology, bench press.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente o treinamento de força vem sendo muito utilizado em diferentes contextos e para diversos objetivos: atléticos, recreacionais, estéticos e terapêuticos. Indubitavelmente, um dos exercícios mais utilizados no treinamento de força, visando o desenvolvimento da musculatura superior do tronco (particularmente o peitoral maior, deltóide parte clavicular e tríceps braquial), é o supino (1). O exercício supino é muito popular e é presente nos treinamentos de praticantes recreacionais, atletas de diversas modalidades esportivas, e principalmente por aqueles que o exercício faz parte da modalidade, o *Powerlifting* (i.e. Levantamento Básico, o atleta realiza os exercícios supino, agachamento e levantamento terra). Nas academias de ginástica, o objetivo da prática do supino é variado desde terapêuticos (e.g. trabalho com idosos), como a hipertrofia muscular, na sua grande maioria. Enquanto nas modalidades esportivas o intuito é a melhora do rendimento das capacidades físicas como força e potência muscular.

O entendimento das diversas variações do exercício supino pode influenciar na correta prescrição durante o treinamento de força. Diversos são os fatores biomecânicos que podem seletivizar atividades musculares e/ou a efetividade do programa de treino. O presente trabalho teve como objetivo revisar aspectos anatômicos, cinesiológicos e biomecânicos do exercício supino, e algumas de suas variações.

2. METODOLOGIA

O presente trabalho foi realizado a partir de uma revisão bibliográfica. Para a elaboração do presente texto, foram selecionados artigos nacionais e internacionais retirados das bases de dados: Medline, SciELO, PUBMED e Lilacs; os artigos e livros apresentados foram publicados entre os anos de 1977 e 2010. Os termos-chave utilizados no idioma português foram: treinamento resistido, musculação, supino,

DIFERENTES AQUECIMENTOS NO DESEMPENHO DE REPETIÇÕES MÁXIMAS NA MUSCULAÇÃO

DIFFERENT WARM-UPS ON THE MAXIMUM REPETITION PERFORMANCE IN RESISTANCE TRAINING

DIFERENTES CALENTAMIENTOS EN EL DESEMPEÑO DE REPETICIONES MÁXIMAS EN LA MUSCULACIÓN



ARTIGO ORIGINAL

Daniilo Atanázio da Luz Junior³
(Educador Físico)

Aylton Figueira Junior³
(Educador Físico)

Érica Paes Serpa¹ (Educador Físico)

Willy Andrade Gomes¹
(Educador Físico)

Enrico Gori Soares¹ (Educador Físico)

Charles Ricardo Lopes²
(Educador Físico)

Luis Felipe Milano Teixeira⁴
(Educador Físico)

Paulo Henrique Marchetti^{1,2}
(Educador Físico)

1. Departamento de Ciências do Movimento Humano, Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba, SP, Brasil.

2. Instituto de Ortopedia e Traumatologia, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.

3. Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, SP, Brasil.

4. Faculdade de Educação Física da UNIFIEO, Osasco, SP, Brasil.

Correspondência:

Paulo Henrique Marchetti
Programa de Pós Graduação em Ciências do Movimento Humano, Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP). Rodovia do Açúcar Km 156, Bloco 7, Sala 39, Taquaral, 13400-911 Piracicaba, SP, Brasil. pmarchetti@unimep.br

RESUMO

Introdução: Apesar de o aquecimento ser considerado essencial na prática dos esportes, pouco se conhece sobre seu efeito no treinamento de força. **Objetivo:** Avaliar o efeito de diferentes estratégias de aquecimento no desempenho neuromuscular em adultos jovens submetidos a testes de repetições máximas de membro superior e inferior. **Métodos:** Dois experimentos foram realizados separadamente. Para o primeiro experimento, 16 adultos jovens hígidos realizaram um teste de repetições máximas a 70% de 1RM no supino reto (previamente determinado). Quatro condições de aquecimento foram testadas: Controle (CON) sem aquecimento prévio, esteira (EST) 5' a 60% VO_{2max}, resistência de força (REF) 15 repetições com 40% de 1RM e força máxima (FM) duas séries de duas repetições com 90% de 1RM. Para o segundo experimento, 14 adultos jovens hígidos, realizaram um teste de repetições máximas a 70% de 1RM no *leg press* unilateral (previamente determinado). Cinco condições de aquecimento foram testadas: controle (CON) sem aquecimento prévio, esteira (EST) 5' a 60% VO_{2max}, bicicleta (BIC) 5' a 60% VO_{2max}, resistência de força (REF) 15 repetições com 40% de 1RM e força máxima (FM) duas séries de duas repetições com 90% de 1RM. Para ambos os experimentos o número de repetições realizadas e a percepção subjetiva de esforço foram avaliadas. **Resultados:** Para o primeiro experimento o protocolo FM foi superior a todos os outros protocolos. Não foram observadas diferenças entre as outras condições. Para o segundo experimento, foi observado diferenças entre todos os protocolos, exceto CON e EST. Sendo FM>BIC>REF>EST=CON. **Conclusão:** Os resultados do presente estudo sugerem que um aquecimento de força máxima levou a uma maior produção de força para os membros superiores e inferiores. Adicionalmente, aquecimentos aeróbios e de resistência de força apresentaram melhora no desempenho de força para os membros inferiores em uma menor magnitude.

Palavras-chave: desempenho esportivo, treinamento de resistência, força.

ABSTRACT

Introduction: Although the warm-up is considered essential for sports, little is known about its effect on strength training. **Objective:** To evaluate the effect of different warm-up strategies in neuromuscular performance in young adults undergoing maximum repetitions of upper and lower limb exercises. **Methods:** Two experiments were conducted separately. For the first experiment, 16 healthy young adults performed a test of maximal repetitions at 70% 1RM in the bench press (previously determined). Four warm-up conditions were tested: control (CON) without prior warm-up, 5 min on the treadmill at 60% VO_{2max} (EST), strength endurance (REF) with 1 set x 15 repetitions with 40% 1RM and maximal strength (MS) with 2 sets of 2 reps with 90% 1RM. For the second experiment, 14 healthy young adults performed a maximal number of repetitions at 70% 1RM in the unilateral leg press (previously determined). Five warm-up conditions were tested: control (CON) without prior warm-up, 5 min of cycling at 60% VO_{2max} (BIC), 5 min on the treadmill to 60% VO_{2max} (EST), strength endurance (REF) with 1 set x 15 repetitions with 40% 1RM and maximal strength (MS) with 2 sets of 2 reps with 90% 1RM. For both experiments the number of repetitions performed and perceived exertion were evaluated. **Results:** For the first experiment, the MS condition was superior when compared to other protocols. No differences between the other conditions were observed. For the second experiment differences between all protocols were observed, except CON and EST, being MS>BIC>REF>=CON. **Conclusion:** The results of this study suggest that a warming-up of maximum strength may produce higher force production for the upper and lower limbs. Additionally, aerobic and strength resistance warm-up showed an improvement in strength performance for the lower limbs in a smaller magnitude.

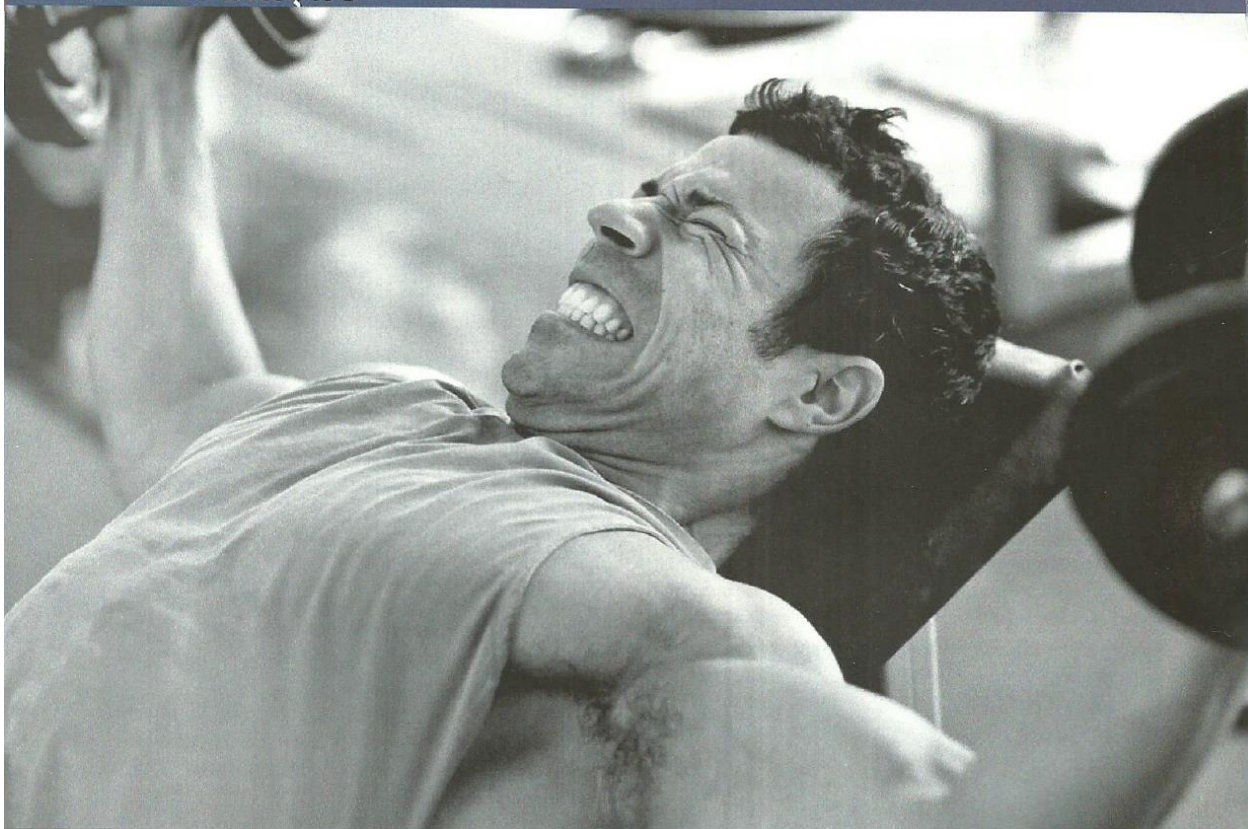
Keywords: Athletic performance, Resistance training, Force.

RESUMEN

Introducción: A pesar de que el calentamiento sea considerado esencial en la práctica de los deportes, poco se conoce sobre su efecto en el entrenamiento de fuerza. **Objetivo:** Evaluar el efecto de diferentes estrategias de calentamiento en el desempeño neuromuscular en adultos jóvenes sometidos a tests de repeticiones máximas de miembro superior e inferior. **Métodos:** Dos experimentos fueron realizados separadamente. Para el primer experimento, 16 adultos jóvenes

MUSCLE IN FORM

Musculação



Ordem de exercícios e suas estratégias na musculação

Até que ponto a ordem dos exercícios pode influenciar nos resultados do seu treinamento

A escolha dos exercícios e sua ordem de realização são importantes variáveis a serem prescritas em um treino de musculação ⁽¹⁾. Podemos classificar os exercícios em duas categorias em relação ao número de articulações envolvidas e consequentemente, número de músculos

envolvidos, multiarticulares e monoarticulares.

Os exercícios multiarticulares, como o supino e o agachamento possuem uma maior demanda neural, resposta hormonal e são geralmente considerados como mais efetivos para aumentar a força muscular de uma maneira geral pela grande quantidade de sobrecarga levantada e massa muscular envolvida. Por outro lado, os exercícios monoarticulares como a rosca de bíceps e a cadeira flexora focam em grupos musculares específicos, aumentando as possibilidades de montagem de treinos específicos para certos grupos musculares e também impõem

Dr. Paulo Marchetti

Doutor e Mestre em Ciências pela Escola de Educação Física e Esportes (USP), Especialista em Fisiologia do Exercício e Treinamento Desportivo (Unifesp) e **Enrico Soares**

menor estresse neural, devido ao reduzido controle da técnica necessária. Alguns estudos apontam que ambos os tipos de exercícios (mono e multiarticulares) são efetivos para aumentar a força e hipertrofia muscular, portanto, devem ser incorporados ao programa de musculação [2-4].

Recentes pesquisas demonstram que diferentes estratégias de ordem de exercícios na prescrição da musculação podem afetar a **performance** muscular [5-9], a produção de lactato [10, 11], o recrutamento neuromuscular [12-14] consequentemente as respostas crônicas ao treinamento [7, 15].

Portanto, diversas estratégias de montagem de treino podem ser utilizadas em rotinas de musculação visando afetar o corpo todo (treino único) e em rotinas separadas (treinos segmentados). Mas então, qual estratégia de ordem seria mais efetiva para ganhos máximos de força e hipertrofia de nossos clientes?

Quanto às rotinas para o corpo todo, tradicionalmente, o *American College of Sports Medicine* (2009) recomenda que, independente dos objetivos de treino, os exercícios multiarticulares devem ser realizados ao início da sessão de treinamento [2]. Tal recomendação é baseada no fato dos exercícios multiarticulares englobarem mais músculos por exercício e então, serem mais efetivos para um aumento geral da força e hipertrofia muscular. Adicionalmente esta recomendação se baseia no estudo de Sforzo e Touey [6] onde os autores reportaram uma maior produção total de força na sequência em que exercícios multiarticulares foram realizados antes dos monoarticulares.

Também foi observado que os exercícios realizados ao início da sessão de treino, apresentaram maior produção de força quando comparados na ordem inversa. Quando os exercícios multiarticulares foram realizados ao início da sessão Gil e colaboradores [16] observaram um volume total de treino maior em comparação com a ordem inversa. Adicionalmente, Balsamo e colaboradores [10], observou valores superiores no lactato sanguíneo quando os exercícios multiarticulares foram realizados ao início da sessão.

Entretanto, novas pesquisas têm revelado que independente do tipo de exercício (multiarticular ou monoarticular), aqueles que são realizados ao início da sessão de treinamento, geralmente apresentam melhor performance, quando comparado com sua realização ao final [11, 12]. Novaes e colaboradores [18] investigaram o efeito agudo da ordem de execução dos exercícios em uma sessão de treinamento para peitorais e tríceps. Não foram observadas diferenças no número total de repetições executadas, entretanto, os exercícios realizados primeiramente apresentaram melhor desempenho. Desta forma, os treinos prioritários podem ser utilizados quando se visa um maior desenvolvimento de um grupamento muscular deficitário, individualizando cada treino para cada aluno.

Um método muito aplicado na musculação e que se baseia

fundamentalmente na ordem dos exercícios é o de "pré-exaustão", onde este consiste em realizar exercícios monoarticulares antes dos multiarticulares [19]. Os estudos que analisaram este método específico sugerem uma maior ativação dos músculos que não participaram do exercício monoarticular.

Dois estudos investigaram os efeitos da pré-exaustão do peitoral no exercício supino. Gentil e colaboradores [13] e Brennecke e colaboradores [14] observaram que quando comparada a atividade muscular no exercício supino nas condições pré-exaustão e sem pré-exaustão, o nível de ativação do músculo peitoral maior não difere entre condições. Entretanto, a atividade muscular do tríceps braquial se mostrou elevada no exercício supino na condição pré-exaustão do peitoral.

Assim, devido ao grande número de exercícios e métodos que podem ser selecionados, diferentes ordens podem ser criadas, nos levando a inúmeras estratégias de montagem de treino, nos possibilitando individualizar cada vez mais o treinamento dos nossos alunos. Priorizar grupos musculares específicos pode ser uma boa estratégia quando se visa sanar possíveis fraquezas musculares e/ou priorizar exercícios e grupos musculares específicos.

REFERÊNCIAS

1. Soares, E.G. and P.H. Marchetti, Efeito da Ordem dos Exercícios no Treinamento de Força. *Revista CIPAV - Centro de Pesquisas Avançadas em Qualidade de Vida*, 2013. 5(3).
2. Ratamess, N.A., et al., ACSM: Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. *MEDICINE & SCIENCE IN SPORTS & EXERCISE* 2009.
3. Fleck, S.J. and W.J. Kraemer, Fundamentos do treinamento de força muscular. 3 ed, ed. Artmed. Vol. 3. 2006: 2008.
4. Bird, S.P., K.M. Tapenning, and F.E. Marino, Designing Resistance Training Programmes to Enhance Muscular Fitness: A Review of the Acute Programme Variables. *Sports Med*, 2005. 35(10): p. 841-851.
5. Sforzo, G.A. and P.R. Touey, Manipulating exercise order affects muscular performance during a resistance training session. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 1996. 10(1).
6. Salles, B.F., et al., Comparação do método pré-exaustão e da ordem inversa em exercícios para membros inferiores. *Revista da educação física/UEM* 2005. 19(1): p. 85-92.
7. Spinetti, J., et al., Influence of exercise order on maximum strength and muscle volume in nonlinear periodized resistance training. *J Strength Cond Res*, 2010. 24(11): p. 2962-9.
8. Spreuwenberg, I.P., et al., Influence of exercise order in a resistance-training exercise session. *J Strength Cond Res*, 2006. 20(1): p. 141-4.
9. Simão, R., et al., Influence of exercise order on the number of repetitions performed and perceived exertion during resistance exercise in women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2007. 21(1): p. 23-28.
10. Balsamo, S., et al., Exercise Order Influences Number of Repetitions and Lactate Levels But not Perceived Exertion During Resistance Exercise in Adolescents. *Research in Sports Medicine*, 2013. 21: p. 293-304.
11. Bellezza, P.A., et al., The influence of exercise order on blood lactate, perceptual, and affective responses. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2009. 23(1): p. 203-208.
12. Rocha Júnior, V.A., et al., Análise eletromiográfica da pré-ativação muscular induzida por exercício monoarticular. *Revista Brasileira Fisioterapia*, 2010. 14(2): p. 158-165.
13. Gentil, P., et al., Effects of exercise order on upper-body muscle activation and exercise performance. *J Strength Cond Res*, 2007. 21(4): p. 1082-6.
14. Brennecke, A., et al., Neuromuscular activity during bench press exercise performed with and without the preexhaustion method. *J Strength Cond Res*, 2009. 23(7): p. 1933-40.
15. Assumpção, C.O., et al., Influence of exercise order on upper body maximum and submaximum strength gains in trained men. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 2013. 33(3): p. 359-363.
16. Gil, S., et al., Efeito da ordem dos exercícios no número de repetições e na percepção subjetiva de esforço em homens treinados em força. *Revista Brasileira Educação Física Esporte*, 2011. 25(1): p. 127-135.
17. Simão, R., et al., Exercise order in resistance training. *Sports Med*, 2012. 42(3): p. 251-65.
18. Novaes, J.S., et al., Influência aguda da ordem dos exercícios resistidos em uma sessão de treinamento para peitorais e tríceps. *Motricidade*, 2007. 3(4): p. 38-45.
19. Prestes, J., et al., Prescrição e periodização do treinamento de força em academias. Vol. 1. 2010, São Paulo: Manole.

