



**Universidade
Católica de Brasília**

**Pró-Reitoria Acadêmica Escola de Saúde e Medicina
Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa
Stricto Sensu em Educação Física**

**EFEITOS AGUDOS DO NOVO MÉTODO SARCOPLAMA
STIMULATING TRAINNING VERSUS TREINAMENTO DE
FORÇA TRADICIONAL SOBRE O VOLUME TOTAL DE
TREINAMENTO, LACTATO E ESPESSURA MUSCULAR**

**Autor: Fernando Noronha de Almeida
Orientador: Dr. Jonato Prestes**

**Brasília – DF
2019**

FERNANDO NORONHA DE ALMEIDA

EFEITOS AGUDOS DO NOVO MÉTODO SARCOPLASMA STIMULATING TRAINING VERSUS TREINAMENTO DE FORÇA TRADICIONAL SOBRE O VOLUME TOTAL DE TREINAMENTO, LACTATO E ESPESSURA MUSCULAR

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto-Sensu* em Educação Física da Universidade Católica de Brasília, como requisito parcial para obtenção do título de MESTRADO em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Jonato Prestes

BRASÍLIA/DF
2019

A447e Almeida, Fernando Noronha de.

Efeitos agudos do novo método Sarcoplasma Stimulating Training versus treinamento de força tradicional sobre o volume total de treinamento, lactato e espessura muscular / Fernando Noronha de Almeida – 2019.

48 f. ; il. ; 30 cm

Dissertação (Mestrado) – Universidade Católica de Brasília, 2019.
Orientação: Prof. Dr. Jonato Prestes.

1. Método de treinamento. 2. Espessura muscular. 3. Resposta aguda. I. Prestes, Jonato, orient. II. Título.



Dissertação de autoria de Fernando Noronha de Almeida, intitulada "EFEITOS AGUDOS DO NOVO MÉTODO SARCOPLAMA STIMULATING TRAINNING VERSUS TREINAMENTO DE FORÇA TRADICIONAL SOBRE O VOLUME TOTAL DE TREINAMENTO, LACTATO E ESPESSURA MUSCULAR", apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Educação Física da Universidade Católica de Brasília, em 10 de dezembro de 2019, defendida e aprovada pela banca examinadora abaixo assinada:

Jonato Prestes

Prof. Dr. Jonato Prestes
Orientador
Stricto Sensu em Educação Física – UCB

Ramires Alsamir Tibana

Prof. Dr. Ramires Alsamir Tibana
Stricto Sensu em Educação Física – UCB

Wilson Max Almeida de Moraes

Prof. Dr. Wilson Max Almeida de Moraes
Centro Universitário Estácio de Sá

Prof. Dr. Luis Otávio Teles Assumpção
Stricto Sensu em Educação Física – UCB

Brasília
2019

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por iluminar meus caminhos e me sustentar de glória em glória em todas as minhas necessidades, ajudar me a enxergar além do que minha capacidade humana poderia, sempre acreditar que meus sonhos seriam alcançados, por me livrar de todo engano e principalmente por me mostrar que tudo que conquistei em conhecimento e sabedoria deveria ser usado para motivar, transformar e ajudar pessoas.

Ao meu orientador Jonato Prestes por ter me orientado como se eu fosse um filho, me tratando como um irmão mais velho que nunca tive me ensinando valores e princípios que nas faculdades não ensinam e principalmente me mostrando que nem status e nem conhecimentos fazem de você melhor que ninguém e que isso também não nos impede de receber ajuda.

A minha esposa que sempre esteve ao meu lado me apoiando e motivando em todos os sentidos, por sempre sorrir para mim em todos os momentos e acreditar no meu sucesso e no nosso amor.

A minha família que sempre acreditou no meu potencial e apoiou os meus sonhos, meu pai (Jose Mauricio), minha mãe (Marcia) e minha irmã (Patricia).

Aos professores do Programa de Pós-Graduação da UCB pelos ensinamentos e orientação, agradeço em especial a Guilherme Borges Pereira, Nuno Frade de Sousa, Ramires Alsamir Tibana e Wilson Max Almeida Monteiro de Moraes.

A todos os colegas de mestrado que compartilharam esta minha caminhada como Thiago Trindade, Bruno Magalhães e também a todos os funcionários da UCB que fizeram parte deste processo, aliados importantes dessa batalha.

A minha equipe de trabalho como Dayane Souza, Douglas Farias, Adson, Silvio Sedlmaier e Rossine Barra.

A todas as pessoas, que mesmo indiretamente, foram estímulos suficientes para que eu não desistisse.

Muito obrigado a todos

SUMÁRIO

RESUMO	10
ABSTRACT	11
1. INTRODUÇÃO	12
1.1 OBJETIVOS	15
1.1.1 Geral	15
1.1.2 Específico	15
1.2 HIPÓTESE	15
2. REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 Treinamento de força	16
2.1.2. Variáveis e métodos de treinamento de força	19
3. MATERIAL e MÉTODOS	27
3.1. Sujetos	27
3.2. Teste 10 repetições máximas (RM)	27
3.3. Sessões de exercícios de força	28
3.4. Volume total de treinamento (VTT)	30
3.5. Análise de lactato sanguíneo	31
3.6. Análise da espessura muscular (EM)	31
3.7. Análise estatística	32
4. RESULTADOS	33
4.1. Variáveis de desempenho	33
4.2. Espessura muscular	33
4.3. Lactato sanguíneo	34
5. DISCUSSÃO	35
6. CONCLUSÃO	38
7. PERSPECTIVAS FUTURAS	38
8. REFERÊNCIAS	39
ANEXOS	47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

RM – Uma repetição máxima

TF – Treinamento de Força

VTT – Volume Total de Treinamento

EM – Espessura Muscular

TFT – Grupo de Treinamento de Força Tradicional

SST – Sarcoplama Stimulating Training

SST-CT – Grupo de treinamento de SST com variação no tipo de contração

SST-RIV – Grupo de treinamento de SST com variação no intervalo de descanso

RP – Método de treinamento rest-pause

FMM – Falha Muscular momentânea

TB – Tríceps Braquial

BB – Bíceps Braquial

GM – Glúteo máximo

MLG – Massa livre de gordura

AU – Unidades Arbitrarias

EMG – Eletromiografia

DP – Desvio Padrão

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Média \pm DP da espessura muscular do bíceps braquial (BB) (A) e tríceps braquial (TB) (B) pré e pós sarcoplasma stimulating training (SST) com variação no tipo de contração (SST-CT), SST com variação no intervalo de descanso (SST-RIV), e sessão tradicional de treinamento de força (TFT)..... 33

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Média ± DP do volume total de treinamento (VTT) de flexores de cotovelo e extensores de cotovelo para sarcoplasma stimulating training com variação no tipo de contração de treinamento (SST-CT), SST com variação no intervalo de descanso (SST-RIV) e sessão tradicional de treinamento de Força (TFT).....	32
TABELA 2 - Média ± DP, porcentagem de mudança e tamanho do efeito (ES) do lactato sanguíneo pré e pós sarcoplasma stimulating training com variação no tipo de contração (SST-CT), SST com variação no intervalo de descanso (SST-RIV) e sessão de treinamento de força tradicional (TFT).....	33

DE ALMEIDA F.N. 2019. EFEITOS AGUDOS DO NOVO MÉTODO SARCOPLASMA STIMULATING TRAINING VERSUS TREINAMENTO DE FORÇA TRADICIONAL SOBRE O VOLUME TOTAL DE TREINAMENTO, LACTATO E ESPESSURA MUSCULAR, 2019, Mestrado em Educação Física, Universidade Católica de Brasília, Brasília-DF, 2019.

Introdução: Indivíduos treinados têm dificuldade em alcançar resultados contínuos após anos de treinamento e a manipulação de variáveis no treinamento por meio dos métodos de treinamento de força (TF) avançados é amplamente recomendada para romper platôs.

Objetivo: O objetivo do presente estudo foi comparar os efeitos agudos do TF tradicional (TFT) versus dois tipos de métodos de treino; conhecidos como sarcoplasma stimulating training (SST) sobre o volume total de treinamento (VTT), lactato e espessura muscular (EM).

Métodos: Doze homens treinados ($20,75 \pm 2,3$ anos; $1,76 \pm 0,14$ metros; massa corporal = $79,41 \pm 4,6$ kg; Experiência de TF = $4,1 \pm 1,8$ anos) completaram três protocolos de TF em ordem aleatória: TFT, SST com variação no tipo de contração (SST-CT) e SST com variação no intervalo de descanso (SST-RIV) com 7 dias de intervalo entre as sessões realizadas na rosca direta (flexores de cotovelo) e tríceps na polia (extensores do cotovelo) realizados no mesmo dia.

Resultados: Os grupos de SST apresentaram maior EM de bíceps braquial (BB) e tríceps braquial (TB) versus a sessão TFT, sem diferença nas concentrações de lactato entre eles. O SST-CT resultou em maior EM de bíceps e de TB em relação à sessão SST-RIV. O VTT foi maior para a sessão TFT versus as sessões SST, exceto no caso dos flexores de cotovelo, não foi observada diferença entre TFT e SST-CT, sendo maior para o SST-CT versus o SST-RIV.

Conclusão: Sujeitos treinados podem se beneficiar do uso do método SST visto que o método pode oferecer um estímulo diferente observado pelos resultados de EM e com tempo de treinamento reduzido, mesmo com um menor VTT.

Palavras-chave: método de treinamento, inchaço muscular, volume de treinamento, exercício de força, espessura muscular, sistema de treinamento, resposta aguda.

ABSTRACT

DE ALMEIDA F. N. 2019. ACUTE EFFECTS OF THE NEW METHOD SARCOPLASMA STIMULATING TRAINING VERSUS TRADIOTIONAL RESISTENCE TRAINING ON TOTAL TRAINING VOLUME, LACTATE AND MUSCLE THICKNESS, 2019, Maester degree in Physical Education, Catholic University of Brasilia, Brasilia-DF, 2019.

Background: Trained subjects have difficulty in achieving continued results following years of training, and the manipulation of training variables through advanced resistance training (RT) methods is widely recommended to break through plateaus.

Objective: The purpose of the present study was to compare the acute effects of traditional RT (TRT) versus two types of sarcoplasma stimulating training (SST) methods on total training volume (TTV), lactate, and muscle thickness (MT).

Methods: Twelve trained males (20.75 ± 2.3 years; 1.76 ± 0.14 m; body mass = 79.41 ± 4.6 kg; RT experience = 4.1 ± 1.8 years) completed three RT protocols in a randomly sequenced order: TRT, SST contraction type (SST-CT), or SST rest interval variable (SST-RIV) with 7 days between trials in arm curl (elbow flexors) and triceps pulley extension (elbow extensors) performed on the same day.

Results: The SST groups displayed greater acute biceps and triceps brachii (TB) MT versus the TRT session, with no difference in lactate levels between them. The SST-CT resulted in greater biceps and TB MT versus the SST-RIV session. The TTV was greater for the TRT session versus the SST sessions, except in the case of the elbow flexors (no difference was observed between TRT and SST-CT), and higher for the SST-CT versus the SST-RIV.

Conclusion: Trained subjects may benefit from using the SST method as this method may offer a superior MT stimulus and reduced training time, even with a lower TTV.

Keywords: training method, muscle pump, training volume, resistance exercise, muscle thickness, training system, acute response.

1. INTRODUÇÃO

O treinamento de força (TF) é uma modalidade de exercício popular que resulta em aumento da força (Prestes *et al.*, 2015), potência muscular (Hanson *et al.*, 2009), capacidade funcional, resistência muscular, qualidade de vida e hipertrofia muscular (American College of Sports Medicine, 2009). O princípio do grau de adaptação se aplica ao TF, ao passo que indivíduos treinados têm dificuldade em alcançar resultados contínuos após anos de treinamento (Prestes *et al.*, 2017). Assim, a manipulação das variáveis no treinamento por meio de métodos avançados de TF é amplamente recomendada para romper platôs (Deschenes e Kraemer, 2002). Alguns métodos de TF são projetados para aumentar o tempo sob tensão e o volume total de treinamento (VTT), que são variáveis importantes a serem consideradas em sessões de treinamento destinadas a gerar hipertrofia e estresse metabólico (Schoenfeld *et al.*, 2017). Burd *et al.* (2010) demonstraram que o tempo sob tensão foi uma variável-chave para estimular aumentos na síntese proteica aguda que contribui para mecanismos fisiológicos complexos responsáveis pela hipertrofia muscular. Vale ressaltar que a hipertrofia muscular depende da mudança do equilíbrio protéico muscular para favorecer a síntese sobre a degradação, ou seja, balanço proteico positivo (Schoenfeld, 2013).

Nesse sentido, métodos de treinamento também são usados para aumentar o estresse metabólico (indicadores locais e circulantes, como o lactato) e o tempo sob tensão por meio da manipulação do volume de treinamento, intensidade, intervalos de descanso entre séries e exercícios, tipo de contração muscular e velocidade (Schoenfeld *et al.*, 2017). Além disso, o estresse metabólico induzido pela TF envolve um aumento na hidratação intracelular e o aumento do conteúdo de água das células musculares, o que tem sido sugerido como um importante estímulo para o crescimento muscular em uma condição de maior acúmulo metabólico (Loenneke *et al.*, 2012; Schoenfeld, 2013). Há também uma associação do grau de inchaço muscular (*pump* muscular) agudo com a ativação da integrina, uma proteína de membrana responsável pelo desencadeamento de mecanismos anabólicos intracelulares e a redução de processos catabólicos (degradação proteica), acompanhada de

aumento da síntese proteica muscular (Wackerhage *et al.*, 2019). Durante as primeiras cinco semanas de TF, o aumento da área de secção transversal do vasto lateral foi associado com inchaço muscular induzido pelo edema, medido por imagens de ultrassom, que não aumentou após 10 semanas, apesar do aumento na área de secção transversal do músculo (Damas *et al.*, 2016).

No que se refere ao processo de adaptação, o uso de inúmeros métodos para quebrar este platô durante o decorrer da periodização é muito importante e existem vários métodos que possuem correlação e similaridade com o método sarcoplasma stimulating training (SST) usado no próprio estudo, tais como bi séries, séries gigantes, german volume training (GVT), fascia strenght training 7 (FST-7), rest pause, entre outros.

Não obstante, Marshall *et al.* (2012) compararam o efeito agudo de uma sessão de TF com método *rest-pause* versus sessões de TF tradicionais em indivíduos treinados que completaram três protocolos diferentes para o exercício de agachamento com 80% de uma repetição máxima. Os protocolos consistiram em cinco séries de quatro repetições com intervalos de descanso entre as séries de 3 min; cinco séries de quatro repetições com intervalos de descanso de 20 s; e o método *rest-pause*, com séries subsequentes realizados até a falha e intervalo de descanso entre as séries de 20 s totalizando 20 repetições. Houve maior atividade eletromiográfica muscular sem diferença significativa no comportamento de fadiga durante o *rest-pause* versus os protocolos tradicionais, reforçando a importância dos métodos de TF para a superação dos platôs. Além disso, indivíduos treinados apresentavam maior gasto de energia e consumo de oxigênio por até 22 horas após o método *rest-pause* no *leg press*, supino e puxada frontal em comparação com o TF tradicional (Paoli *et al.*, 2012). Assim, o uso de métodos avançados de TF, como *rest-pause* é uma estratégia interessante para sujeitos treinados, que também podem promover adaptações crônicas (Prestes *et al.*, 2017).

No entanto, a comparação entre métodos de TF avançados é escassa na literatura, especialmente no que diz respeito às abordagens de treinamento mais recentes usadas na prática por fisiculturistas e sujeitos treinados; por exemplo, o método de treinamento *sarcoplasma stimulating training* (SST). O método SST está crescendo em popularidade entre os praticantes de

musculação e envolve diferentes tipos de ações musculares, e também inclui intervalos de descanso muito curtos entre as séries para aumentar o tempo sob tensão. O SST foi originalmente desenvolvido pelo treinador suíço Patrick Tuor para intensificar as sessões de TF em atletas altamente treinados (Prestes et al., 2016). Tuor supôs que atletas altamente treinados alcançariam um ponto no qual os métodos clássicos de TF não seriam mais eficazes devido à alta tolerância ao treinamento; assim, suas células musculares exigiriam um estímulo muito distinto que causasse esgotamento celular e novas adaptações. Resumidamente, a ideia é iniciar uma série com 70-80% de uma repetição máxima até a falha e repetir este procedimento mais duas vezes com intervalos de descanso de 20 segundos. O próximo passo é remover 20% da carga e realizar uma série com 1 s de fase concêntrica e 4 s de fase excêntrica; 20 s depois, 20% da carga é removida novamente, e uma série com 4 s de fase concêntrica e 1 s de fase excêntrica é completada até a falha. O último procedimento é remover 20% da carga e 20 s depois realizar uma ação muscular isométrica até a falha.

Outra variação de SST consiste no uso de 70-80% de carga máxima em uma série até a falha acompanhada por intervalos de descanso variáveis programados entre as séries sem reduzir a carga, um pouco semelhante ao método *rest-pause*, exceto pelo intervalo de descanso variável, como segue: 45, 30, 15, 5, 15, 30 e 45 s, totalizando oito séries. Considerando a escassez de dados científicos sobre os tipos de SST, algumas comparações com abordagens de treinamento tradicionais serão necessárias para melhorar a base teórica de sua aplicação (Prestes et al., 2017). Durante as sessões de SST, a duração do treinamento pode variar amplamente devido ao estresse metabólico (intervalos de descanso curtos), enquanto a ideia principal é manter o músculo sob tensão, mesmo com uma duração de treinamento reduzida (Prestes et al., 2016).

Assim, o objetivo do presente estudo foi comparar os efeitos agudos de TF tradicional versus dois tipos de SST sobre o VTT, lactato e espessura muscular (EM). Nossa hipótese era de que o método SST resultaria em maior EM aguda, concentrações de lactato e menor VTT em comparação ao TF tradicional, baseado no estresse local prolongado e alta fadiga induzida por este método.

1.1. OBJETIVOS

1.2.1 Geral

Comparar os efeitos agudos de TF tradicional (TFT) versus dois tipos de sarcoplasma stimulating training (SST) sobre o volume total de treino, lactato e espessura muscular.

1.2.2 Específicos

Comparar os efeitos agudos entre os métodos SST com variação nos tipos de contração (SST-CT) e intervalo de descanso (SST-RIV) sobre o volume total de treinamento (VTT), lactato e espessura muscular.

1.2. HIPÓTESES

H_0 – Os métodos sarcoplasma stimulating training (SST) resultariam em maior EM aguda, concentrações de lactato e menor VTT quando comparado ao TF tradicional.

H_1 - O método SST-CT gera maior EM aguda, maior concentrações de lactato e maior VTT quando comparado ao método de treinamento SST-RIV.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Treinamento de força

O TF é um recurso indicado para indivíduos que buscam adaptações musculares, seja com o objetivo de aprimorar a performance atlética ou a perspectiva de obter uma melhor condição de saúde (Schoenfeld e Grgic 2017). Aumentos significativos de força e hipertrofia muscular, além de alterações relevantes na composição corporal são alcançados com a prática regular da modalidade por homens e mulheres de diversas idades (Prestes *et al.* 2015; Schoenfeld, Peterson, *et al.* 2015; Kraemer *et al.* 2009).

A musculatura esquelética apresenta um alto nível de plasticidade diante de estímulos agudos e crônicos. O tecido muscular responde a sobrecargas funcionais – a exemplo do TF – com o aumento da sua área de secção transversal (Schoenfeld 2013; Kumar *et al.* 2009). Além do dano muscular, há dois outros fatores relacionados ao TF são propostos como mediadores das adaptações hipertróficas: a tensão mecânica e o estresse metabólico (Schoenfeld 2013a). É possível especular que, uma vez alcançado um determinado nível de tensão mecânica, o estresse metabólico assume uma condição ainda mais relevante na otimização das respostas hipertróficas. Portanto, há uma razão justificável para sugerir que protocolos de alto volume possam resultar no aumento da hipertrofia. (Schoenfeld *et al.* 2017).

No TF, a utilização de intensidades superiores a 70% de uma repetição máxima (1 RM) é indicada para a obtenção de hipertrofia muscular, especialmente em iniciantes (ACSM, 2009). No entanto, o emprego prolongado deste recurso pode aumentar o risco de estagnação dos resultados ou de sobretreinamento (Williams *et al.* 2017). É possível que protocolos de TF promovam adaptações musculares significativamente diferentes, não somente em razão do aumento ou redução da carga utilizada (Schoenfeld *et al.* 2016; Radaelli *et al.* 2015; Lasevicius *et al.* 2018; Morton *et al.* 2017), mas também quando outras variáveis metodológicas são manipuladas; a exemplo do

intervalo de repouso entre as séries (Tibana *et al.* 2012; Grgic *et al.* 2017); da amplitude do movimento (Goto *et al.* 2017); da velocidade de execução (Davies *et al.* 2017; Schoenfeld *et al.* 2015), ou da ênfase atribuída às fases de ação excêntrica e concêntrica (Franchi *et al.* 2014; Kelly *et al.* 2015; Vikne *et al.* 2006). A alteração de qualquer variável pode ainda interferir no volume total de treinamento (Figueiredo *et al.* 2017).

Para uma comparação direta entre protocolos de treinamento, realizados com diferentes combinações de variáveis, é necessário garantir que níveis máximos de volume total de treinamento sejam alcançados em cada uma das intervenções, de forma a maximizar as condições de adaptação muscular, haja vista a relação dose-resposta existente entre volume e hipertrofia (Schoenfeld *et al.* 2017; Figueiredo *et al.* 2017). A própria obtenção da falha muscular momentânea (FMM) e o tempo que um grupo muscular permanece sob tensão durante o exercício poderá interferir diretamente nos ganhos de força e hipertrofia (Nóbrega e Libardi 2016; Burd *et al.* 2012).

Considerando a possível relação entre o acúmulo de lactato sanguíneo e/ou prótons e a hipertrofia muscular, alguns autores tentaram elucidar esta via metabólica da hipertrofia fazendo correlação com as concentrações séricas de testosterona e GH. Desta forma, um aumento na concentração de lactato sanguíneo e/ou prótons resultante da realização de uma sessão de treinamento pode ter influência indireta no processo hipertrófico por meio da ação anabólica destes hormônios.

Em relação às repostas agudas na concentração de testosterona induzidas pelo TF os resultados ainda são controversos. Alguns estudos relatam uma diminuição na concentração de testosterona (BAMMAN *et al.* 2001; BOSCO *et al.* 2000, apud GENTIL, 2005), outros relatam um aumento (GOTSHALK *et al.* 1997; KRAEMER *et al.* 1999; GENTIL, 2005) e alguns não encontraram diferenças significativas entre as concentrações de testosterona pré e pós-exercício (BOSCO *et al.* 2000; SMILIOS *et al.* 2003, e GENTIL, 2005). Foi reportado que a concentração de testosterona pode aumentar a partir de treinos físicos de alta intensidade, incluindo os metabólicos, pois o acúmulo de lactato pode estimular a secreção de testosterona (LIN *et al.* 2001, GENTIL, 2005). Em termos crônicos, as alterações significativas nas concentrações de

testosterona em função do treino de força são muito limitadas (KRAEMER *et al.* 1995; KRAEMER *et al.* 1999; OSTEBERG *et al.* 1997), apesar de (STARON *et al.* 1994, e GENTIL, 2005) relatarem o contrário.

Em relação à liberação do GH, no estudo de Kraemer *et al.* (1990) foram analisados diferentes protocolos de treinamento configurados para hipertrofia (10RM, 1 minuto de pausa entre as séries) e força (5RM, 3 minutos de pausa entre as séries), foi encontrada uma concentração plasmática de GH 100 vezes maior e aumento do exponencial de lactato em relação ao repouso quando o protocolo de treinamento para hipertrofia foi realizado. Especula-se então que o acúmulo local de subprodutos metabólicos estimule a secreção hipofisária de GH.

Corroborando esse estudo, Takarada *et al.* (2000b) verificaram que o aumento da concentração plasmática do GH durante um exercício com oclusão vascular foi maior do que o aumento resultante da execução desse mesmo exercício porém sem oclusão vascular. O pico da concentração de LA foi duas vezes maior após o exercício com oclusão quando comparado como exercício sem oclusão. Ainda, a concentração de LA atingiu o pico imediatamente após o exercício, enquanto a de GH atingiu o pico 15 minutos após a realização do exercício.

Devido a isso, os autores sugeriram que o ambiente ácido intramuscular pode estimular a atividade nervosa simpática por meio dos quimiorreceptores (vias aferentes III e IV), já que as vias aferentes musculares têm sido citadas como importantes para a secreção pituitária de GH (GOSSELINK *et al.*, 1998). Sendo assim, Takarada *et al.* (2000), sugerem que mecanismos similares, envolvendo vias aferentes, atuem durante o exercício com oclusão vascular já que as mudanças na concentração de GH são aparentemente concomitantes com as mudanças na concentração de LA sanguíneo.

2.2 Variáveis e métodos de Treinamento de Força

A manipulação das variáveis do Treinamento de Força (TF) tem sido amplamente utilizada para atingir os diferentes objetivos de treinamento, como hipertrofia muscular, força máxima, potência e resistência muscular localizada (ASSUMPCAO *et al* 2013; KRAEMER *et al* 2002, OPDENACKER *et al* 2009). Além disso, os métodos de TF que combinam a manipulação de intervalos de descanso entre séries e o tempo sob tensão podem ser importantes para a contínua adaptação da força muscular e da hipertrofia em indivíduos treinados (GOTO *et al* 2004; MARSHALL *et al.* 2012, OPEDENACKER *et al.* 2009).

Diversos métodos de TF usando uma combinação carga, um maior volume total de treinamento e volume em um menor tempo de treino têm sido utilizados como estratégias alternativas na busca pelo aumento da força e da hipertrofia muscular (SCHOENFELD *et al* 2011). Modelos de treino como os denominados: German Volume Training (GVT), bi set, cluster set, drop set, rest-pause e SST possuem em comum a proposta de reunir uma combinação ótima de varáveis metodológicas do TF para potencializar as adaptações musculares (Prestes *et al.* 2017). No entanto, a utilidade e a eficácia dessas técnicas na promoção da hipertrofia muscular, bem como as suas possíveis aplicações em programas de TF ainda demandam maiores esclarecimentos..

A literatura apresenta diversos estudos que correlacionam o volume de treino total com a hipertrofia, incluindo 2 meta-análises, que sugerem uma relação de dose-resposta para o número de séries por grupamento e sua influência na hipertrofia (Figueiredo *et al.* 2018). Apesar de se especular sobre um limite ótimo para o número de séries, no qual se atingiria um platô nos ganhos hipertróficos, a literatura apresenta uma relação de dose-resposta positiva para volumes de até 45 séries semanais por grupamento em indivíduos treinados, pelo menos quando falamos de quadríceps (Schoenfeld *et al.* 2019). Brigatto *et al.*(2019) compararam os efeitos da realização de 16 x 24 x 32 séries semanais na força (1RM supino e agachamento) e hipertrofia (espessuras musculares bíceps, tríceps e vasto lateral). Os resultados desse estudo sugerem maiores ganhos para o grupo que realizou 32 séries semanais em

relação aos demais grupos no quesito força no agachamento, assim como para o quesito relacionado às espessuras musculares do vasto lateral e tríceps braquial.

Hiromo et al (2019) mostraram em seu estudo que TF com períodos de descanso menores que 60s pode resultar em inchaço muscular induzido pelo exercício em menos series. Isto foi realizado treinando 42 homens em 3 grupos com intervalos de descanso diferentes (20s, 60s e 180s), num protocolo de treino contendo 12 séries de 10 repetições de TF com 30% de uma repetição máxima nos músculos extensores do joelho. Foi avaliada a espessura muscular (EM) do vasto lateral usando a ultrassonografia como um indicador de edema muscular a cada 3 séries. A EM aumentou significativamente após três séries de TF nos grupos de 20s e 60s, mas somente após 12 séries no grupo com intervalo de 180s descanso. Assim este estudo demonstra que houve uma correlação o princípios do método SST que preconiza intervalos curtos de tempo para maior inchaço muscular.



Figura 1 . Figura que descreve os principais métodos com intervalos curtos de descansos como Giant Set, tri set, Fascia Stretch Training (FST-7), German

Volume Training (GVT), drop set , método 3/7 set, rest pause, cluster set, sst, strip set, super set e Bi set

O treinamento FST-7 foi criado pelo treinador “Hanny Rambod” e consiste executar no final do treinamento de certo grupamento muscular um volume de 7 séries de 8 a 12 repetições em um exercício isolado, com alongamento entre as séries como repouso ativo de 30 segundos de duração. Marin et al,(2019) com objetivos de comparar a resposta hormonal e metabólica aguda após um treinamento de força com e sem alongamentos entre as series. Foram divididos 13 homens treinados em dois grupo, os quais foram submetidos ao mesmo treinamento que consistiu em 6 series de supino reto até a falha a 80% de 8RM com 1 minuto de descanso. O grupo (TRT) teve seu descanso passivo, enquanto o outro grupo (TRS) foi submetido a uma posição de alongamento do músculo peitoral. Mostrando que este método promoveu aumento de lactato e leucócitos mostrando um aumento da resposta aguda durante as sessões de TF, sugerindo assim um excelente método intensificador nos treinos para treinados.

Amirthalingam et al. (2016) concluíram que um programa de treino denominado “GVT modificado” não foi mais eficaz do que realizar cinco séries por exercício para hipertrofia e força muscular. No estudo, 19 homens treinados foram divididos em dois grupos, e submetidos a um programa de TF, com seis semanas de duração. Os grupos seguiram a mesma “rotina segmentada” de treinamento – cinco exercícios por sessão – enquanto que, somente nos dois primeiros exercícios de cada sessão, um dos grupos, (denominado 10-SETS), executava 10 séries de 10 repetições e, o outro (5-SETS), realizava as cinco séries de 10 repetições. Houve um aumento significativo nas medidas de massa corporal magra, sendo mais expressivo para o grupo 5-SETS no tronco e no braço. Não foram encontrados aumentos significativos para massa corporal magra e espessura muscular de membros inferiores em qualquer dos grupos. Incrementos significativos de força muscular foram encontrados entre os grupos, com maiores aumentos no grupo 5-SET para supino horizontal e puxada na polia alta. Em uma leitura mais minuciosa do estudo percebe-se que

o protocolo chamado de GVT não reflete a ideia original do método, ao passo que os autores utilizaram descansos de 1 minuto entre as séries e o método original prevê 20-30 s com as primeiras séries não sendo realizadas até falha. Aparentemente, esse parece ser um dos maiores desafios da literatura científica, ou seja, aplicar protocolos que realmente refletem a prática de fisiculturistas e sujeitos altamente treinados, do contrário as conclusões podem gerar equívocos.

Outro método utilizado como intensificador no treinamento de força é o método 3/7 set que consiste em executar 5 séries com 15 segundos de intervalos com a carga 70% 1RM, no qual a primeira série seria 3 repetições, a segunda série de 4 repetições submáximas, a terceira série de 5 submáximas, a quarta série de 6 repetições e a quinta e última série de 7 submáximas. Penzer et al 2017 compararam este método com o método de treinamento tradicional de força (TFT) que utiliza 8 séries de 6 repetições, mostrando que o método produziu uma maior atividade muscular e déficit de oxigênio tecidual e Strainger et al (2019) fazendo a mesma comparação mostram que também o método promoveu maior força e hipertrofia muscular.

Strip set e Drop set são métodos utilizados por atletas que buscam hipertrofia muscular e tem sua característica por constituir séries intercaladas com intervalos reduzidos e ou sem intervalos, onde o método sugere utilizar 1 série com carga maior até a falha, após o termo reduzir a carga entre 15-20% e realizar uma próxima serie até a falha, podendo fazer mais retiradas e mais séries. A diferença entre ambos seria que o Strip set teriam as remoções sucessivas da carga até que fique sem peso. Fink et al. (2018) procuraram avaliar em seu estudo se o Drop Set (DS) seria superior quanto aos ganhos de hipertrofia muscular em comparação ao Treino Força Tradicional (NS), com o volume total de treinamento também igualado. Foram usados 12 indivíduos não treinados onde os grupo foram submetidos a um TF de tríceps braquial, com a frequência de 2 vezes por semana por 6 semanas consecutivas usando um único exercício (tríceps no polia) . O grupo NS realizou 3 séries de 12 repetições máximas (até a falha) e o grupo DS executou uma única série de 12RM, reduzindo a carga em 20% a cada vez que se alcançasse a falha, por 3 vezes consecutivas. O estudo teve os seguintes achados como um maior

acúmulo de indicadores de estresse metabólico, uma maior frequência cardíaca e uma maior percepção subjetiva do esforço no grupo DS.

As séries conjugadas são métodos bem conhecidos e aplicados nos treinos para quem pratica musculação e fisiculturismo, este método se baseia em executar dois exercícios um após o outro sem intervalo prévio podendo ser para músculos antagônicos conhecido por Super Set ou para o mesmo músculo sendo denominado Bi Set e quando são executados 3 exercícios conjugados chama se Tri Set ou quando são mais de 3 exercícios combinados denomina se Giant set. Weakley et al (2017) fizeram um estudo com 14 homens treinados com objetivos de investigar os efeitos agudos de 3 métodos de treinamento de força: tradicionais (TFT), do super set (SS) e tri-set (TS) sobre percepções de intensidade e respostas fisiológicas. Foram treinados Quatorze participantes do sexo masculino em três protocolos de treinamento de força (TFT, SS e TS) em um design de cruzamento aleatório. Foram analisados a percepção de esforço, a concentração de lactato, concentração de creatina quinase (CK), testosterona e cortisol foram medidos antes, imediatamente e 24 horas após as sessões de treinamento. Os resultados mostraram que o método tri set resultou em maior percepção de esforço, embora a carga percebida na sessão era provavelmente mais baixa. Nos métodos de super set e tri-set tiveram as maiores respostas de lactato imediatamente após o treino e um aumento CK maior nas 24 h em relação ao TFT.

O método rest-pause se baseia em iniciar com uma série máxima com 70-80% de uma repetição máxima até a falha e repetir este procedimento mais duas vezes com intervalos de descanso de 20 segundos até conseguir o máximo de repetições e o método cluster set é similar ao rest pause baseando-se também em execuções de séries com intervalos curtos entre as séries, diferenciando-se por apresentar séries sub máximas e pausas dentro das séries. Prestes et al. (2017) dividiram 18 sujeitos – 14 homens e 4 mulheres – em dois grupos: rest-pause e tradicional. Durante seis semanas de treinamento – quatro sessões semanais – todos os sujeitos foram submetidos à mesma sequência de exercícios. Força, resistência muscular localizada, hipertrofia muscular e composição corporal foram avaliadas antes e após o programa de treinamento. O método rest-pause foi mais eficaz, em relação ao treinamento tradicional

para ganhos de resistência muscular localizada e hipertrofia da musculatura da coxa. Segundo os Autores, estes achados estão relacionados ao elevado estresse metabólico e à ênfase no sistema energético glicolítico promovidos pelo rest-pause.

No estudo de Korak et al. (2017) um maior volume total de treinamento foi observado para um grupo de 10 sujeitos submetidos a quatro semanas de TF com o método rest-pause, comparado a outro grupo que, pelo mesmo período, realizou um modelo tradicional de treinamento. Ambos os grupos seguiram a mesma rotina de treinamento – 4 séries até a fadiga, com 80% de 1RM, intervalo de 2 minutos entre as séries no exercício supino reto. O grupo submetido ao protocolo rest-pause realizava uma pausa de 4 segundos entre cada repetição. Os autores não encontraram diferença significativa entre os grupos para a atividade eletromiográfica do músculo peitoral maior tampouco para força máxima (1RM), avaliados pré e pós-treinamento

O estresse metabólico do treinamento rest-pause e a ênfase relativa nos sistemas de energia fosfagênica e glicolítica podem ser diferentes do treinamento tradicional de múltiplas séries. Por exemplo, com o protocolo de rets-pause neste estudo, uma série inicial de repetições máximas foi realizada com 80% de 1RM para um determinado levantamento; isso foi seguido por séries subsequentes realizadas em intervalos de 20 segundos até um total de 18 repetições. A série inicial de 80% de 1RM até a falha muscular envolveria aproximadamente 8 a 12 repetições (SHIMANO *et al* 2006) e enfatizaria os sistemas fosfagênio e glicolítico para atender à demanda de energia. Como os níveis de fosfocreatina no músculo podem se regenerar relativamente rápido (STULL *et al* 1971), o intervalo de 20 segundos após uma série inicial teria permitido a ressíntese parcial de fosfocreatina para contribuir com o desempenho de repetições adicionais ao longo de uma série de rest-pause. Essas repetições adicionais (até um total de 18) também aumentariam o grau de estresse metabólico (induzido a partir da série inicial) e estimulariam a expressão de características hipertróficas e de resistência muscular localizada nos músculos da parte inferior do corpo (SCHOENFELD *et al* 2015). Essa hipótese requer mais estudos.

A resistência muscular reflete a capacidade de produzir continuamente ações musculares (OPDENACKER et al 2009). No estudo de Prestes *et al* (2017), a abordagem de rest-pause exigiu que os sujeitos descansassem apenas 20 s entre as séries seguintes (após a série inicial), isso pode ter provocado adaptações nos músculos para permitir maior desempenho das ações submáximas. No entanto, é importante repetir que a diferença foi significativa apenas para a musculatura da parte inferior do corpo durante o exercício de leg press. Por que o mesmo achado não foi evidenciado na musculatura da parte superior do corpo não pode ser determinado a partir dessa metodologia, mas pode ter sido devido ao treinamento com repetições mais altas por série para os exercícios da parte inferior do corpo vs. exercícios na parte superior do corpo, embora com a mesma porcentagem de 1RM (SHIMANO *et al* 2006).

Também é plausível que adaptações nos músculos da parte inferior do corpo para permitir mais repetições no leg press possam ter envolvido maior capacidade de tamponamento intramuscular para retardar a acidose metabólica (ROGERGS *et al* 2004). O método tradicional de várias séries permitiu um descanso de 2 minutos e permitiu uma recuperação mais completa entre as séries. Portanto, parece que o desenvolvimento de resistência muscular nos músculos da parte inferior do corpo, executando a próxima série antes da recuperação completa é especialmente importante.

Outra possibilidade intrigante para induzir adaptações musculares na parte inferior do corpo foi demonstrada em um estudo realizado por Goto *et al.* 2005, que envolveu 26 homens recreacionalmente treinados, divididos em 3 grupos; um grupo "sem descanso"; um grupo "descanso dentro da série "; e um grupo de controle que não treinou. Ambos os grupos de treinamento realizaram dois treinos por semana durante 12 semanas usando os seguintes exercícios: puxador frontal, desenvolvimento de ombro e a extensão dos joelhos. Antes e após o período de treinamento, foram medidos a área de secção transversal (AST) da coxa por meio de ressonância magnética; e repetições no desenvolvimento de ombro e na extensão de joelho a 70% de 1RM. O grupo

"sem descanso" realizou de 3 a 5 séries de cada exercício, com uma carga de 10RM por 10 repetições por série e com 1 minuto de descanso entre as séries. Por outro lado, o grupo "descanso dentro da série" instituiu uma pausa de 30 segundos entre a quinta e a sexta repetição de cada série, para limitar o desenvolvimento da fadiga. Os resultados mostraram o seguinte: ganho significativamente maior na extensão de joelho de 1RM para o grupo "sem descanso" vs. o grupo "descanso dentro" (66 vs. 39% de ganho); ganho significativamente maior na AST da coxa para o grupo "sem descanso" vs. o grupo "descanso dentro" (13 vs. 4% de ganho); e ganho significativamente maior na resistência muscular na extensão do joelho para o grupo "sem descanso" vs. o grupo "descanso dentro" (42 vs. 8% de ganho). Esses resultados sugerem que a criação de maior fadiga por meio de múltiplos conjuntos de repetições e intervalos curtos de descanso entre os conjuntos pode ser crítica para otimizar a força, adaptações de resistência e hipertrofia nos músculos da parte inferior do corpo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1. SUJEITOS

Doze homens treinados ($20,75 \pm 2,3$ anos; $1,76 \pm 0,14$ m; massa corporal = $79,41 \pm 4,6$ kg; experiência de TF = $4,1 \pm 1,8$ anos; frequência = $4,5 \pm 0,7$ sessão · semana-1) se voluntariaram para participar deste estudo. O tamanho da amostra foi justificado pela análise de poder de amostra a priori baseada em um estudo piloto em que a EM do bíceps braquial (BB) foi avaliada como a medida de desfecho com um grande tamanho de efeito de 0,40 (usando ANCOVA, efeitos principais e interação), um nível alfa de 0,05 e uma potência ($1-\beta$) de 0,80. O tamanho da amostra foi determinado usando G * Power versão 3.1.3 (Faul *et al.*, 2007). Como critérios de inclusão, os sujeitos deveriam estar regularmente realizando todos os exercícios utilizados na intervenção de treinamento com uma frequência mínima de uma vez por semana antes de entrar no estudo, e deveriam realizar TF um mínimo de 3 dias / semana por pelo menos 1 ano no treinamento. A experiência de TF foi de 2 a 8 anos. Indivíduos com quaisquer distúrbios musculoesqueléticos existentes, histórico de lesão com sintomas residuais (dor, sensação de desconforto) no tronco, membros superiores e inferiores no último ano, e indivíduos que estavam tomando esteróides anabolizantes ou quaisquer outros agentes farmacológicos ilegais conhecidos por aumentar o tamanho do músculo no momento da seleção e durante o ano anterior foram excluídos. Este estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da universidade (protocolo 1.792.429); todos os sujeitos leram e assinaram um documento de consentimento informado.

3.2. TESTE DE 10 REPETIÇÕES MÁXIMAS (RM)

Os testes de 10RM foram realizados para determinar a carga de treinamento exata para a rosca direta (flexores do cotovelo) e extensores de tríceps na polia (extensores do cotovelo). Durante a flexão do braço, os indivíduos foram

aconselhados a começar com os cotovelos totalmente estendidos e flexionar os cotovelos o máximo possível. Para a extensão da polia tríceps, os cotovelos foram posicionados em um ângulo de 90 ° e os sujeitos foram solicitados a estender completamente os cotovelos. Dez minutos foram permitidos entre os testes para evitar a fadiga. Os testes seguiram os seguintes procedimentos: aquecimento em cada exercício com 5-10 repetições submáximas usando uma carga leve (60% dos 10RM estimados); 1 min de descanso e acréscimos de carga de 5 a 10% até que a 10RM fosse encontrada dentro de 3 a 5 tentativas, usando intervalos de descanso de 3 a 5 minutos; os sujeitos foram instruídos a levantar e abaixar a carga a uma velocidade controlada, aproximadamente 2 s para cada fase do movimento; 10 repetições foram registradas, com a carga máxima determinada pela última série bem sucedida de repetições. Os indivíduos eram familiarizados com ambos os exercícios em suas rotinas de treinamento, e instruções padronizadas foram fornecidas. Incentivo verbal consistente foi fornecido durante os procedimentos de teste para todos os participantes. Todas as sessões de testes e treinamento foram agendadas 7:00 p.m. em temperatura ambiente controlada.

3.3. SESSÕES DE EXERCÍCIOS DE FORÇA

Os indivíduos completaram três protocolos de TF em uma ordem seqüenciada aleatoriamente: treinamento de força tradicional (TFT), sarcoplasma stimulating training com variação no tipo de contração de treinamento (SST-CT) e SST com variação no intervalo de descanso (SST-RIV), com sete dias entre ensaios. Além disso, eles foram aconselhados a abster-se de qualquer tipo de treinamento físico regular nos dias entre as sessões de teste. Os exercícios escolhidos foram à rosca direta (flexão dos cotovelos) e a extensão de tríceps na polia (extensores do cotovelo) realizados no mesmo dia. Dez minutos de descanso foram permitidos após o exercício de flexão do braço em pé antes de iniciar o exercício de extensão de tríceps na polia. A sessão de TFT foi composta por oito séries até a falha (incapacidade de completar uma repetição concêntrica completa com técnica de movimento padronizada) com

uma carga de 10RM e com 1 min de descanso entre elas. A sessão SST-CT foi a seguinte: uma série inicial com uma carga de 10RM até a falha, seguido por mais duas séries com intervalos de descanso de 20 s, mantendo a carga. Depois disso, 20% da carga foi removida, e os sujeitos executaram outra série com repetições que consistiam de uma fase concêntrica de 1 s e uma fase excêntrica de 4 s até a falha; após 20 s, 20% da carga foi novamente removido, e uma série adicional foi realizada, consistindo de repetições com uma fase concêntrica de 4 s e uma fase excêntrica de 1 s até a falha. Finalmente, para a última série, 20 s depois, mais 20% da carga foi retirada e uma ação muscular isométrica (estática a 90° de flexão do cotovelo) foi mantida até a falha, totalizando seis séries. O SST-RIV consistiu de uma série inicial com 10RM de carga até a falha seguido por intervalos de descanso variáveis programados entre as séries até a falha sem redução de carga: 45, 30, 15, 5, 15, 30 e 45 s, totalizando oito séries.

Protocolo 1 : TFT

Treinamento de Força Tradicional

8 séries x 10 rpt máximas

Intervalo de tempo = **1 min**



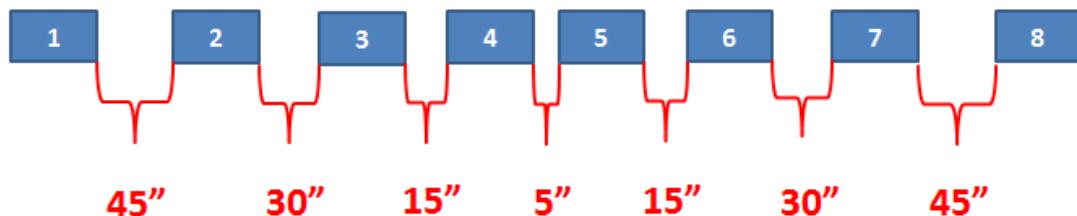
Protocolo 2 : SST-CT

SST com variação no TIPO de Contração



Protocolo 3 : SST-RIV

SST com Variação no Intervalo de Descanso



3.4. VOLUME TOTAL DE TREINAMENTO (VTT)

O volume total de treinamento em unidades arbitrárias (U.A.) para a rosca direta (flexores de cotovelo) e extensão de tríceps na polia (extensores de cotovelo) foi calculado multiplicando-se o número total de séries, o número total de repetições e a carga utilizada (kg) (American College of Sports Medicine, 2009).

3.5. ANÁLISES DE LACTATO SANGUÍNEO

Todas as amostras foram obtidas enquanto os sujeitos estavam sentados. O dedo indicador direito foi limpado com álcool antes de cada coleta de sangue; a primeira gota de sangue foi descartada para evitar a contaminação da amostra. Amostras de sangue de 25 µL foram coletadas em tubos capilares heparinizados e transferidas para microtubos contendo 50 µL de fluoreto de sódio a 1%. Todas as amostras foram coletadas nos seguintes momentos: pré-teste, imediatamente após, 5 minutos e 10 minutos após cada protocolo. A concentração de lactato foi analisada por um método eletroenzimático com um analisador de lactato (YSI 2300 Stat Analyzer; Yellow Springs Instruments, Yellow Springs, OH, Estados Unidos) previamente calibrado, com resultados expressos em mmol/l. Destaca-se o fato de que os valores de pós imediatamente, 5 min e 10 min pós não foram estatisticamente diferentes, e eles foram apresentados coletivamente apenas como pós-treino. Os valores também foram analisados em duplicata.

3.6. ANÁLISE DA ESPESSURA MUSCULAR (EM)

A ultrassonografia foi usada para obter medidas de EM e foi realizada por um técnico treinado usando uma unidade de ultrassonografia A-mode (Bodymetrix Pro System; Intelametrix Inc., Livermore, CA, Estados Unidos). Após a aplicação de um gel de transmissão solúvel em água (Mercur S.A. - Body Care, Santa Cruz do Sul, Brasil) no local de medição, uma sonda linear de 2,5 MHz foi posicionada perpendicularmente à interface tecidual, sem deprimir a pele. As configurações do equipamento foram otimizadas para obter imagens de melhor qualidade de acordo com o manual do usuário do fabricante e foram mantidas em uma constante em todas as sessões de teste. Quando a qualidade da imagem foi considerada satisfatória, a imagem foi salva no disco rígido e as dimensões da EM foram determinadas medindo-se a distância da interface tecido adiposo-músculo subcutâneo até a interface músculo-osso. As

medidas foram tomadas no lado direito do corpo para o tríceps braquial (TB) e bíceps braquial (BB). As medidas do braço foram realizadas enquanto os participantes estavam em pé.

Para o braço anterior e posterior, foram realizadas medidas a 60% distal entre o epicôndilo lateral do úmero e o processo acrômio da escápula. Para cada medição, o membro examinado foi mantido constante na mesma posição para evitar o movimento. Para manter a consistência entre os testes pré e pós-intervenção, cada local foi marcado com tinta de hena. Para garantir ainda mais a precisão das medições, pelo menos três imagens foram obtidas para cada local. Se as medições estivessem a 1 mm uma da outra, os valores foram calculados para obter um valor final. Se as medidas fossem mais de 1 mm uma da outra, uma quarta imagem era obtida e as três medidas mais próximas eram calculadas. O coeficiente de correlação intraclass teste-reteste para TB e BB foi de 0,998 e 0,996, respectivamente, enquanto o coeficiente de variação foi de 0,6 e 0,4%, respectivamente. O erro padrão da média para essas medidas foi de 0,42 e 0,29 mm, respectivamente.

3.7. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram expressos como valores de média e desvio padrão (DP). O teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para verificar a distribuição das variáveis do estudo. A ANCOVA foi usada para determinar o efeito de três diferentes sistemas de treinamento sobre a EM pós-intervenção e concentração de lactato sanguíneo após o controle das variáveis pré-intervenção. A análise de medidas repetidas unidireccionais ANOVA também foi usada para determinar diferenças entre as intervenções para o VTT. O teste post hoc de Tukey com a correção de Bonferroni foi aplicado em caso de significância. O cálculo do tamanho de efeito (ES = diferença entre a pré e a pós-intervenção pelo SD agrupado) foi utilizado para avaliar a magnitude do efeito de treinamento. O nível de significância foi $p \leq 0,05$ e o software SPSS versão 20.0 (Somers, NY, Estados Unidos) foi utilizado.

4 RESULTADOS

4.1. VARIÁVEIS DE DESEMPENHO

Houve uma diferença significativa no VTT entre as intervenções [$F(1,16) = 20,87$, $p = 0,002$ para os flexores de cotovelo e [$F(1,16) = 15,98$, $p = 0,004$] para os extensores de cotovelo. O VTT dos flexores do cotovelo não foi diferente durante o SST-CT ($p = 1,000$) comparado ao TFT, enquanto que o VTT durante o SST-RIV foi significativamente menor do que o SST-CT ($p = 0,001$) e TFT ($p = 0,003$; Tabela 1). O VTT dos extensores de cotovelo durante o TRT foi significativamente maior que o SST-CT ($p = 0,023$) e o SST-RIV ($p = 0,007$) e maior no SST-CT ($p = 0,024$) comparado ao SST-RIV.

Tabela 1. Média \pm DP da carga de treinamento dos flexores de cotovelo e dos extensores de cotovelo para a sessões *sarcoplasm stimulating training* (SST), *rest-pause* e treinamento de força tradicional

	Flexores de cotovelo	Extensores de cotovelo
SST-CT	1444 ± 397	1957 ± 737
SST-RIV	$789 \pm 237^*$	$1035 \pm 298^*$
Tradicional	$1531 \pm 447^\dagger$	$2476 \pm 1002^{*\dagger}$

* $p \leq 0,005$ para SST; $^\dagger p \leq 0,005$ para SST-RIV

4.2. ESPESSURA MUSCULAR (EM)

A EM do braço pré e pós SST-CT, SST-RIV e TFT é apresentada na Figura 1. Após o ajuste para EM pré-intervenção, houve uma diferença significativa na EM pós-intervenção entre as sessões [$F(2, 26) = 51,41$, $p < 0,0005$ para BB e $F(2, 26) = 91,43$, $p < 0,0005$ para TB]. A EM apresentou aumento significativo ($p \leq 0,05$) após cada intervenção da seguinte forma: (SST-TC: $10,0 \pm 1,3$ mm para o BB e $10,9 \pm 1,3$ mm para a TB; SST-RIV: $6,5 \pm 0,7$ mm para o BB e $6,7 \pm 0,7$ mm para TB, TFT: $5,1 \pm 1,3$ mm para BB e $5,3 \pm 0,5$ mm para TB). Após o ajuste para a EM pré-intervenção, a sessão de SST-CT apresentou aumentos significativamente maiores ($p \leq 0,05$) na EM de BB e TB versus as sessões

SST-RIV e TFT. A sessão SST-RIV também apresentou aumentos significativamente maiores ($p \leq 0,05$) na EM do BB e TB versus a sessão TFT.

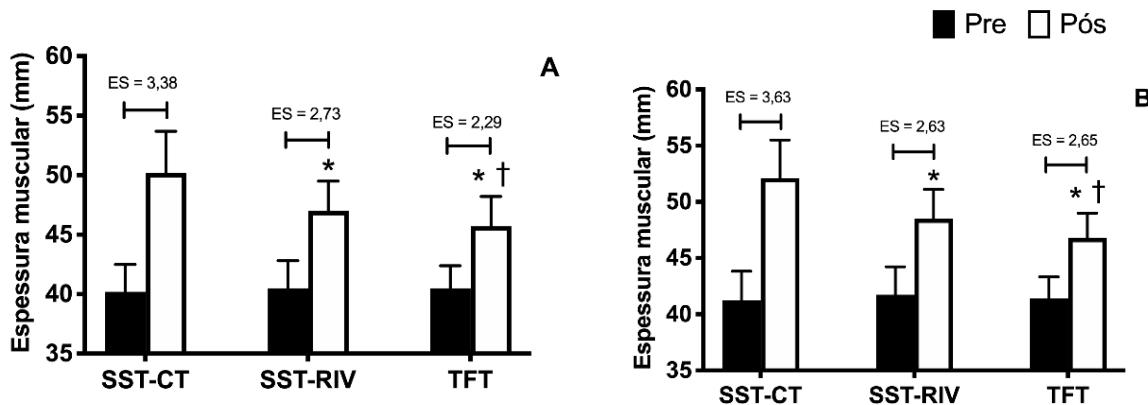


Figura 1. Média \pm DP da espessura muscular (EM) do bíceps braquial (BB) (A) e tríceps braquial (TB) (B) pré e pós sarcoplasma stimulating training (SST) com variação no tipo de contração (SST-CT), SST com variação no intervalo de descanso (SST-RIV), e sessão tradicional (TFT). ES, tamanho do efeito; * $p \leq 0,05$ para SST-CT após ajuste para pré-intervenção; † $p \leq 0,05$ para SST-RIV após ajuste para pré-intervenção

4.3. LACTATO SANGUÍNEO

A concentração de lactato sanguíneo também apresentou aumentos significativos ($p \leq 0,05$) após todas as condições (Tabela 2). No entanto, após o ajuste para valores pré-intervenção, não houve diferença significativa versus pós-exercício [$F (2,26) = 0,48, p = 0,627$] entre as sessões de treinamento.

Tabela 2. Média \pm DP, percentagem de alteração e effect size (ES) da concentração sangüínea de lactato pre e pós as sessões sarcoplasm stimulating training (SST), rest-pause e treinamento de força tradicional

	Pre	Pós	Alteração (Δ)	ES
SST-CT	$1,9 \pm 0,5$	$8,4 \pm 1,5^*$	$6,5 \pm 1,7$	5,73
SST-RIV	$1,8 \pm 0,5$	$8,3 \pm 1,6^*$	$6,5 \pm 1,5$	5,34
Tradicional	$1,8 \pm 0,4$	$8,5 \pm 1,3^*$	$6,7 \pm 1,1$	7,13

* $p \leq 0,05$ para Pre intervenção

5 DISCUSSÃO

A hipótese inicial do presente estudo foi parcialmente confirmada, já que as sessões de SST resultaram em maior EM de BB e TB versus a sessão de TFT, enquanto não houve diferença no lactato entre elas. Além disso, SST-CT também resultou em maior EM de BB e TB, mas sem diferença significativa na concentração de lactato versus a sessão SST-RIV. O VTT foi maior na sessão de TFT em relação às duas sessões de SST, exceto no caso dos flexores de cotovelo, para os quais os resultados não foram estatisticamente diferentes entre o TFT e o SST-CT. O SST-CT resultou em maior VTT versus o SST-RIV para ambos os exercícios testados. Até onde sabemos, este é o primeiro estudo a relatar e comparar os efeitos agudos das variações do método SST versus TFT. Entre as possíveis estratégias para aumentar o VTT estão a prescrição de intervalos de descanso mais longos, reduções de carga em conjuntos consecutivos para consistência em repetições, um aumento no número de séries e exercícios que podem ser usados em uma variedade de métodos de TF (American College of Sports Medicine, 2009). Além disso, um VTT mais elevado demonstrou ser um fator chave associado à hipertrofia muscular (Schoenfeld *et al.*, 2019); embora o tempo sob tensão, o tipo de ação muscular e o modo de exercício também possam ser contribuintes relevantes (American College of Sports Medicine, 2009; Grgic *et al.*, 2018).

Por exemplo, Penzer *et al.* (2016) utilizaram um movimento de flexão do cotovelo e compararam o método 3/7 com 1 série de 3 repetições, 1 série de 4 repetições, 1 série de 5 repetições, 1 série de 6 repetições e 1 série de 7 repetições com 15 segundos entre elas com dois treinos tradicionais de 4×6 e 8×6 repetições com 70% de 1-RM e 150 s de descanso entre as séries. O método 3/7 foi acompanhado por maior atividade muscular e déficits de oxigenação tecidual; assim, intervalos de descanso muito breves entre as séries durante a flexão do cotovelo resulta em maior demanda metabólica. Estes resultados de certa forma semelhantes aos observados durante as sessões de SST, uma vez que o método consiste em pausas de intervalo de descanso muito curtas e resulta em maior EM aguda do que a abordagem tradicional, provavelmente devido a uma demanda metabólica local mais elevada. Além disso, Stragier *et al.* (2019) acrescentaram mais informações sobre o 3/7 e revelaram que maiores ganhos de força muscular e hipertrofia foram encontrados

nos flexores de cotovelo versus um protocolo tradicional consistindo de 8 × 6 com descanso de 150 s entre séries, sendo as sessões de treinamento similares em intensidade e volume. Isso pode indicar que mecanismos como maior estresse metabólico agudo e pump muscular associados a maior densidade de treinamento (volume por unidade de tempo) podem estimular maiores aumentos de massa e força muscular (Wackerhage *et al.*, 2019), o que também pode ocorrer para o SST.

Embora as sessões de SST tenham apresentado menor VTT versus o método tradicional, o alto estresse metabólico local e o intervalo de descanso muito curto entre as séries, combinado com ênfase nas diferentes ações musculares estimularam um aumento agudo mais pronunciado na EM, como observado pelas imagens ultrassonográficas, enquanto o lactato não foi diferente entre os treinos. É possível que o estresse metabólico muscular local possa ser maior sem diferenças significativas nos marcadores circulantes, como o lactato. Por exemplo, o músculo esquelético é capaz de produzir fatores locais após exercícios de força, como a interleucina-6 e o fator de necrose tumoral alfa, sem modificações significativas dessas moléculas bioquímicas no sangue (Steensberg *et al.*, 2002). Destaca-se o fato de haver associação do pump muscular agudo com a ativação da integrina, proteína de membrana, responsável pelo desencadeamento dos mecanismos anabólicos intracelulares, e a redução dos processos catabólicos, acompanhada de aumento da síntese protéica muscular (Wackerhage *et al.*, 2019).

Marshall *et al.* (2012) examinaram sujeitos bem treinados na realização do exercício de agachamento com intensidade de 80% de 1-RM, 5 séries de 4 repetições e 3 min de intervalo de descanso entre séries versus 5 séries de 4 repetições com 20 s de intervalo de intervalo, e um método rest-pause com uma primeira série até a falha e séries subsequentes executadas com um intervalo de 20 s até que 20 repetições fossem atingidas. O método de rest-pause resultou em maior atividade eletromiográfica de vários músculos dos membros inferiores em relação às demais sessões de treinamento. É muito difícil comparar estudos anteriores com nossos resultados, já que o método SST proposto é amplamente diferente de outros métodos tradicionais, embora pareça que mesmo indivíduos treinados não acostumados a realizar uma abordagem de treinamento específica com intervalos de descanso muito curtos experimentarão maior estresse metabólico local, aumento da

EM e possível oxigenação tecidual limitada, como observado nos métodos de *rest-pause* e 3/7.

O VTT, o tempo sob tensão e o estresse metabólico parecem ser variáveis importantes para alterar as respostas fisiológicas agudas e crônicas ao TF, embora seja impossível determinar qual a mais importante delas. Valamatos *et al.* (2018) examinaram indivíduos não treinados na realização de treinamento de extensão de joelhos por 15 semanas; três sessões/semana com aomplitude parcial (0-60 ° de flexão do joelho) e amplitude total de movimento (ADM) (0 a 100 ° de flexão do joelho) e tempo sob tensão equalizado para ambos os grupos. Os autores relataram que o grupo que realizou o treinamento com ADM parcial apresentou ganhos de força específicos ao ângulo treinado e também ganhos semelhantes na hipertrofia muscular. Além disso, durante as sessões, o torque e o trabalho mecânico total foram maiores no grupo de ADM completa, apesar de ter a mesma alocação de tempo sob tensão. No presente estudo, as sessões de treinamento tiveram um VTT diferente, o que preserva seu uso prático, enquanto as respostas de EM foram maiores para as sessões de SST, especialmente a sessão de SST-CT. Estes resultados podem confirmar o nome original e a ideia do método proposto por Patrick Tuor, como SST.

Indivíduos não treinados foram examinados na realização de três séries de leg press bilateral 45° e três séries de extensão de joelhos bilateral com 9–12RM e 90 s de descanso entre séries durante 10 semanas, três sessões por semana (Damas *et al.*, 2016). Os resultados confirmaram que durante as primeiras cinco semanas de treinamento o aumento na área de secção transversal de vasto lateral foi associado com edema muscular induzido por inchaço, enquanto este efeito não estava presente após 10 semanas, mesmo com hipertrofia muscular aumentada. Assim, os resultados do presente estudo indicam que os métodos de SST induziram efeitos mais pronunciados na EM de BB e TB. Além disso, o estresse metabólico induzido pela TF envolve um aumento na hidratação intracelular e o aumento do conteúdo de água das células musculares (inchaço celular), que tem sido sugerido como um estímulo importante para o crescimento muscular em uma condição de maior acúmulo metabólico (Loenneke *et al.*, 2012; Schoenfeld, 2013). Algumas limitações do presente estudo incluem a falta de medidas de ativação muscular, oxigenação

muscular e força muscular antes e após as sessões de treinamento que poderiam fornecer informações valiosas sobre o estresse fisiológico imposto pelo método SST.

6 CONCLUSÃO

A característica dos sujeitos no estudo por serem treinados, por ter um poder amostral adequado e um forte controle das variáveis de treinamento aumentam a validade dos resultados do presente estudo, que mostram um maior efeito EM pelos métodos SST versus TFT o que confirma o nome do método sugerido pelo Patrick Tuor.

Este é o primeiro estudo a oferecer alguns *insights* fisiológicos interessantes sobre SST, um método amplamente utilizado entre indivíduos treinados e fisiculturistas. Assim os Indivíduos altamente treinados podem se beneficiar com as mudanças de suas rotinas do TF usando o método SST, já que este método pode oferecer um estímulo diferente detectado pela EM, mesmo com um VTT menor em comparação com uma abordagem mais tradicional.

No entanto, a questão permanece se as diferenças observadas entre as abordagens SST resultarão em adaptações crônicas distintas.

7. PERSPECTIVAS FUTURAS

Dentro dessa perspectiva de que os métodos SST possam resultar em adaptações crônicas distintas em relação do treinamento de força tradicional e considerando a escassez de estudo longitudinais que abrangem essa temática, faz-se necessário um maior número de estudos que comparem diferentes métodos de treino sendo aplicados nas inúmeras fases da preparação do atleta, analisando além das alterações morfofisiológicas, as variáveis psicológicas, como alteração no estado de humor, auto percepção de imagem por meio de foto silhueta, entre outras.

8 REFERÊNCIAS

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (2009). American College of Sports Medicine Position Stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 41, 687–708. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181915670

AMIRTHALINGAM, T. MAVROS, Y. et al (2017) Effects of a modified German Volume Training Program on Muscular hypertrophy and strength. *Jornal strength and Cond. Research*, 31 (11),3109-3119. Doi:10.1519/jsc,00000000000001747.

ASSUMPÇÃO, CO, TIBANA, RA, VIANA, LC, WILLARDSON, JM, and PRESTES, J. Influence of exercise order on upper body maximum and submaximal strength gains in trained men. *Clin Physiol Funct Imaging* 33: 359-363, 2013

BAMMAN, MM, SHIPP, JR, JIANG, J, GOWER, BA, HUNTER, GR, GOODMAN, A, McLAFFERTY, CL Jr & Urban RJ (2001). Mechanical load increases muscle IGF-I and androgen receptor mRNA concentrations in humans. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 280, 383– 390.

BOSCO C., COLLI R., BONOMI R., VON DUVILLARD, S.P., VIRU,A.(2000) Monitoring strength training: neuromuscular and hormonal profile. *Medicine & Science in Sports Exercise* 332(1), 202–208

BRIGATTO et al. High resistance-training volume enhances muscle thickness in resistance-trained men. *J Strength Cond Res.* IN PRESS. 2019

BURD, N. A., WEST, D. W., STAPLES, A. W., ATHERTON, P. J., BAKER, J. M., MOORE, D. R., et al. (2010). Low-load high volume resistance exercise stimulates muscle protein synthesis more than high-load low volume resistance exercise in young men. *PLoS One* 5:e12033. doi: 10.1371/journal.pone.0012033

BURD, N.A. et al., 2012. Muscle time under tension during resistance exercise stimulates differential muscle protein sub-fractional synthetic responses in men. *Journal of Physiology*, 590(2), pp.351–362

DAMAS, F., PHILLIPS, S. M., LIXANDRÃO, M. E., VECHIN, F. C., LIBARDI, C. A., ROSCHEL, H., *et al.* (2016). Early resistance training-induced increases in muscle crosssectional area are concomitant with edema-induced muscle swelling. *Eur J Appl Physiol* 116, 49–56. doi: 10.1007/s00421-015-3243-4

DAVIES, T.B. *et al.*, 2017. Effect of Movement Velocity During Resistance Training on Dynamic Muscular Strength: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 47(8), pp.1603–1617.

DESCHENES, M. R., and KRAEMER, W. J. (2002). Performance and physiologic adaptations to resistance training. *Am J Phys Med Rehabil* 81, S3–S16. Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A. G., and Buchner, A. (2007).

FIGUEIREDO, V.C., DE SALLES, B.F. & TRAJANO, G.S., 2017. Volume for Muscle Hypertrophy and Health Outcomes: The Most Effective Variable in Resistance Training. *Sports Medicine*, pp.1–7.

FINK J, SCHOENFELD BJ, KIKUCHI N, NAKAZATO K. Effect of drop set resistance training on acute stress indicators and long-term muscle hypertrophy and strength. *J Sports Med Phys Fitness*. 2018;58(5):597–605.

FRANCHI, M. V. *et al.*, 2014. Architectural, functional and molecular responses to concentric and eccentric loading in human skeletal muscle. *Acta Physiologica*, 210(3), pp.642–654.

G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods* 39, 175–191.

GENTIL, P. *Bases Científicas do Treinamento de Hipertrofia*. 1o ed. Rio de Janeiro, RJ: Sprint, 2005

GENTIL, P., OLIVEIRA, E., BOTTARO, M. Time under tension and blood lactate response during four different resistance training methods. *Journal Physiology Anthropology*, v. 25, n. 5, p. 339–344, 2006.

GOTSHALK, LA, C.C. LOEBEL, C., NINDL, B.C. Hormonal Responses of Multiset Versus Single-Set Heavy-Resistance Exercise Protocols. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 1997, 22(3): 244-255, <https://doi.org/10.1139/h97-016>

GOSSELINK, K. L. *et al.* Skeletal muscle afferent regulation of bioassayable growth hormone in the rat pituitary. *J. Appl. Physiol.*, v. 84, p. 1425-1430, 1998

GOSSELINK, K. L. *et al.* Vibration-induced activation of muscle afferents modulates bioassayable growth hormone release. *J. Appl. Physiol.*, v. 96, p. 2097-2102, 2004.

GOTO, K, ISHII, N, KIZUKA, T, and TAKAMATZU, K. The impact of metabolic stress on hormonal responses and muscular adaptations. *Med Sci Sports Exerc* 37: 955–963, 2005

GOTO K, NAGASAWA M, YANAGISAWA O, KIZUKA T, ISHII N, and TAKAMATZU, K. Muscular adaptations to combinations of high- and low-intensity resistance exercises. *J Strength Cond Res* 18: 730-737, 2004.

GRGIC, J. *et al.*, 2017. The effects of short versus long inter-set rest intervals in resistance training on measures of muscle hypertrophy: A systematic review. *European Journal of Sport Science*, 17(8), pp.983–993..

GRGIC, J., Homolak, J., Mikulic, P., Botella, J., and Schoenfeld, B. J. (2018). Inducing hypertrophic effects of type I skeletal muscle fibers: A hypothetical role of time under load in resistance training aimed at muscular hypertrophy. *Med Hypotheses* 112, 40–42. doi: 10.1016/j.mehy.2018.01.012

HANSON, E. D., SRIVATSAN, S. R., AGRAWAL, S., MENON, K. S., DELMONICO, M. J., WANG, M. Q., *et al.* (2009). Effects of strength training on physical function: influence of power, strength and body composition. *J Strength Cond Res* 23, 2627–2637.

HIRONO, T. *et al* 2019. Acute effects of low-load resistance exercise with different rest periods on muscle swelling in healthy young men. *J Phys Fitness Sports med*, 8(4): 165-171

KELLY, S.B. *et al.*, 2015. Comparison of concentric and eccentric bench press repetitions to failure. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(4), pp.1027–1032

KORAK, J.A. *et al.*, 2017. Effect of rest-pause vs. traditional bench press training on muscle strength, electromyography, and lifting volume in randomized trial protocols. European Journal of Applied Physiology, 117(9), pp.1891–1896.

KRAEMER, W. J. *et al.* Hormonal and growth factors responses to heavy resistance protocols. J. Appl. Physiol., v. 69, n. 4, p. 1442- 1450, 1990.

KRAEMER, W.J. *et al.*, 2009. Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. Medicine and Science in Sports and Exercise, 41(3), pp.687–708. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19204579>.

KRAEMER, WJ, ADAMS, K, CAFARELLI, E, DUDLEY, GA, DOOLY, C, FEIGENBAUM, MS, FLECK, SJ, FRANKLIN, B, Fry AC, HOFFMAN, JR, NEWTON, RU, POTTEIGER, J, Stone MH, RATAMESS, NA, and TRIPPLETT-MCBRIDE , T. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. Med Sci Sports Exerc 34: 364- 380, 2002.

KUMAR, V. *et al.*, 2009. Human muscle protein synthesis and breakdown during and after exercise. Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985), 106(6),

LASEVICIUS, T. *et al.*, 2018. Effects of different intensities of resistance training with equated volume load on muscle strength and hypertrophy. European Journal of Sport Science, pp.1–9

LIN, H., WANG, S.-W., WANG, R.-Y., & WANG, P. S. (2001). Stimulatory effect of lactate on testosterone production by rat Leydig cells. Journal of Cellular Biochemistry, 83(1), 147–154. doi:10.1002/jcb.1213

LOENNEKE, J. P., FAHS, C. A., ROSSOW, L. M., ABE, T., and BEMBEN, M. G. (2012). The anabolic benefits of venous blood flow restriction training may be induced by muscle cell swelling. Med Hypotheses 78, 151–154. doi: 10.1016/j.mehy.2011. 10.014

MARIN, DP, URTADO CB, MARQUES CG, SERAFIM AIS, POLITO LFT, de ALMEIDA FN, PRESTES J, OTTON R. Effects of inter-set stretching on acute hormonal and metabolic response: a pilot study. Hum Mov. 2019;20(1):55–61; doi: <https://doi.org/10.5114/hm.2019.79218>.

MARSHALL, P. W. M., ROBBINS, D. A., WRIGHTSON, A. W., and JASON, CS. (2012). Acute neuromuscular and fatigue responses to the rest-pause method. *J Sci Med Sport* 15, 153–158. doi: 10.1016/j.jsams.2012.08.003

MORTON, R.W. *et al.*, 2017. A systematic review, meta-analysis and meta-regression of the effect of protein supplementation on resistance training-induced gains in muscle mass and strength in healthy adults. *British Journal of Sports Medicine*, p. bjsports-2017-097608. Available at: <http://bjsm.bmjjournals.org/lookup/doi/10.1136/bjsports-2017-097608>.

NOBREGA, S.R. & LIBARDI, C.A., 2016. Is resistance training to muscular failure necessary? *Frontiers in Physiology*, 7(JAN).

OPDENACKER, J, DELECLUSE, C, and BOEN, F. The longitudinal effects of a lifestyle physical activity intervention and a structured exercise intervention on physical self- perceptions and self-esteem in older adults. *J Sport Exerc Psychol* 31: 743-760, 2009.

PAOLI, A., MORO, T., MARCOLIN, G., NERI, M., BIANCOIANCO, A., PALMA, A., *et al.* (2012). High-Intensity Interval Resistance Training (HIRT) influences resting energy expenditure an respiratory ratio in non-dieting individuals. *J Transl Med* 10, 237. doi: 10.1186/1479-5876-10-237

PENZER, F., CABROL, A., BAUDRY, S., and DUCHETEAU, J. (2016). Comparison of muscle activity and tissue oxygenation during strength training protocols that differ by their organization, rest interval between sets, and volume. *Eur J Appl Physiol* 116, 1795–1806. doi: 10.1007/s00421-016-3433-8

PRESTES, J., Foschini, D., MARCHETTI, P. H., CHARRO, M. A., and TIBANA, R. A. (2016). Prescrição e periodização do treinamento de força em academias, 2nd Edn. Barueri, SP: Manole.

PRESTES, J., NASCIMENTO, D. C., TIBANA, R. A., TEIXEIRA, T. G., VIEIRA, D. C. L., FARIA, D. L., *et al.* (2015). Undertstanding the individual responsiveness to resistance training periodization. *AGE* 37, 37–55. doi: 10.1007/s11357-015-9793-x

PRESTES, J., TIBANA, R. A., SOUSA, EA, NASCIMENTO, DC., ROCHA, PO, CAMARÇO, NF., *et al.* (2017). Strength and Muscular Adaptations Following 6 Weeks Of Rest-Pause Versus Traditional Multiple-Sets Resistance Training In Trained Subjects. *J Strength Cond Res* doi: 10.1519/JSC. 0000000000001923 [Epub ahead of print].

RADAELLI, R. *et al.*, 2015. Dose-response of 1, 3, and 5 sets of resistance exercise on strength, local muscular endurance, and hypertrophy. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(5), pp.1349–1358.

ROBERGS, RA, GHIAVAND, F, and PARKE, D. Biochemistry of exercise-induced metabolic acidosis. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 287: R502–R516, 2004.

SCHOENFELD, B.J.(2011). The Use of Specialized Training Techniques to Maximize Muscle Hypertrophy. *Strength and Conditioning Journal*, 33(4), pp.60–65.

SCHOENFELD, B. J. (2013). Potential mechanisms for a role of metabolic stress in hypertrophic adaptations to resistance training. *Sports Med* 43, 179–194. doi: 10.1007/s40279-013-0017-1

SCHOENFELD, B.J., 2013a. Is there a minimum intensity threshold for resistance training-induced hypertrophic adaptations? *Sports Medicine*, 43(12), pp.1279–1288

SCHOENFELD, B. J., CONTRERAS, B., KRIEGER, J., GARGIC, J., DELCASTILHO, K., BELLARD, R., *et al.* (2019). Resistance Training Volume Enhances Muscle Hypertrophy. *Med Sci Sports Exerc* 51, 94–103. doi: 10.1249/MSS.0000000000001764

SCHOENFELD, B. & GRGIC, J., 2017. Evidence-Based Guidelines for Resistance Training Volume to Maximize Muscle Hypertrophy. *Strength and Conditioning Journal*, p.1. Available at: <http://insights.ovid.com/crossref?an=00126548-900000000-99455>.

SCHOENFELD, B. J., OGBOM, D., and KRIEGER, J. W. (2017). Dose response relationship between weekly resistance training volume and increases in muscle mass: A systematic review and meta-analysis. *J Sports Sci* 35, 1073–1082. doi: 10.1080/02640414.2016.1210197

SCHOENFELD, B.J., OGBOM, D.I. & KRIEGER, J.W., 2015a. Effect of Repetition Duration During Resistance Training on Muscle Hypertrophy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 45(4), pp.577–585.

SCHOENFELD, BJ, PETERSON, MD, OGBOM, D, CONTRERAS, B, and SONNEZ, GT. Effects of low- vs. high-load resistance training on muscle strength and hypertrophy in well-trained men. *J Strength Cond Res* 29: 2954–2963, 2015.

SHIMANO, T, KRAEMER, WJ, SPERING, BA, VOLEK, JS, HATFIELD, DL, SILVESTRE, R, VINGREN, JL, FRAGALA, MS, MARESH, CM, FLECK, SJ, NEWTON, RU, SPREUWENVBERG, LP, and HAKKINEN, K. Relationship between the number of repetitions and selected percentages of one repetition maximum in free weight exercises in trained and untrained men. *J Strength Cond Res* 20: 819–823, 2006

SMILIOS, I., PILIANIDIS, T., KARAMOUZIS, M., & TOKMAKIDIS, S. P. (2003). Hormonal Responses after Various Resistance Exercise Protocols. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(4), 644–654. doi:10.1249/01.mss.0000058366.04460.5f

STARON, R. S., KARAPONDO, D. L., KRAEMER, W. J., FRY, A. C., GORDON, S. E., FALKEL, J. E., ... HIKIDA, R. S. (1994). Skeletal muscle adaptations during early phase of heavy-resistance training in men and women. *Journal of Applied Physiology*, 76(3), 1247–1255. doi:10.1152/jappl.1994.76.3.1247

STREENSENBERG, A., KELLER, C., STARKIE, R. L., OSADA, T., FEBBRAIO, M. A., and PEDERSEN, B. K. (2002). IL-6 and TNF- α expression in, and release from, contracting human skeletal muscle. *J Physiol Endocrinol Metab* 283, E1272–E1278.

STRAGIER, S., BAUDRY, S., CARPENTIER, A., and DUCHATEAU, J. (2019). Efficacy of a new strength training design: the 3/7 method. *Eur J Appl Physiol* 119, 1093–1104. doi: 10.1007/s00421-019-04099-5

STULL, GA and CLARKE, DH. Patterns of recovery following isometric and isotonic strength decrement. *Med Sci Sports* 3: 135–139, 1971.

TAKARADA, Y. *et al.* Applications of vascular occlusion diminish disuse atrophy of knee extensor muscles. Official Journal of the American College of Sports Medicine, 2000.

TAKARADA, Y. *et al.* Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion. Journal of Applied Physiology, v. 88, p. 61-65, 2000.

TAKARADA, Y. *et al.* Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans. Journal of Applied Physiology, v. 88, p. 2097-2106, 2000

TIBANA, R.A. *et al.*, 2012. Higher muscle performance in adolescents compared with adults after a resistance training session with different rest intervals. Journal of Strength and Conditioning Research, 26(4), pp.1027–1032.

VALAMATOS, M. J., TAVARES, F., SANTOS, R. M., VELOSO, A. P., and MIL-HOMENS, P. (2018). Influence of full range of motion vs. equalized partial range of motion training on muscle architecture and mechanical properties. Eur J Appl Physiol 118, 1969–1983.

VIKNE, H. *et al.*, 2006. Muscular performance after concentric and eccentric exercise in trained men. Medicine and Science in Sports and Exercise, 38(10), pp.1770–1781.

WACKERNAGE, H., SCHOENFELD, B. J., HAMILTON, D. L., LEHTI, M., and HULMI, J. J. (2019). Stimuli and sensors that initiate skeletal muscle hypertrophy following resistance exercise. J Appl Physiol 126, 30–43. doi: 10.1152/jappl.

WILLIANS, T.D. *etal.*, 2017. Comparison of Periodized and Non-Periodized Resistance Training on Maximal Strength: A Meta-Analysis. Sports Medicine, 47(10), pp.2083–2100.

ANEXOS :



ORIGINAL RESEARCH
published: 15 May 2019
doi: 10.3389/fphys.2019.00579



Acute Effects of the New Method Sarcoplasma Stimulating Training Versus Traditional Resistance Training on Total Training Volume, Lactate and Muscle Thickness

OPEN ACCESS

Edited by:

Michael George Bommer,
The University of Oklahoma,
United States

Reviewed by:

José Belchior Ferreira Júnior,
Federal Institute of Sudeste de Minas
Gerais, Brazil
Xia Yu,
The University of Mississippi,
United States

*Correspondence:
Jonato Prestes
jonatop@gmail.com

Specialty section:
This article was submitted to
Exercise Physiology,
a section of the journal
Frontiers in Physiology

Received: 18 March 2019
Accepted: 25 April 2019
Published: 15 May 2019

Citation:
de Almeida FN, Lopes CR,
Conceição RM, Canning L, Crisp AH,
de Souza NMF, Trindade TB,
Willardson JM and Prestes J (2019)
Acute Effects of the New Method
Sarcoplasma Stimulating Training
Versus Traditional Resistance Training
on Total Training Volume, Lactate
and Muscle Thickness.
Front. Physiol. 10:579.
doi: 10.3389/fphys.2019.00579

Fernando Noronha da Almeida¹, Charles Ricardo Lopes²,
Raphael Machado da Conceição¹, Luan Canning¹, Alex Harley Crisp³,

Nuno Manuel Frade de Sousa⁴, Thiago Barbosa Trindade¹, Jeffrey M. Willardson⁵ and
Jonato Prestes^{1*}

¹ Graduation Program on Physical Education, Catholic University of Brasília, Brasília, Brazil; ² Human Performance Research Group, Methodist University of Picos, São Paulo, Brazil; ³ Admited Faculty of Hortsilvado (FAHASP), São Paulo, Brazil;
⁴ Laboratory of Exercise Physiology, Faculty of Sports, Capito Santo, Brazil; ⁵ Department of Health and Human Performance, Montana State University Billings, Billings, MT, United States

Background: Trained subjects have difficulty in achieving continued results following years of training, and the manipulation of training variables through advanced resistance training (RT) methods is widely recommended to break through plateaus.

Objective: The purpose of the present study was to compare the acute effects of traditional RT (TRT) versus two types of sarcoplasma stimulating training (SST) methods on total training volume (TTV), lactate, and muscle thickness (MT).

Methods: Twelve trained males (20.75 ± 2.3 years; 1.76 ± 0.14 meters; body mass = 79.41 ± 4.6 kg; RT experience = 4.1 ± 1.8 years) completed three RT protocols in a randomly sequenced order: TRT, SST contraction type (SST-CT), or SST rest interval variable (SST-RIV) with 7 days between trials in arm curl (elbow flexors) and triceps pulley extension (elbow extensors) performed on the same day.

Results: The SST groups displayed greater acute biceps and triceps brachii (TB) MT versus the TRT session, with no difference in lactate levels between them. The SST-CT resulted in greater biceps and TB MT versus the SST-RIV session. The TTV was greater for the TRT session versus the SST sessions, except in the case of the elbow flexors (no difference was observed between TRT and SST-CT), and higher for the SST-CT versus the SST-RIV.

Conclusion: Trained subjects may benefit from using the SST method as this method may offer a superior MT stimulus and reduced training time, even with a lower TTV.

Keywords: training method, muscle pump, training volume, resistance exercise, muscle thickness



EFFECTS OF INTER-SET STRETCHING ON ACUTE HORMONAL AND METABOLIC RESPONSE: A PILOT STUDY

original paper
DOI: <https://doi.org/10.5114/hm.2019.79218>

© University School of Physical Education in Wroclaw

DOUGLAS POPP MARIN^{1,2}, CHRISTIANO BERTOLDO URTADO³,
CAMILA GUAZELI MARQUES¹, ALLAN IGOR SILVA SERAFIM^{1,4},
LUIZ FELIPE TUBAGI POLITO^{1,4}, FERNANDO NORONHA DE ALMEIDA⁵,
JONATO PRESTES⁶, ROSEMARI OTTON²

¹ Graduation Program in Physical Education, Methodist University of São Paulo, São Bernardo do Campo, Brazil

² Interdisciplinary Post-Graduate Program in Health Science, Cruzeiro do Sul University, São Paulo, Brazil

³ Graduation Program in Physical Education, Federal University of Maranhão, São Luís, Brazil

⁴ Post-Graduate Program in Physical Education, São Judas Tadeu University, São Paulo, Brazil

⁵ Graduation Program in Physical Education, Catholic University of Brasília, Brasília, Brazil

ABSTRACT

Purpose. The present study aimed to compare the acute hormonal and metabolic response following a resistance training (RT) session with and without inter-set stretching.

Methods. Overall, 13 men with minimum 1 year of experience with RT were randomly allocated to 2 groups: traditional RT group (TRT; n = 6; age: 22.5 ± 4.7 years; body weight: 83.1 kg ± 5.7 kg; height: 179.8 ± 6.9 cm; BMI: 25.73 ± 1.17 kg/m²) and stretching RT group (SRT; n = 7; age: 23.4 ± 4.3 years; body weight: 82.3 ± 11.7 kg; height: 177.7 ± 11.0 cm; BMI: 26.02 ± 2.5 kg/m²). The RT protocol consisted of 6 bench press sets to failure at 80% of 8 repetitions maximum, with a 1-minute rest interval between sets. During the rest interval, the TRT group remained resting, while the SRT group was submitted to shoulder anterior chain muscles stretching.

Results. The results revealed a higher increase in lactate (32%) and total leukocytes (17%) immediately following exercise in the SRT group as compared with the TRT group ($p < 0.05$). An increase in total testosterone and cortisol was observed in both groups, without differences between them ($p > 0.05$). There was a progressive decrease in the total number of repetitions completed along sets, without differences between groups.

Conclusions. The use of agonist stretching between sets increases the acute metabolic response during an RT session, which could be useful to intensify RT in trained participants.

Key words: muscle stretching, strength exercise, resistance training method, metabolic response

Introduction

Regular resistance training (RT) promotes chronic adaptations related to muscle and power increase, and muscle hypertrophy [1]. There are different RT components; each of them has a specific configuration of the acute variables, including intensity, volume, rest interval between sets, and exercise selection and order [2]. The manipulation of rest interval between

sets alters the acute hormonal [3], metabolic [4], and neuromuscular response to RT. Some practitioners use a short rest interval (30–60 seconds) between sets to potentiate muscle hypertrophy, based on exacerbated acute immediate hormonal response [3], which could, in part, change cellular signalling and promote neuromuscular adaptations. The acute elevation in hormonal response during and immediately following exercise is associated with higher metabolic stress,

Correspondence address: Douglas Popp Marin, Cruzeiro do Sul University, Rua Regente Feijó, 1295, 03342-000, São Paulo – SP, Brazil, e-mail: douglas.marin@uc.edu.br

Received: July 23, 2018

Accepted for publication: October 18, 2018

Citation: Marin DP, Urtado CB, Marques CG, Serafim AIS, Politto LFT, de Almeida FN, Prestes J, Otton R. Effects of inter-set stretching on acute hormonal and metabolic response: a pilot study. *Hum Mov*. 2019;20(1):55– 61; doi: <https://doi.org/10.5114/hm.2019.79218>.



Ministry of Science
and Higher Education
finances

Language editing of the scientific articles accepted for publication and ensuring the participation of foreign researchers in the evaluation of publications in the Human Movement journal – tasks financed under the Agreement No. 516/P-DUN/2018 by the Ministry of Science and Higher Education allocated to the activities of disseminating science

Research article

Carbohydrate Loading Practice in Bodybuilders: Effects on Muscle Thickness, Photo Silhouette Scores, Mood States and Gastrointestinal Symptoms

Wilson M. A. M. de Moraes^{1,2}, Fernando N. de Almeida³, Leonardo E. A. dos Santos³, Kathleen D. G. Cavalcante², Heitor O. Santos⁴, James W. Navalta⁵ and Jonato Prestes¹

¹Post graduation Program on Physical Education, Catholic University of Brasília (UCB), Brasília, Federal District, Brazil;

²Graduation on Physical Education, Centro Estácio de Brasília, Brasília, Federal District, Brazil; ³Graduation on Physical Education, Catholic University of Brasília (UCB), Brasília, Federal District, Brazil; ⁴School of Medicine, Federal University of Uberlândia (UFU), Uberlândia, Minas Gerais, Brazil; ⁵Department of Kinesiology and Nutrition Sciences, University of Nevada, Las Vegas, Las Vegas, NV, USA

Abstract

A common practice among bodybuilders is the use of carbohydrate loading to improve physical appearance during competition, while limited documented data is available about this issue. The aim of the present study was to evaluate muscle thickness, mood states, gastrointestinal symptoms and subjective silhouette assessment following carbohydrate loading in bodybuilders. Twenty-four male bodybuilders were evaluated at the weighing period following three days of carbohydrate depletion (M1), and 24h of carbohydrate loading leading up to the competition (M2), stratified into no carbohydrate load (NC, n = 9) and carbohydrate loading (CL, n = 5). The silhouette scale, Brunel mood scale (BRUMS), muscle thickness (ultrasound), circumferences, and gastrointestinal symptoms (GIS) were evaluated at M1 and M2. The NC displayed no differences in muscle thickness and circumferences between M1 and M2. Body mass, muscle thickness (elbow flexors, a combination of biceps brachii/biceps brachialis muscle, and triceps brachii) and circumferences (chest, hip, thigh, arm, calves, and forearm) increased significantly ($p < 0.05$) in the CL at M2. There was a significant increase in photo silhouette scores ($p < 0.05$) in the CL at M2. There was no significant difference in mood states between groups or time. The most reported GIS was constipation: 7/9 (NC) and 9/15 (CL) during M1 and 6/9 (NC), and 5/15 (CL) at M2 with symptoms described as "moderate" or "severe". Diarrhea was reported by 7/15 CL (4/15 as severe). These data suggest that carbohydrate loading may contribute to an acute increase in muscle volume and physical appearance, however, it needs to be better planned to minimize gastrointestinal symptoms in bodybuilders.

Key words: Bodybuilding, athletes, carb loading, mood states, gastrointestinal symptoms.

Introduction

Carbohydrate loading elevates muscular glycogen stores far beyond resting levels, and is achieved through regimens that consist of periods of exhaustive exercise followed by 24–48 h of increased carbohydrate intake (Burke et al., 2017; Bassett et al., 2002; Sherman et al., 1981). Most studies involving carbohydrate loading were performed in endurance athletes (Burke et al., 2017), while bodybuilding athletes have also adopted carbohydrate manipulation as a strategy leading up to a contest because they think that those glycogen stores in their muscles can increase muscle

size, and impress judges by allowing participants to appear "more muscular" during the competition since (Balon et al., 1992; Mitchell et al., 2017).

Only one study investigated the impact of the carbohydrate loading on muscle girth (Balon et al., 1992), and the authors reported no effect of the carbohydrate manipulation with an isocaloric diet, in which the percentage of carbohydrates was modified without adding calories (Balon et al., 1992). This procedure may have limited the results due to low energy intake (Burke et al., 2017; Tarnopolsky et al., 2001). Indeed, sub-optimal energy intake results in reduced availability of glucose for storage that culminates in impaired glycogen synthesis (Burke et al., 2017; Tarnopolsky et al., 2001).

Another important issue regarding competitive bodybuilding is the psychological alteration during the preparation for a competition (Metzler et al., 2010). Mitchell et al. (2017) reported that bodybuilders using the classic loading, which involved a three-day depletion and then super-compensation during the competition week (Balon et al., 1992), did not perceive significant changes in appearance, and described this method as, "stressful" and "mentally bad". On the other hand, a high carbohydrate diet improves mood states (de Moraes et al., 2018; De Moraes et al., 2017), while severe carbohydrate, and calorie restriction is associated with a decline in mood states during preparation for competition in bodybuilders (de Moraes et al., 2018; Rossow et al., 2013). Therefore, it is reasonable to hypothesize that periods of depletion and carbohydrate loading differentially affect mood states in athletes.

The reasons why athletes consider this manipulation of carbohydrates "stressful" are not well understood, but empiric evidence, and a case-study with a bodybuilder revealed the presence of a strong gastrointestinal discomfort and frequent episodes of diarrhea, followed by moderate-to-intense low abdominal pain (Della Guardia et al., 2015). No studies have investigated gastrointestinal symptoms (GIS) following carbohydrate loading; some findings have demonstrated a clear relationship between GIS and altered mood states in athletic (Pugh et al., 2018) and non-athletic populations (Konturek et al., 2011). To note, it is unknown if there is a correlation between GIS and those adverse psychological effects.

Based on these observations, the aim of the present study was to evaluate muscle thickness, subjective silhouette

Received: 10 April 2019 | Accepted: 08 August 2019 | Published (online): 01 December 2019