

COMPARAÇÃO DAS RESPOSTAS DE FREQUÊNCIA CARDÍACA E CONCENTRAÇÕES DE LACTATO ENTRE DOIS MÉTODOS DE TREINAMENTO DE MUSCULAÇÃO

Gilson Pires Dorneles¹, Marcelo Morganti Sant'Anna¹, Rafael Nascimento da Silva¹,
Leandro Silva de Lemos², Matheus Heidner Cassales², Fábio Marques Medeiros²,
Alessandra Peres², Jerri Luiz Ribeiro²

RESUMO

Comparar as respostas agudas da frequência cardíaca (FC) e da concentração sanguínea de lactato entre os métodos pirâmide crescente e supersérie. Doze indivíduos do sexo masculino ($25,17 \pm 3,64$ anos, $80,33 \pm 8,24$ kg, $175,58 \pm 3,75$ cm e percentual de gordura $15,34 \pm 3,77\%$) foram submetidos a duas sessões de musculação através da realização dos métodos de supersérie e pirâmide crescente, com uma semana entre a realização dos treinos. Durante a execução dos métodos houve o monitoramento da FC e coleta sanguínea para verificação das concentrações de lactato nos momentos pré, 0'pós, 5'pós e 15' pós sessão de treinamento. Na comparação intragrupos foi realizada a ANOVA para medidas repetidas com post-hoc de Bonferroni. Na comparação intergrupos realizou-se o teste t de Student para amostras pareadas comparando-se os valores de delta (Δ). O índice de significância utilizado foi $p < 0,05$. Os resultados mostraram aumento significativo das concentrações sanguíneas de lactato e da FC em todos os momentos pós sessão de treinamento em comparação ao momento pré ($p < 0,001$). Na comparação intergrupos (valor Δ), as alterações da FC (Supersérie = $73,6$ bpm vs. Pirâmide Crescente = $34,8$ bpm, $p < 0,001$) e a produção de lactato (Supersérie = $5,7$ mmol/L vs. Pirâmide Crescente = $3,5$ mmol/L, $p = 0,034$) foram significativamente maiores no método supersérie. Conclui-se que apesar de ambos os métodos de treinamento em musculação provocar grande estresse metabólico, o método supersérie proporcionou as maiores alterações agudas.

Palavras-chave: Musculação, Respostas agudas, Lactato, Frequência cardíaca.

1-Centro Universitário Metodista do IPA, Curso de Educação Física; 2-Centro Universitário Metodista do IPA, Laboratório de Pesquisa em Fisiologia do Exercício

ABSTRACT

Comparison of responses of heart rate and lactate concentrations between two methods of strength training

To compare the acute responses of heart rate (HR) and blood lactate concentration between the methods superset and growing pyramid. Twelve male subjects (25.17 ± 3.64 years, 80.33 ± 8.24 kg, 175.58 ± 3.75 cm and body fat percentage $15.34 \pm 3.77\%$) underwent two sessions fitness by performing superset of the methods of superset and growing pyramid, with a week between the completion of training. During the execution of the methods of HR were monitored for blood collection and verification of lactate concentrations in the pre, 0'pós, 5'pós and 15' post workout. In intragroup comparison was carried out repeated measures ANOVA with post hoc Bonferroni. In intergroup comparison was performed the Student t test for paired samples comparing the values of delta (Δ). The significance level was $p < 0.05$. The results showed significant increase in blood lactate concentrations and heart rate at all times after the training session compared to the pre ($p < 0.001$). In the comparison intergroup (Δ value), changes in HR (Superset = 73.6 bpm vs. Growing Pyramid = 34.8 bpm, $p < 0.001$) and lactate production (Superset = 5.7 mmol/L vs. Growing Pyramid = 3.5 mmol/L, $p = 0.034$) were significantly higher in the method superset. We conclude that although both methods of training in bodybuilding cause a major metabolic stress, the method superset provided the greatest acute changes.

Key words: Resistance training, Acute response, Lactate, Heart rate.

Gilson Pires Dorneles - gilsonpd@hotmail.com
Centro Universitário Metodista IPA.
Rua Cel. Joaquim Pedro Salgado, 80, Bairro Bela Vista, Porto Alegre/RS, Brasil
CEP 90420-060

INTRODUÇÃO

A musculação é uma das modalidades de exercício físico mais difundido e praticado, principalmente devido a sua capacidade de modelagem morfológica do corpo humano, na esfera estética. Dentre os objetivos dos praticantes, destaca-se a hipertrofia musculoesquelética.

A hipertrofia muscular pode ser otimizada através de uma combinação de estresse mecânico e metabólico. Proporciona maior indução de proteínas sinalizadoras do processo de transcrição do RNA mensageiro e estimulação de síntese proteica, a partir de uma combinação com os efeitos dos hormônios anabólicos e o aumento da biodisponibilidade de aminoácidos (McArdle, Katch e Katch, 2011; Benson, Docherty e Brandenburg, 2006).

Programas de treinamento com objetivos de aumento da massa muscular geralmente são descritos como treinamentos contendo média intensidade e alto volume, a fim de proporcionar maior estresse orgânico e microtraumas na célula muscular (Uchida e colaboradores, 2008).

Existe uma enorme possibilidade de se criar diferentes métodos de musculação, através da manipulação de variáveis agudas do treinamento, gerando modificações na estrutura do treino. Entretanto, apesar de existirem diversos métodos descritos e utilizados por praticantes de musculação, há poucas evidências científicas de suas respostas fisiológicas agudas como indução para a hipertrofia muscular.

Essas respostas fisiológicas estão diretamente relacionadas à rota metabólica predominante e as microlesões induzidas pelo treinamento. Cita-se, como exemplo, a ruptura do sarcolema e a liberação de creatina kinase, o aumento na liberação de substâncias inflamatórias como a glutamina, além do aumento nas concentrações sanguíneas de lactato (Rahimi e colaboradores, 2010; Smilios e colaboradores, 2003; Uchida e colaboradores, 2006).

O lactato está diretamente ligado ao eixo endócrino do hormônio do crescimento, vinculado com o reequilíbrio da homeostase energética. Também apresenta papel importante de desencadear processos anabólicos em diversos tecidos (Rahimi e

colaboradores, 2010; Smilios e colaboradores, 2003).

Em razão disso, verifica-se aumentos nas suas concentrações durante a realização do treinamento (Crewther, Cronin e Keogh, 2006; Gentil, Oliveira e Bottaro, 2006).

Na musculação, também se verifica o aumento da frequência cardíaca durante o treinamento. Isto é ocasionado pela oclusão vascular periférica, aumento da ativação do sistema nervoso simpático e aumento da produção de catecolaminas. Estas respostas fisiológicas variam conforme o volume de exercícios, as séries e as repetições da sessão de treinamento (Santos e colaboradores, 2008; Polito e colaboradores, 2004).

O conhecimento da variabilidade das respostas fisiológicas, como da frequência cardíaca e das concentrações de lactato sanguíneo, é importante para a escolha e prescrição do método de treinamento mais adequado para se alcançar a hipertrofia muscular.

Sendo assim, o objetivo do estudo foi de comparar a magnitude de respostas da frequência cardíaca (FC) e lactato entre os métodos de treinamento pirâmide crescente e supersérie na musculação.

MATERIAS E MÉTODOS

Amostra

Participaram do estudo 12 indivíduos do sexo masculino com experiência de no mínimo dois anos de treinamento de musculação. Os dados referentes às características antropométricas e da avaliação de força de 10RM para determinação de cargas de treinamento são apresentadas na tabela 01.

Todos os indivíduos foram aconselhados a alimentarem-se uma hora antes da realização dos protocolos de treinamento, bem como evitar a ingestão de álcool, café ou qualquer medicamento que pudesse interferir na resposta da FC ou concentrações de lactato. Também foi sugerido que todos os participantes interrompessem seus treinamentos uma semana antes do início da pesquisa.

Os participantes do estudo leram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Seria excluído do estudo o indivíduo que apresentasse qualquer tipo de

lesão musculoesquelética que impossibilitasse a realização dos exercícios nas sessões de treinamento. A pesquisa foi conduzida dentro dos padrões éticos exigidos pela Declaração de Helsinque de 1964 de acordo com a

resolução 196/96 do Ministério da Saúde. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro Universitário Metodista, do IPA (238/2011).

Tabela 1- Perfil Antropométrico e Teste de Carga 10RM

Variável	Média ± DP
Idade (anos)	25,17 ± 3,64
Massa Corporal (kg)	80,33 ± 8,24
Estatura (cm)	175,58 ± 3,75
% Gordura (%)	15,34 ± 3,77
Crucifixo Plano (kg)	39,68 ± 3,93
Supino Plano com Barra (kg)	57,86 ± 5,05
Crucifixo Inclinado (kg)	31,37 ± 3,60
Supino Inclinado com Barra (kg)	37,75 ± 2,52

Desenho Experimental

No primeiro dia realizou-se a antropometria e o teste de 10RM para determinação das cargas de treinamento nos exercícios propostos. A execução dos treinamentos foi realizada sempre no mesmo horário, porém em dias diferentes. As sessões de treinamento foram realizadas com intervalo de uma semana entre cada sessão, e ocorreu sorteio para a ordem de execução de cada protocolo. Antes e após as sessões de treinamento foram realizadas coletas de sangue para analisar as variáveis fisiológicas frequência cardíaca e concentrações de lactato sanguíneo.

Procedimentos do Treinamento

Para determinar as cargas de treinamento nos exercícios foi proposta a realização do teste de força de 10RM (Simão e colaboradores, 2005). Todos os sujeitos já apresentavam familiarização com os exercícios e equipamentos. Os indivíduos receberam a mesma orientação em relação à amplitude de movimento e a velocidade de execução. Durante os testes, houve um aumento gradual do peso até se identificar a carga máxima que o sujeito deslocava no mesmo ritmo de execução e na amplitude articular da primeira tentativa. As sucessivas tentativas foram realizadas com um período de cinco minutos entre elas. Foram necessárias aproximadamente entre 2-3 tentativas para alcançar o 10RM. A carga máxima deslocada nos testes de 10RM foi utilizada como valor

base para determinação das cargas de treinamento nos métodos de musculação.

Os participantes da pesquisa foram submetidos a duas sessões de treinamento, através dos métodos pirâmide crescente e supersérie.

As duas metodologias utilizaram os mesmos exercícios de musculação: crucifixo reto com halteres, supino reto com barra, crucifixo inclinado com halteres e supino inclinado com barra. A ordem de execução dos exercícios manteve-se em ambos os protocolos, pois a modificação desta poderia acarretar em distintas adaptações e respostas do organismo (Simão e colaboradores, 2005; Júnior e colaboradores, 2010).

O treinamento pirâmide crescente consistiu em três séries com aumento da quilagem e diminuição do número de repetições em cada exercício (Uchida e colaboradores, 2008; Fleck e Kraemer, 2006). Ao final de cada série foi dado um tempo de recuperação de 2 minutos. Assim, cada exercício seria executado com três séries de 8, 6 e 4 repetições máximas, respectivamente. O método supersérie consistiu na execução ininterrupta de uma sequência de quatro exercícios sem intervalo. Após o término do quarto exercício, fim da supersérie, era estabelecido um intervalo de um minuto e trinta segundos (1'30") para a recuperação (Uchida e colaboradores, 2008; Fleck e Kraemer, 2006). Portanto, foram realizados três superséries com 10 repetições máximas em todos os exercícios propostos.

Não há consenso na literatura especializada sobre as cargas ideais de treinamento em cada metodologia (Fry, 2004; Fleck e Kraemer, 2006). Portanto convencionou-se o acréscimo de 10% da carga de 10RM a cada série do exercício no método pirâmide progressiva e diminuição de 20% da carga de 10RM em todos os exercícios no método supersérie para que os sujeitos pudessem realizar todas séries e repetições.

VARIÁVEIS COLETADAS

Frequência Cardíaca

A frequência cardíaca foi aferida através de um frequencímetro da marca POLAR® FS3. O monitor cardíaco foi acoplado na região torácica, aproximadamente dois centímetros abaixo da linha mamilar, do indivíduo. Foram registrados os valores pré-treino e imediatamente após a realização do treinamento.

Lactato Sanguíneo

As concentrações sanguíneas de lactato foram realizadas antes, imediatamente após, cinco minutos e quinze minutos após o término do treinamento, a fim de verificar a velocidade de remoção da variável.

As tiras reagentes que foram usadas neste estudo são fabricadas pela empresa Roche Diagnostics GmbH®, apresentando valores das concentrações de lactato na corrente sanguínea.

Foi feita coleta de sangue do dedo, por meio de punção em sua polpa lateral, utilizando-se um lancetador (Softclix®) com regulagem em nº 6 e microlancetas

descartáveis. Coletou-se uma gota de sangue que é colocada no centro da zona de teste da fita reativa para análise da concentração de lactato. Foi utilizado um analisador de lactato portátil (modelo Accutrend® Lactato) que utiliza química seca na análise do lactato contido no sangue e tem capacidade para detectar concentrações de 0,8 a 22 milimoles (mM), em apenas 60 segundos. A calibração do equipamento seguiu as orientações do fabricante.

Análise Estatística

A descrição da amostra foi realizada através da estatística descritiva através de média e desvio padrão. A normalidade dos dados foi analisada pelo Teste de Shapiro-Wilk. Na comparação intragrupos foi realizada a Análise de Variância (ANOVA) para medidas repetidas com post-hoc de Bonferroni. E, na comparação intergrupos, através dos deltas (diferença entre os momentos pós e pré-sessão de treinamento), foi realizado o teste t de Student para amostras pareadas. Estimativas populacionais foram realizadas através do intervalo de 95% de confiança. O índice de significância adotado foi de $p < 0,05$ em todas as comparações. O pacote estatístico computacional utilizado foi o SPSS para Windows, versão 17.0.

RESULTADOS

As médias dos valores da frequência cardíaca, pré e pós-treinamento, e das concentrações sanguíneas de lactato nos momentos pré-treinamento, imediatamente após, 5' e 15' minutos pós treinamento, estão apresentadas na tabela 02.

Tabela 2 - Resultado das concentrações sanguíneas de lactato e FC

Variáveis	Pré	0' pós	5' pós	15' pós	P*
	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	
Lactato (mmol/l)					
Pirâmide	2,83 ± 1,00 ^a	6,36 ± 1,86 ^b	6,95 ± 3,76 ^b	5,48 ± 3,34 ^b	<0,001
Supersérie	2,55 ± 1,16 ^a	8,28 ± 3,16 ^b	5,85 ± 2,27 ^b	5,88 ± 2,17 ^b	<0,001
FC (bpm)					
Pirâmide	71,8 ± 9,4 ^a	106,6 ± 8,3 ^b	-	-	<0,001
Supersérie	74,3 ± 6,8 ^a	147,9 ± 10,8 ^b	-	-	<0,001

IC 95%= Intervalo de 95% de confiança;

* Análise de Variância (ANOVA) para medidas repetidas para a comparação intra-grupo;

^{a,b} Letras iguais não diferem pelo teste de Bonferroni a 5% de significância

Ocorreu aumento significativo ($p < 0,001$) na FC e nas concentrações sanguíneas de lactato em todos os momentos pós-treinamento, quando comparados ao pré-treinamento, na comparação intragrupos. Contudo, não houve diferença significativa na comparação das concentrações sanguíneas de lactato intragrupos entre os momentos pós-treinamento.

A tabela 03 apresenta a comparação intergrupos através de valores delta (diferença

entre os momentos pós e pré-sessão de treinamento) nos respectivos protocolos sobre as variáveis de concentração sanguínea de lactato e frequência cardíaca. Ocorreu diferença significativa em ambas variáveis, onde $p < 0,034$ e $p < 0,001$, respectivamente, na comparação entre os protocolos sobre a variável lactato e a frequência cardíaca.

Tabela 3 - Comparação Intergrupos utilizando valor Delta

Variáveis	Δ Pré-Pós 0' (IC 95%)	p**
Lactato (mmol/l)		
Pirâmide	3,5 (2,3 a 4,7)	0,034
Supersérie	5,7 (4,1 a 7,4)	
FC (bpm)		
Pirâmide	34,8 (30,7 a 38,8)	<0,001
Supersérie	73,6 (66,7 a 80,5)	

Δ = diferença entre os valores pré e pós 0'

** Teste t-student para amostras pareadas para a comparação intergrupos

DISCUSSÃO

Protocolos de treinamento de musculação que tenham como objetivo principal a hipertrofia muscular geralmente apresentam alto volume de séries, intensidade moderada, quanto à carga utilizada, e intervalos curtos de recuperação. Proporcionam grande estresse metabólico agudo e indução de microlesões na fibra muscular. Essas respostas agudas são fatores importantes no processo de hipertrofia muscular, uma vez que são sinalizadoras da quebra da homeostase energética, induzindo assim liberação de hormônios anabólicos e fatores de transcrição gênica (Rahimi e colaboradores, 2010; Crewther, Cronin e Keogh, 2006).

As modificações de inúmeras variáveis da prescrição do treinamento de musculação como tempo de intervalo de recuperação, número de exercícios, séries e repetições, são ferramentas para atingir metas e objetivos esperados na periodização do treinamento. Em geral, as análises buscam verificar os efeitos da modificação de uma variável em separado, como a modificação de intervalo de recuperação, da intensidade (quilagem) utilizada ou do volume proposto (Bertuzzi e colaboradores, 2009; Assunção e

colaboradores, 2007; Goto e colaboradores, 2005).

O treinamento de musculação, devido a sua rota anaeróbia glicolítica, promove aumento das concentrações sanguíneas de lactato proporcional a intensidade e volume utilizados (Bertuzzi e colaboradores, 2009; Bottaro e colaboradores, 2009).

A FC, assim como todo o sistema hemodinâmico, apresentará maior aumento em protocolos de treinamento com grande volume de repetições, a variabilidade da resposta também está relacionada a massa muscular mobilizada (Santos e colaboradores, 2008; Assunção e colaboradores, 2007).

Lactato

O aumento das concentrações sanguíneas de lactato na comparação intragrupos pode estar relacionado ao alto volume de exercícios empregados em ambos os protocolos, tempo de intervalo para recuperação utilizado, alto volume de repetições consecutivas utilizada no protocolo supersérie, caracterizando estímulo metabólico, e a alta quilagem utilizada no protocolo pirâmide, caracterizando assim um estímulo tensional (Gentil, Oliveira e Bottaro, 2006; Smilios e colaboradores, 2003).

Em relação ao número de exercícios utilizados para o mesmo grupo muscular, não

há evidências na literatura de trabalhos utilizando protocolos semelhantes. No entanto, quando utilizado um volume alto de exercícios de musculação para todo o corpo, houve aumento significativo das concentrações de lactato sanguíneo (Crewther, Kronin e Keogh, 2006; Ahtiainen e colaboradores, 2003). No presente estudo, os resultados das concentrações de lactato pós-treinamento, em ambos os protocolos, foram significativos.

Programas de treinamento destinados a induzir maiores adaptações morfológicas caracterizam-se por aumentos significativos nas concentrações de lactato sanguíneo, o que reflete a contribuição anaeróbia glicolítica e a intensidade de esforço durante a sessão de treinamento (Ahtiainen e colaboradores, 2003; Bertuzzi e colaboradores, 2009). Aumentos significativos nas produções de lactato também foram encontrados em protocolos que utilizaram curto intervalo de recuperação entre séries e exercícios (Bottaro e colaboradores, 2009).

Analisando a metodologia de treinamento supersérie, constata-se que foram realizadas até 40 repetições com a realização consecutiva dos quatro exercícios, sem intervalo entre eles, a 80% de 10RM. A metodologia proporcionou elevação do estresse metabólico, através do aumento nas concentrações de lactato, cujos valores inicial e final foram, respectivamente, de $2,55 \pm 1,16$ e $8,27 \pm 3,15$ mmol/L. Ocorreu também dificuldade de remoção e tamponamento do substrato, refletido nos momentos pós 5 minutos ($5,85 \pm 2,26$ mmol/L) e pós 15' ($5,88 \pm 2,16$ mmol/L). Supondo-se que o grande estresse fisiológico proporcionado pela metodologia deve-se a hipóxia tecidual e diminuição do pH intramuscular devido ao alto tempo sob tensão mecânica que o organismo foi imposto (Gentil, Oliveira e Bottaro, 2006; McCaulley e colaboradores, 2009).

A diminuição do intervalo de recuperação não possibilita uma recuperação ótima do metabolismo energético, aumentando assim a fadiga intramuscular e sanguínea devido ao acúmulo de íons de hidrogênio e consequente aumento das concentrações de lactato. Essa é uma estratégia recomendada em protocolos com objetivo de aumento de massa muscular, uma vez que o aumento do estresse metabólico ocasionado pela diminuição do tempo de intervalo induz aumentos das concentrações de GH e IGF-1,

importantes hormônios anabólicos (Rahimi e colaboradores, 2010).

Na metodologia de treinamento pirâmide crescente, também houve aumento significativo das concentrações sanguíneas de lactato nos momentos 0'pós, 5'pós e 15' pós treinamento ($6,35 \pm 1,88$; $6,95 \pm 3,75$ e $5,47 \pm 3,33$ mmol/L respectivamente) em relação ao momento pré sessão. Protocolos que utilizam quilagens elevadas proporcionam aumentos nas concentrações de lactato sanguíneo após a sessão (Gentil, Oliveira e Bottaro, 2006; Smilios e colaboradores, 2003). A alta demanda de energia pela via glicolítica em um curto espaço de tempo proporciona aumento significativo na produção de lactato (Bertuzzi e colaboradores, 2009).

O intervalo de tempo utilizado no protocolo pirâmide, dois minutos entre séries e exercícios, não foi suficiente para proporcionar um bom tamponamento da acidose gerada pelo protocolo ao final da sessão de treino. A dificuldade de tamponamento do lactato nos momentos 5'pós e 15'pós em ambas metodologias de treinamento refletem o nível de acidose em que os indivíduos se encontravam após o treinamento e o grande estresse fisiológico proporcionado pelos protocolos utilizados no presente estudo.

Na comparação intergrupos, através da análise do valor de delta, mostrou diferença significativa no aumento das concentrações sanguíneas de lactato no protocolo supersérie em relação ao protocolo pirâmide. Esta diferença pode ser explicada pelo grande número de exercícios executados consecutivamente sem intervalo de recuperação no protocolo supersérie. Outros estudos também encontraram valores significativos de lactato quando diminuíram o tempo de intervalo de recuperação (Goto e colaboradores, 2005).

No presente estudo, foi encontrado que protocolos de treinamento com estímulos metabólicos, como a supersérie, proporcionaram maiores índices de concentração de lactato sanguíneo na sessão de treinamento em comparação a um protocolo com estímulo tensional, como a pirâmide crescente.

Não há na literatura comprovações de adaptações funcionais e morfológicas crônicas distintas entre os dois tipos de treinamentos em musculação no aparelho musculoesquelético. O presente estudo sugere

que há uma possível distinção de estresse muscular induzido pelo treinamento, sendo que as adaptações estariam ligados ao mesmo. Estudos sugerem que protocolos de treinamento que aumentam a acido metabólica láctica na fibra muscular proporcionam maiores adaptações morfológicas, como a hipertrofia muscular (Crewther, Kronin e Keogh, 2006; Fry, 2004).

A duração da tensão do exercício sobre os músculos também gera maior acido tecidual (Day e colaboradores, 2004; Takarada e colaboradores, 2000). Portanto, um maior volume de repetições também estaria ligado ao aumento das concentrações de lactato sanguíneo. Esta acido metabólica é um importante componente para ativação de mais unidades motoras durante a contração muscular, além de ser um indutor de inflamação tecidual, componente importante no processo de regeneração e consequente hipertrofia muscular (McCaulley e colaboradores, 2010).

Frequência Cardíaca

No presente estudo, os exercícios utilizados mobilizaram o grupo muscular dos flexores horizontais de ombro, utilizando uma combinação dos exercícios de crucifixo e de supino. A mobilização de grandes grupos musculares e a utilização de exercícios multiarticulares durante o treinamento de musculação proporciona aumento da FC (Assunção e colaboradores, 2007; Day e colaboradores, 2004).

O aumento da FC em ambos os protocolos deve-se a inúmeros fatores. A oclusão de vasos periféricos, aumento das catecolaminas, inibição do tônus do nervo vago, acúmulo de metabólitos da contração muscular e da rota anaeróbia glicolítica de produção de energia são alguns dos fatores que proporcionam aumento da frequência cardíaca durante o treinamento de musculação (Santos e colaboradores, 2008; Hunter, Seelhorst e Snyder, 2003; Romero, Caperuto e Costa Rosa, 2005).

Também, em exercícios de intensidade elevada, ocorrem grandes alterações no comportamento da frequência cardíaca devido à estimulação do sistema nervoso simpático (Polito e Farinatti, 2003). Todas estas respostas fisiológicas podem explicar o aumento significativo da FC em

ambos os protocolos de supersérie e pirâmide utilizados neste estudo.

Na comparação intergrupos, o valor delta apresentou diferença significativa entre os protocolos de treinamento. O maior aumento da FC na supersérie, quando comparado ao método pirâmide, pode estar relacionado com o número de repetições realizadas durante a série. No protocolo supersérie foram realizados quatro exercícios, em sequência, sem intervalo entre eles, e um maior número de repetições totais durante a sessão, quando comparado ao protocolo pirâmide.

O tempo sob tensão é uma variável dependente do volume de treinamento e que relaciona-se ao aumento da FC na musculação. Estes achados são semelhantes a outros estudos que reportaram o aumento da FC em séries com maior número de repetições (Hunter, Seelhorst e Snyder, 2003; Paschoa, Coutinho e Almeida, 2006).

No presente estudo, constatou-se que ambos os protocolos de treinamento proporcionaram grande estresse cardiorrespiratório e metabólico, refletidos nos aumentos da FC e das concentrações de lactato sanguíneo, respectivamente.

CONCLUSÃO

Os protocolos utilizados no presente estudo apresentaram aumentos significativos nos valores de FC e lactato no pós-treinamento. Na comparação dos valores de delta da FC e do lactato, entre as metodologias de treinamento, verificou-se valores maiores do protocolo de supersérie quando comparado ao pirâmide crescente.

Estes resultados demonstram que as respostas metabólicas e cardiorrespiratórias foram maiores na supersérie.

Tais achados sugerem que o método supersérie, enquanto protocolo de estímulo metabólico na musculação, poderia ser mais eficiente nas respostas hipertróficas. Entretanto, seriam necessárias pesquisas comparando respostas enzimáticas e moleculares, de inflamação tecidual aguda e de incidência de microlesões na fibra muscular entre os métodos de musculação.

A realização de estudos que identifiquem adaptações morfológicas crônicas a partir de diferentes métodos de treinamento seja com característica de estímulo tensional

(pirâmide crescente) ou estímulo metabólico (supersérie), auxiliaria na escolha do método para hipertrofia muscular.

REFERÊNCIAS

- 1- Assunção, W.D.; Daltro, M.; Simão, R.; Polito, M.; Monteiro, W. Respostas Cardiovasculares Agudas no Treinamento de Força Conduzido em Exercícios para Grandes e Pequenos Grupamentos Musculares. *Rev Bras Med Esporte*. Vol. 13. p. 118-122. 2007.
- 2- Ahtiainen, J.P.; Pakarinen, A.; Kraemer, W.J.; Häkkinen, K. Acute hormonal and neuromuscular responses and recovery to forced vs maximum repetitions multiple resistance exercise. *Int J Sports Med*. Vol. 24. p. 410-418. 2003.
- 3- Benson, C.; Docherty, D.; Brandenburg, J. Acute neuromuscular response to resistance training performed at different loads. *J Sci Med Sports*. Vol. 9. p. 135-142. 2006.
- 4- Bertuzzi, R.C.M.; Silva, A.E.L.; Abad, C.C.C.; Pires, F.O. Metabolismo do Lactato: uma revisão sobre bioenergética e a fadiga muscular. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*. Vol. 11. p. 226-234. 2009.
- 5- Bottato, M.; Martins, B.; Gentil, P.; Wagner, D. Effects of rest duration between sets of resistance training on acute hormonal responses in trained women. *J Sci Med Sport*, Vol. 12. p. 73-78. 2009.
- 6- Crewther, B.; Cronin, J.; Keogh, J. Possible Stimuli for strength and power adaptation: Acute Metabolic Response. *Sports Med*. Vol. 36. p. 65-78. 2006.
- 7- Day, M.L.; McGuigan, M.; Brice, G.; Foster, C. Monitoring Exercise Intensity during resistance training using the session RPE Scale. *Strength Cond J*. Vol. 18. p. 353-358. 2004.
- 8- Fleck, S.J.; Kraemer, W.J. Fundamentos do treinamento de força muscular. 3ª edição. Artmed. 2006.
- 9- Fry, A.C. The role of resistance exercise intensity on muscle fibre adaptations. *Sports Med*. Vol. 34. p. 663-679. 2004.
- 10- Gentil, P.; Oliveira, E.; Bottaro, M. Time under tension and blood lactate response during four different resistance training methods. *J Physiol Anthropol*. Vol. 25. p. 339-344. 2006.
- 11- Goto, K.; Ishii, N.; Kizuka, T.; Takamatsu, K. The impact of metabolic stress on hormonal responses and muscular adaptations. *Med Sci Sports Exerc*. Vol. 37. p. 955-963. 2005.
- 12- Hunter, G.; Seelhorst, D.; Snyder, S. Comparison of Metabolic and heart rate responses to super slow vs traditional resistance training. *Strength Cond J*. Vol. 17. p. 76-81. 2003.
- 13- Júnior, V.A.R.; Bottaro, M.; Pereira, M.C.C.; Andrade, M.M.; Júnior, P.R.W.; Carmo, J.C. Análise eletromiográfica da pré-ativação muscular induzida por exercício monoarticular. *Rev Bras Fisioter*. Vol. 14. p. 158-165. 2010.
- 14- Mcardle, W.D.; Katch, F.I.; Katch, V.L. Fisiologia do Exercício: Nutrição, Energia e Desempenho. 7ª edição. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan. 2011.
- 15- McCaulley, G.O.; McBride, J.M.; Cormie, P.; Hudson, M.B.; Nuzzo, J.N.; Quindry, J.C.; Triplett, N.T. Acute hormonal and neuromuscular responses to hypertrophy, strength and power type resistance exercise. *Eur J Appl Physiol*. Vol. 105. p. 695-704. 2009.
- 16- Paschoa, D.C.; Coutinho, J.F.C.; Almeida, M.B. Análise da variabilidade da frequência cardíaca no exercício de força. *Rev SOCERJ*. Vol. 19. p. 385-389. 2006.
- 17- Polito, M.D.; Farinatti, P.T.V. Respostas de Frequência Cardíaca, pressão arterial e duplo produto ao exercício contra-resistência: uma revisão da literatura. *Portuguese journal of sport sciences*. Vol. 3. p. 79-91. 2003.
- 18- Polito, M.D.; Simão, R.; Nóbrega, A.C.L.; Farinatti, P.T.V. Pressão arterial, frequência cardíaca e duplo produto em séries sucessivas do exercício de força com diferentes intervalos de recuperação. *Portuguese journal of sport sciences*. Vol. 4. p. 7-15. 2004.

19- Rahimi R, Ghaderi M, Mirzaei B, Faraji H. Acute IGF-1, Cortisol and Creatine Kinase Responses to Very Short Rest Intervals Between Sets During Resistance Exercise to Failure in Men. *World Appl Sci J*. Vol. 8. p. 1287-1293. 2010.

20- Romero, E.G.; Caperuto, E.C.; Costa Rosa, L.F.B.P. Efeito de diferentes métodos de exercícios resistidos sobre o comportamento hemodinâmico. *R bras Ci e Mov*. Vol. 13. p. 43-50. 2005.

21- Santos, E.M.R.; Gomes, T.M.; Junior, R.S.F.; Novaes, J.S. Respostas cardiovasculares agudas em diferentes exercícios de força. *Rev SOCERJ*. Vol. 21, p. 166-172. 2008.

22- Simão, R.; Farinatti, P.T.V.; Polito, M.D.; Maior, A.S.; Fleck, S.J. Influence of exercise order on the number of repetitions performed and perceived exertion during resistance exercises. *Strength Cond J*. Vol. 19. p. 152-156. 2005.

23- Smilios, S.; Pilianidis, T.; Karamouzis, M.; Tokmakidis, S. Hormonal Response after various resistance exercise protocols. *Med Sci Sports Exerc*. Vol. 35. p. 644-645. 2003.

24- Takarada, Y.; Takazawa, H.; Sato, Y.; Takebayashi, S.; Tanaka, Y.; Ishii, N. Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans. *J Appl Physiol*. Vol. 88. p. 2097-2106. 2000.

25- Uchida, M.C.; Aoki, M.S.; Navarro, F.; Tessutti, V.D.; Bacurau, R.F.P. Efeito de diferentes protocolos de treinamento de força sobre os parâmetros morfofuncionais, hormonais e imunológicos. *Rev Bras Med Esporte*. Vol. 12. p. 21-26. 2006.

26- Uchida, M.C.; Charro, M.A.; Bacurau, R.F.P.; Navarro, F.; Pontes Júnior, F.L. *Manual de Musculação*. 5ª edição. Phorte. 2008.

Recebido para publicação 30/05/2012

Aceito em 21/06/2012