

## O EFEITO AGUDO DO FST-7 NO DESEMPENHO, VARIÁVEIS METABÓLICAS E RESPOSTAS PERCEPTIVAS EM HOMENS BEM TREINADOS

Bruno Pascoalini da Silva<sup>1</sup>; Ingrid Dias<sup>2</sup>; Marcelo Ricardo C. Dias<sup>3</sup>; Fabrício Miranda<sup>2,3</sup>; Antônio Souza<sup>4</sup>; João Guilherme Vieira<sup>5</sup>; Jefferson Novaes<sup>2</sup>; Roberto Simão<sup>2</sup>; Belmiro F. de Salles<sup>2</sup>

**Resumo:** O método *Fascia Stretch Training 7 Sets (FST-7)* ganhou popularidade nos últimos anos sendo disseminado por fisiculturistas norte-americanos. O objetivo do presente estudo foi comparar os efeitos do protocolo de treinamento do método FST-7 com ou sem alongamento passivo entre as séries nas variáveis metabólicas (lactato [LAC] e creatinofosfoquinase [CPK]), desempenho (volume total de treinamento – VTT) e percepção subjetiva de esforço (PSE) em homens bem treinados. Nove homens (23,2 ± 1,7 anos; 174,2 ± 6,2 cm; 84,6 ± 9,8 kg, 3,4 ± 1,0 anos de experiência em treinamento de força) foram submetidos ao teste e re-teste de 10 repetições máximas (10RM) nos exercícios supino reto livre e crucifixo horizontal com halteres em dias distintos, respeitando 48 horas de intervalo entre as sessões de teste e re-teste. Decorridas 72 horas do último dia de teste, os participantes realizaram os protocolos experimentais de forma randomizada com 72 horas de intervalo entre as sessões. As coletas sanguíneas foram realizadas 10 minutos antes e imediatamente após os protocolos de treinamento. O protocolo sem alongamento aumentou significativamente a concentração de LAC ( $p = 0,029$ ). No entanto, o mesmo não ocorreu para a concentração de CPK ( $p = 0,302$ ). O VTT foi maior para o protocolo sem alongamento ( $p < 0,001$ ) e a PSE foi maior para o protocolo com alongamento entre as séries ( $p = 0,003$ ). Concluímos que o método FST-7 com alongamento resultou em uma maior PSE, o que pode estar relacionado com o declínio do desempenho, traduzido pelo menor VTT em relação à condição sem alongamento. Adicionalmente, o menor VTT pode ter afetado o menor acúmulo de LAC observado no método FST-7 com o alongamento.

**Palavras-chave:** Treinamento Resistido. Fadiga. Lactato. Exercícios de Alongamento Muscular.

Afiliação

<sup>1</sup>Laboratório de Fisiologia do Exercício e Avaliação Morfofuncional, Colégio Metodista Granbery, Juiz de Fora, MG, Brasil; <sup>2</sup>Universidade Federal do Rio de Janeiro, Departamento de Educação Física, Programa de Pós-Graduação, Rio de Janeiro, RJ, Brasil; <sup>3</sup>Centro Universitário Gama e Souza, Rio de Janeiro, RJ, Brasil; <sup>4</sup>Universidade Estadual do Pará, Departamento de Educação Física, Centro de Pesquisa, Programa de Extensão e Programa de Pós-Graduação, Pará, PA, Brasil; <sup>5</sup>Universidade Federal de Juiz de Fora, Departamento de Educação Física, Programa de Pós-Graduação, Juiz de Fora, MG, Brasil.

## ACUTE EFFECT OF FST-7 ON PERFORMANCE, METABOLIC VARIABLES, AND PERCEPTUAL RESPONSES IN WELL-TRAINED MEN

**Abstract:** The Fascia Stretch Training 7 Sets (FST-7) method has gained popularity in the recent years being disseminated by American bodybuilders. The purpose of the study was to compare the effects of the Fascia Stretch Training 7 Sets (FST-7) method with or without passive stretching between sets on metabolic variables (lactate [LAC] and creatine kinase [CK]), performance (total training volume - TTV) and rating of perceived exertion (RPE) in trained men. For this, nine recreationally trained men ( $23.2 \pm 1.7$  years;  $174.2 \pm 6.2$  cm;  $84.6 \pm 9.8$  kg,  $3.4 \pm 1.0$  years of experience in strength training) were submitted to the test and re-test of 10 repetition maximum (10RM) in the barbell bench press and fly with dumbbells on different days, respecting a 48-hour interval between the test and re-test sessions. After 72 hours of the last test day, participants performed the experimental protocols in randomized order with a 72-hour interval between sessions. Blood samples were taken 10 minutes before and immediately after the training protocols. The protocol without stretching was significantly increased LAC concentrations ( $p = 0.029$ ). However, the same did not occur for the concentration of CK ( $p = 0.302$ ). The TTV was higher for the protocol without stretching ( $p < 0.001$ ), and the RPE was significantly higher for the protocol with stretching between sets ( $p = 0.003$ ). We concluded that the FST-7 method with stretching resulted in higher RPE, which may be related to the decline in performance, translated by the lower TTV in relation to the condition without stretching. This lower TTV may have affected the lower LAC accumulation observed in the FST-7 method with stretching.

**Key words:** Resistance training. Muscle fatigue. Lactate. Muscle damage. Muscle stretching exercises.

## Introdução

O treinamento de força (TF) é eficaz em promover aumentos na força, potência, resistência e hipertrofia muscular, sendo recomendado para melhorar a saúde, condicionamento, desempenho físico e capacidade funcional. Essas melhorias são geralmente determinadas pela manipulação da prescrição de variáveis metodológicas, como o intervalo entre séries e entre exercícios, frequência de treinamento, volume e intensidade, seleção e ordem dos exercícios, ação muscular e velocidade de movimento<sup>1</sup>.

Os métodos do TF são estratégias para manipular essas variáveis, que foram desenvolvidos empiricamente por atletas e treinadores, sendo a maioria do fisiculturismo. Essas estratégias surgem devido à necessidade de variar os estímulos para evitar a estagnação das adaptações neuromusculares. Por surgirem de forma empírica, até pouco tempo atrás, existiam pouquíssimas evidências científicas acerca dos efeitos destes métodos<sup>2</sup>. Recentemente, a comunidade científica voltou sua atenção para o estudo dos métodos, como a pirâmide<sup>2,3</sup>, *drop-set*<sup>2,4-7</sup>, *rest-pause*<sup>8,9</sup> e o sistema excêntrico<sup>10</sup>, que surgiu entre as décadas de 1940 e 1970.

O método FST-7 ganhou popularidade nos últimos anos através da divulgação por fisiculturistas norte-americanos. O FST-7 é caracterizado por realizar um exercício isolado ao final de uma sessão completa de TF para o mesmo grupo muscular. Este exercício isolado é realizado em sete séries de 8 a 12 repetições máximas, com intervalos entre as séries de 30 segundos, dos quais 10 a 20 segundos são dedicados ao alongamento do grupo muscular treinado. Como é um método recente até o momento, ainda existe uma lacuna de conhecimento, o que requer estudos sobre as respostas agudas e crônicas do FST-7.

No entanto, de maneira semelhante ao método FST-7, foram encontrados alguns estudos que analisaram o uso do alongamento durante os intervalos de recuperação no TF em uma ou mais sessões<sup>11-15</sup>. De forma aguda, dois destes estudos sugerem que o alongamento estático pode ter um impacto negativo no desempenho, após ser realizado por duas séries de 25 segundos<sup>12</sup>, e no número de repetições e volume total, após ser realizado por 30 segundos<sup>14</sup>, o que pode comprometer diretamente os ganhos de adaptações neuromusculares. Por outro lado, Marin et al.<sup>13</sup> sugerem que o alongamento estático passivo da cadeia anterior-interna do ombro, realizado por 60 segundos, durante o intervalo de descanso entre as séries, não foi capaz de promover diferenças no número de repetições totais, número de repetições entre as séries e tampouco na resposta hormonal, enquanto provocou uma superioridade de 32% na acumulação do LAC e um aumento de 17 % nos níveis de leucócitos quando comparado ao intervalo passivo.

Como o método FST-7 foi proposto inicialmente para promover ganhos hipertróficos, que podem estar associado as respostas metabólicas agudas, acredita-se que a análise dos efeitos agudos desse método no desempenho, respostas metabólicas e na PSE seja necessário. Portanto, o objetivo do presente estudo foi comparar os efeitos do método FST-7 com ou sem alongamento passivo entre as séries nas variáveis metabólicas (LAC e CPK), desempenho (VTT) e percepção subjetiva de esforço (PSE) em homens treinados. Tivemos como hipótese inicial que o alongamento passivo entre séries promoveria maiores aumentos nas concentrações sanguíneas de LAC e CPK, bem como a PSE, mesmo que isso resultasse em menor desempenho.

## **Materiais e Métodos**

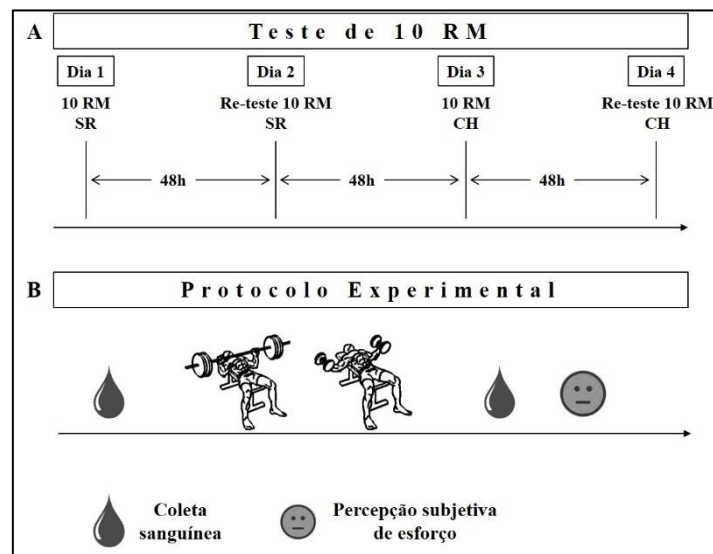
### **Participantes**

A amostra foi composta por nove homens universitários ( $23,2 \pm 1,7$  anos;  $174,2 \pm 6,2$  cm;  $84,6 \pm 9,8$  kg,  $3,4 \pm 1,0$  anos de experiência em TF) treinados com, no mínimo, 24 meses de experiência e que frequentavam o centro de treinamento por no mínimo três dias na semana. Para serem incluídos no estudo, os voluntários tiveram que (a) concordar em não realizar nenhum tipo de atividade física durante o período do experimento; (b) estar livre de quaisquer limitações osteoarticulares nos ombros, cotovelos e punhos; (c) estar livre do uso de esteroides anabolizantes; e (d) responder negativamente a todas as perguntas do *Physical Activity Readiness Questionnaire - PARQ*<sup>16</sup>. Além disso, para se tornarem voluntários, todos assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, que atende à resolução 466/2012 da CONEP. Os detalhes do estudo foram explicados verbalmente e por escrito. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Estadual do Pará (UEPA/CEDF) nº 0062.0.412.000-10.

### **Procedimentos**

Um delineamento cruzado randomizado foi utilizado neste estudo. Os participantes foram submetidos a seis sessões de coleta de dados, sendo que, quatro sessões tinham como objetivo determinar a carga de 10RM no supino reto (SR) e no crucifixo com halteres (CH) e duas sessões na realização dos protocolos experimentais. Os protocolos experimentais envolveram a execução de seis séries de 8 a 12 repetições no SR e sete séries no CH. Os dois protocolos diferiram apenas na inclusão do alongamento entre as séries no CH. Antes e no final de cada sessão, o sangue foi coletado para análise do LAC e da CPK, enquanto o desempenho

e a PSE foram avaliados no final da sessão. Todos os participantes foram instruídos a não consumir álcool durante toda a participação no estudo, não consumir bebidas e alimentos que continham cafeína e a não exercitar ou realizar atividades vigorosas 72 horas antes dos protocolos experimentais. Uma visão geral dos protocolos experimentais é apresentada na figura 1.



**Figura 1** – Delineamento experimental do estudo

### Teste de 10 repetições máximas (10RM)

Tanto o teste quanto o re-teste de 10RM foram realizados nos exercícios SR e CH. Os exercícios seguiram a ordem: SR no primeiro e no segundo dia; CH no terceiro e quarto dia. Os testes foram aplicados em dias não consecutivos, com intervalo de 48 horas entre eles. No SR, foi realizado adução horizontal do ombro e extensão total do cotovelo durante a fase concêntrica e barra tocando o tórax no final da fase excêntrica. No exercício CH, o movimento de adução horizontal do ombro foi realizado durante a fase concêntrica, bem como a semi-flexão do cotovelo durante todo o ciclo do movimento até a amplitude máxima de cada indivíduo.

Os testes de 10RM foram determinados em cinco tentativas, com intervalos de descanso de três a cinco minutos entre as tentativas para o mesmo exercício<sup>1</sup>. Após 48 horas do teste de 10RM, foi realizado um re-teste para verificar a reprodutibilidade da carga encontrada. A maior carga alcançada, em qualquer um dos dias de teste, foi considerada a carga de 10RM para cada exercício, uma vez que a reprodutibilidade dos testes de 10RM foi excelente. Os testes mostraram coeficiente de correlação intraclasse de: SR,  $r = 0,98$  e CH,  $r = 0,97$ . Além disso, um teste t pareado mostrou que não foi encontrada diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) para

qualquer exercício entre as duas ocasiões de teste de 10RM.

Para minimizar erros durante os testes, foram adotadas as seguintes estratégias: a) antes dos testes, todos os indivíduos receberam instruções padronizadas sobre a técnica de execução; b) todos os testes foram monitorados de perto; c) todos os indivíduos receberam incentivo verbal durante os testes; e d) todos os indivíduos realizaram um aquecimento geral de atividade aeróbica de baixa intensidade, medido pela PSE por cinco minutos e duas séries de aquecimento específico: 10 repetições com carga leve (50% da carga estimada pelo voluntário), uma pausa de dois minutos e 10 repetições com carga moderada (75% da carga estimada pelo voluntário).

### **Protocolos Experimentais**

Os protocolos experimentais foram realizados em um delineamento cruzado randomizado, com intervalo de 72 horas entre as sessões, que diferiram apenas na inclusão do alongamento passivo entre as séries. O alongamento consistiu em uma abdução horizontal dos ombros, no máximo de amplitude de cada indivíduo realizado pelo pesquisador que acompanhou os protocolos experimentais. Os dois protocolos envolveram a execução de seis séries de 8 a 12 repetições no SR com carga de 10RM, seguido por sete séries de 8 a 12 repetições no CH com carga de 10RM. A carga foi reduzida de 10 a 15% entre as séries quando os indivíduos realizavam um mínimo de 8RM, com o intuito de manter o número de repetições nos dois exercícios, conforme descrito anteriormente<sup>17</sup>. O intervalo entre as séries para o SR foi de um minuto e para CH foi de 30 segundos; sendo empregado um intervalo de dois minutos entre os exercícios.

Durante as sessões, os indivíduos foram incentivados verbalmente a realizar todas as séries para a falha muscular concêntrica, sendo que, as mesmas definições de execução com amplitudes completas usadas durante o teste de 10RM foram usadas para definir uma repetição como validada.

### **Coleta sanguínea**

As coletas de sangue ocorreram nos seguintes momentos: 10 minutos antes (pré) e imediatamente após (pós) os protocolos experimentais, para determinar as concentrações de LAC e CPK. As amostras foram coletadas da veia antecubital do antebraço usando uma agulha de 25 x 0,8 mm (Becton Dickinson, Precision Glide, New Jersey, EUA) conectada a uma seringa de 10 ml (Medaxo, São Paulo, Brasil). As amostras foram colocadas em dois tubos (Vacuette®, Greiner Bio-One, São Paulo, Brasil): o primeiro com tampa vermelha contendo

ativador de coágulo para CPK e o segundo com tampa cinza contendo fluoreto de sódio para o LAC. Posteriormente, as amostras foram transportadas para o laboratório e colocadas em um recipiente com água a 37°C até o coágulo se retrair (tubos com tampa vermelha) e mantidos à temperatura ambiente (tubos com tampa cinza), sendo os tubos fixados na posição vertical e centrifugados a 3500 rpm por 4 minutos. O soro ou plasma da centrifugação foi fracionado com uma pipeta de volume fixo de 250 µL (Kacil, F5, Pernambuco, Brasil) nos tubos, contendo a identificação numérica de cada participante, e depois foram enviados para análise.

### **Percepção subjetiva de esforço (PSE)**

A PSE foi usada para quantificar a intensidade do esforço dos protocolos. A escala de *OMNI-RES* é uma ferramenta validada para avaliar a PSE durante TF<sup>18</sup>, que foi utilizada 5 minutos após a execução dos protocolos experimentais.

Todos os sujeitos foram orientados e familiarizados com a escala e solicitados a determinar a PSE conforme as seguintes instruções: (a) olhe as ilustrações e palavras para auxiliar na seleção de um número de 0 a 10; (b) se você se sentir como mostrado na ilustração, na qual o esforço é "extremamente difícil", indique o número 10; (c) se você sentir que o esforço está entre "extremamente fácil" e "extremamente difícil", indique um número entre 0 e 10, gradualmente, de acordo com os descritores ilustrativos presentes na escala.

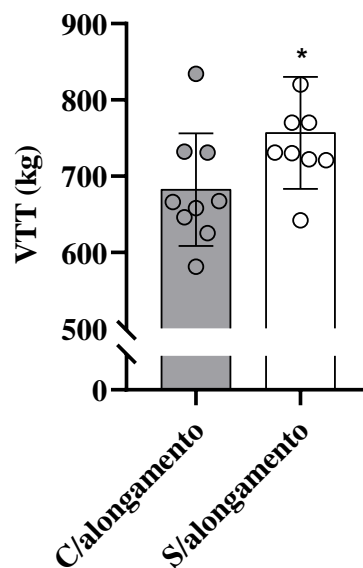
### **Análise estatística**

Para calcular a estatística inferencial dos dados, a função de distribuição de probabilidade foi testada pelo teste de *Shapiro-Wilk's* e a homoscedasticidade com o teste de *Levene's*. Posteriormente, foi adotado uma estatística descritiva por meio da média  $\pm$  desvio padrão (DP). Para cada exercício resistido, foi realizado o teste de 10RM e a confiabilidade do re-teste, em que o coeficiente de correlação intraclasse e o teste t pareado foram apresentados para verificar a diferença entre as duas ocasiões (teste e re-teste). O LAC e a CPK foram comparados para as duas condições usando uma análise de variância de dois fatores (ANOVA *two-way*) com medidas repetidas (condição  $\times$  tempo), seguido pelo *Post-Hoc de Tukey*. Um teste t pareado foi utilizado para comparar o VTT (carga  $\times$  séries  $\times$  repetições). Para comparar a PSE, foi utilizado o teste não paramétrico de *Wilcoxon's*. O tamanho do efeito (TE) de *Cohen's* foi conduzido para o VTT, LAC, CPK e PSE com a magnitude classificada em pequena (0,2), moderada (0,6) ou grande (1,2)<sup>19</sup>. O nível de significância foi de  $p < 0,05$  e o software utilizado para análise dos dados foi o GraphPad (Prism 8.0.1, San Diego, CA, EUA).

## Resultados

### Desempenho

O teste t pareado indicou diferenças significativas entre as condições com e sem alongamento para o VTT (com alongamento:  $682 \pm 74$ kg; 95% IC [625-739]; sem alongamento:  $757 \pm 73$ kg; 95% IC [700-813];  $p < 0,001$ ; TE: 1,082).



**Figura 2** – Volume total de treinamento

Valores expressos em média  $\pm$  DP; Kg = quilograma; VTT = volume total de treinamento; \* Diferença significativa comparado ao protocolo com alongamento ( $p < 0,05$ ).

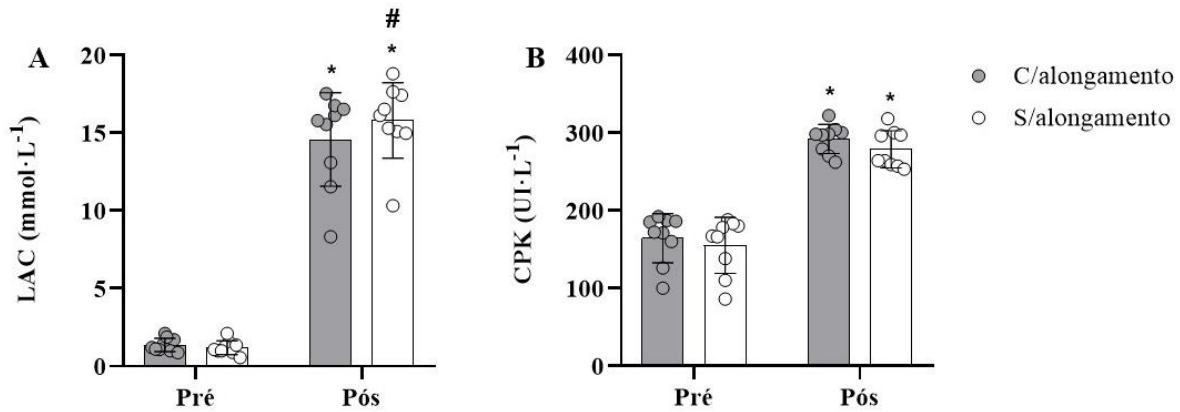
### Variáveis Metabólicas

A ANOVA two-way com medidas repetidas mostrou que foi encontrado interação significativa do LAC em relação ao tempo  $\times$  condição ( $F_{[1, 8]} = 8,4$ ;  $p = 0,019$ ). Ambas as condições aumentaram suas concentrações de LAC após os protocolos experimentais (com alongamento:  $1,4 \pm 0,4$  para  $14,6 \pm 3,0$  mmol·L<sup>-1</sup>; sem alongamento:  $1,2 \pm 0,4$  para  $15,8 \pm 2,4$  mmol·L<sup>-1</sup>;  $F_{[1, 8]} = 317$ ;  $p < 0,0001$ ). Além disso, houve uma diferença significativa entre as condições ( $p = 0,029$ ; TE: 0,469).

A ANOVA two-way com medidas repetidas mostrou que não foi encontrada interação significativa da CPK em relação ao tempo  $\times$  condição ( $F_{[1, 8]} = 0,27$ ;  $p = 0,617$ ). Ambas as condições aumentaram suas concentrações de CPK após os protocolos experimentais (com



alongamento:  $164,3 \pm 31,4$  para  $292,2 \pm 18,6$   $\text{UI}\cdot\text{L}^{-1}$ ; sem alongamento:  $155,1 \pm 36,0$  para  $278,7 \pm 23,9$   $\text{UI}\cdot\text{L}^{-1}$ ;  $F_{[1, 8]} = 144$ ;  $p < 0,001$ ). Além disso, não houve diferença significativa entre as condições ( $p = 0,302$ ; TE: 0,669).

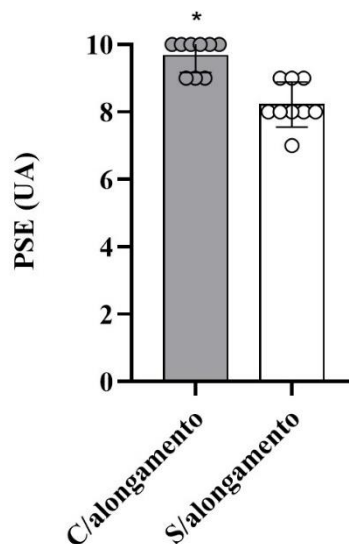


**Figura 3** – Variáveis metabólicas

Valores expressos em média  $\pm$  DP; LAC = Lactato; CPK = Creatinofosfoquinase; \* Diferença significativa comparado ao pré ( $p < 0,05$ ); # Diferença significativa comparado ao protocolo com alongamento ( $p < 0,05$ ).

### Percepção Subjetiva de Esforço

O teste de *Wilcoxon's* indicou diferenças significativas entre as condições com e sem alongamento para PSE (com alongamento:  $9,7 \pm 0,5$ ; 95% IC [9,3-10]; sem alongamento:  $8,2 \pm 0,67$ ; 95% IC [7,7-8,7];  $p = 0,003$ ; TE: 2,616).



**Figura 4** – Percepção subjetiva de esforço

Valores expressos em média  $\pm$  DP; PSE = Percepção subjetiva de esforço; \* Diferença significativa comparado ao protocolo sem alongamento ( $p < 0,05$ ).

## Discussão

O objetivo do presente estudo foi comparar os efeitos do método FST-7 com ou sem alongamento passivo entre as séries nas variáveis metabólicas (LAC e CPK), desempenho (VTT) e percepção subjetiva de esforço (PSE) em homens treinados. Os principais resultados do estudo demonstram que, ao contrário da hipótese inicial, houve um maior aumento na concentração do LAC sanguíneo para o grupo que não realizou o alongamento entre as séries do método FST-7. No entanto, não houve diferença entre os protocolos em relação à concentração de CPK sanguínea, embora ambas as condições aumentaram seus valores após o treinamento. Além disso, para o protocolo sem alongamento, verificou-se maior VTT e menor PSE em comparação à intervenção que utilizou o alongamento entre as séries. Portanto, os resultados sugerem que o fato de não usar o alongamento entre as séries, promoveu um melhor desempenho e que o alongamento realizado não foi capaz de aumentar a resposta metabólica, ao contrário do que havia sido observado anteriormente<sup>13</sup>.

Smith et al.<sup>20</sup> demonstraram que o alongamento passivo sozinho causa aumentos significativos nos níveis de CPK com o pico ocorrendo após 24 horas, corroborando com outros estudos<sup>21-23</sup>. Em nossos achados, embora exista níveis mais elevados de CPK, traduzido pelo moderado TE no protocolo com alongamento, não houve diferença significativa quando comparado ao protocolo sem alongamento. É necessário uma investigação dos efeitos prolongados dessa enzima, considerando que seus picos não ocorrem imediatamente após o esforço<sup>20</sup>.

Souza et al.<sup>14</sup> investigaram os efeitos de 30 segundos de exercícios específicos de alongamento entre as séries do agachamento e SR na PSE, número máximo de repetições e volume total em um protocolo de múltiplas séries, usando dois minutos de intervalo ou incluindo 30 segundos de alongamento passivo para os grupos musculares envolvidos. Reduções significativas foram observadas no número de repetições e no volume total do protocolo com alongamento. No entanto, não houve diferença estatística para a PSE. Tais resultados corroboram com o presente estudo, pois encontramos uma queda significativa no VTT quando o alongamento entre as séries foi implementado e valores mais altos de PSE foram evidenciados para o protocolo com alongamento. Contudo, o fato de termos aplicado um tempo de recuperação menor pode ter sido crucial para se obter uma maior PSE.

Garcia-Lopez et al.<sup>12</sup>, verificaram a influência do alongamento estático e balístico, realizado por 50 segundos (fracionado em 2 séries de 25 segundos), na aceleração e velocidade média durante a fase concêntrica de duas séries de SR com carga de 60% de 1RM para falha

muscular concêntrica. Cada alongamento foi realizado até um pouco antes do desconforto. Os resultados revelaram que os padrões de declínio da velocidade não mudaram com a adição das duas formas de alongamento entre as séries, quando foram realizadas para a falha. No entanto, quando a velocidade foi expressa em valores absolutos, o alongamento passivo parece ter tido uma influência maior na redução da velocidade de elevação durante a segunda série. Os achados de Garcia-Lopez et al.<sup>12</sup> corroboram com o presente estudo, onde o incremento do alongamento estático entre as séries do TF promoveu um maior declínio no desempenho.

Recentemente Marin et al.<sup>13</sup> compararam o desempenho de repetições no SR, a taxa de fadiga, secreção hormonal de testosterona e cortisol, respostas metabólicas de LAC, peróxido de hidrogênio e leucócitos totais em dois grupos, entre os quais a única diferença foi a implementação ou não do alongamento passivo entre séries durante os 60 segundos do intervalo de descanso. Os resultados demonstram que o alongamento não resultou em diferenças no número de repetições totais, nem no número de repetições entre as séries e respostas hormonais entre os grupos. Entretanto, o grupo que realizou o alongamento apresentou superioridade de 32% nas concentrações de LAC e 17% nos níveis de leucócitos quando comparado ao intervalo passivo.

Os dados observados por Marin et al.<sup>13</sup> não foram confirmados por nossos achados, uma vez que a concentração de LAC foi menor para o protocolo com alongamento e a realização do mesmo também resultou em um declínio no desempenho. Diferenças entre os protocolos, como o número de exercícios, séries totais, duração do intervalo entre as séries e o protocolo de alongamento utilizado, podem justificar as diferenças nos resultados obtidos em relação às concentrações do LAC e o desempenho das repetições.

Além disso, isso pode ser justificado pelo maior VTT obtido no protocolo sem a presença de alongamento e maior tempo de recuperação passiva, ajudando na melhor recuperação do sistema anaeróbio láctico. Outra justificativa encontrada é a arquitetura anatômica do músculo alvo, pesquisas anteriores verificaram diferenças regionais na restrição do fluxo sanguíneo dentro de um mesmo músculo, que foram atribuídas a diferentes pressões no tecido muscular e um padrão heterogêneo da direção das fibras musculares tornando o músculo menos ou mais favorável a restrição do fluxo sanguíneo<sup>24-26</sup>. Dois mecanismos podem estar diretamente relacionados à diminuição do desempenho após o alongamento passivo<sup>27</sup>, um deles é o fator neural, como diminuição da sensibilidade reflexa ou do recrutamento, que também pode ser a soma de ambos, através da inibição da excitabilidade do neurônio motor alfa ou do sistema nervoso central, o outro é a diminuição da rigidez na unidade

musculotendínea, o que altera a relação comprimento-tensão do músculo e a deformação das propriedades viscoelásticas<sup>28</sup>.

Dois outros estudos avaliaram os efeitos do alongamento entre séries após oito semanas de treinamento<sup>11, 15</sup>. Souza et al.<sup>15</sup> demonstraram que o uso do alongamento entre séries resultou em aumentos semelhantes na força, sem alteração nos níveis hormonais séricos, mas com maiores aumentos na flexibilidade. O alongamento era mantido por 30 segundos até o ponto de desconforto médio. Além disso, Evangelista et al.<sup>11</sup> mostraram que o uso do alongamento por 30 segundos entre séries resultou em aumentos semelhantes na força, mas com maiores aumentos na espessura muscular do vasto lateral e na soma das espessuras do bíceps, tríceps e vasto lateral, que podem estar associados ao maior acúmulo de metabólitos como o LAC<sup>13</sup>.

A elevação nas concentrações de LAC foi correlacionada com o aumento da fosforilação da enzima p70S6K, que é o alvo da via anabólica mTORC1, e maiores concentrações de testosterona e cortisol circulantes, mostrando ser uma molécula de sinalização anabólica<sup>29</sup>. Além disso, alguns autores sugerem que a restrição do fluxo sanguíneo e a consequente hipóxia muscular resultante do exercício de alongamento, pode ter um impacto no aumento da hipertrofia muscular<sup>26</sup>. Essa "oclusão" relativa pode reduzir a capacidade do sistema circulatório, resultando no acúmulo de LAC, íons hidrogênio e sódio, além de outros metabólitos durante o trabalho muscular, o que pode causar maiores respostas do hormônio do crescimento e níveis aumentados do fator de crescimento semelhante a insulina tipo 1 que são potentes estimuladores da hipertrofia muscular<sup>26</sup>.

## **Conclusões**

Com base no presente estudo, conclui-se que o uso do alongamento entre séries no método FST-7 não foi capaz de promover maior acúmulo de metabólitos e resultou em menor VTT quando comparado à ausência de alongamento. No entanto, quando o alongamento entre as séries foi utilizado, houve uma maior resposta da PSE e uma tendência a níveis mais elevados de CPK. Apesar disso, são necessários mais estudos que investiguem a influência de outros grupos musculares, diferentes exercícios, diferentes tempos de alongamento, diferentes gêneros e adaptações hormonais para esse tipo de treinamento.

## **Agradecimentos**

Este estudo foi financiado em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código Financeiro 001, e pelo Programa de Pós-

Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF).

### Referências

1. ACSM. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(3):687-708.
2. Fleck SJ, Kraemer WJ. *Fundamentos do Treinamento de Força Muscular*: Artmed Editora; 2017.
3. Angleri V, Ugrinowitsch C, Libardi CA. Crescent pyramid and drop-set systems do not promote greater strength gains, muscle hypertrophy, and changes on muscle architecture compared with traditional resistance training in well-trained men. *Eur J Appl Physiol.* 2017;117(2):359-69.
4. Goto K, Nagasawa M, Yanagisawa O, Kizuka T, Ishii N, Takamatsu K. Muscular adaptations to combinations of high- and low-intensity resistance exercises. *J Strength Cond Res.* 2004;18(4):730-7.
5. Goto M, Nirengi S, Kurosawa Y, Nagano A, Hamaoka T. Effects of the Drop-set and Reverse Drop-set Methods on the Muscle Activity and Intramuscular Oxygenation of the Triceps Brachii among Trained and Untrained Individuals. *J Sports Sci Med.* 2016;15(4):562-8.
6. Fink J, Schoenfeld BJ, Kikuchi N, Nakazato K. Effects 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.
7. Ozaki H, Kubota A, Natsume T, Loenneke JP, Abe T, Machida S, et al. Effects of drop sets with resistance training on increases in muscle CSA, strength, and endurance: a pilot study. *J Sports Sci.* 2018;36(6):691-6.
8. Marshall PW, Robbins DA, Wrightson AW, Siegler JC. Acute neuromuscular and fatigue responses to the rest-pause method. *J Sci Med Sport.* 2012;15(2):153-8.
9. Prestes J, R AT, de Araujo Sousa E, da Cunha Nascimento D, de Oliveira Rocha P, N FC, et al. Strength and Muscular Adaptations After 6 Weeks of Rest-Pause vs. Traditional

Multiple-Sets Resistance Training in Trained Subjects. *J Strength Cond Res.* 2019;33 Suppl 1:S113-s21.

10. Schoenfeld BJ, Ogborn DI, Vigotsky AD, Franchi MV, Krieger JW. Hypertrophic Effects of Concentric vs. Eccentric Muscle Actions: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Strength Cond Res.* 2017;31(9):2599-608.

11. Evangelista AL, De Souza EO, Moreira DCB, Alonso AC, Teixeira CVS, Wadhi T, et al. Interset Stretching vs. Traditional Strength Training: Effects on Muscle Strength and Size in Untrained Individuals. *J Strength Cond Res.* 2019;33 Suppl 1:S159-s66.

12. Garcia-Lopez D, Izquierdo M, Rodriguez S, Gonzalez-Calvo G, Sainz N, Abadia O, et al. Interset stretching does not influence the kinematic profile of consecutive bench-press sets. *J Strength Cond Res.* 2010;24(5):1361-8.

13. Marin DP, Urtado CB, Marques CG, Serafim AIS, Polito LFT, Almeida FN, et al. Effects of inter-set stretching on acute hormonal and metabolic response: a pilot study. *J Human Movement.* 2019;20(2).

14. Souza AC, Bastos CLB, Portal MND, Salles BF, Gomes TM, Novaes J. Acute effect of passive rest intervals and stretching exercise on multiple set performance. *Braz J Kinathrop Hum Perform.* 2009;11(4):435-43.

15. Souza AC, Bentes CM, de Salles BF, Reis VM, Alves JV, Miranda H, et al. Influence of inter-set stretching on strength, flexibility and hormonal adaptations. *J Hum Kinet.* 2013;36:127-35.

16. Shephard RJ. PAR-Q, Canadian Home Fitness Test and exercise screening alternatives. *Sports Med.* 1988;5(3):185-95.

17. Willardson JM, Simao R, Fontana FE. The effect of load reductions on repetition performance for commonly performed multijoint resistance exercises. *J Strength Cond Res.* 2012;26(11):2939-45.

18. Robertson RJ, Goss FL, Rutkowski J, Lenz B, Dixon C, Timmer J, et al. Concurrent validation of the OMNI perceived exertion scale for resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35(2):333-41.

19. Hopkins WG, Marshall SW, Batterham AM, Hanin J. Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(1):3-13.
20. Smith LL, Brunetz MH, Chenier TC, McCammon MR, Houmard JA, Franklin ME, et al. The effects of static and ballistic stretching on delayed onset muscle soreness and creatine kinase. *Res Q Exerc Sport.* 1993;64(1):103-7.
21. Tiidus PM, Iannuzzo CD. Effects of intensity and duration of muscular exercise on delayed soreness and serum enzyme activities. *Med Sci Sports Exerc.* 1983;15(6):461-6.
22. Clarkson PM, Byrnes WC, McCormick KM, Turcotte LP, White JS. Muscle soreness and serum creatine kinase activity following isometric, eccentric, and concentric exercise. *Int J Sports Med.* 1986;7(3):152-5.
23. Triffletti P, Litchfield PE, Clarkson PM, Byrnes WC. Creatine kinase and muscle soreness after repeated isometric exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 1988;20(3):242-8.
24. Hirche H, Raff WK, Grün D. The resistance to blood flow in the gastrocnemius of the dog during sustained and rhythmical isometric and isotonic contractions. *Pflugers Arch.* 1970;314(2):97-112.
25. Kirkebø A, Wisnes A. Regional tissue fluid pressure in rat calf muscle during sustained contraction or stretch. *Acta Physiol Scand.* 1982;114(4):551-7.
26. Mohamad NI, Nosaka K, Cronin J. Maximizing hypertrophy: Possible contribution of stretching in the intersets rest period. *Strength Cond J.* 2011;33(1):7.
27. Costa PB, Ryan ED, Herda TJ, Walter AA, Defreitas JM, Stout JR, et al. Acute effects of static stretching on peak torque and the hamstrings-to-quadriceps conventional and functional ratios. *Scand J Med Sci Sports.* 2013;23(1):38-45.
28. Ogura Y, Miyahara Y, Naito H, Katamoto S, Aoki J. Duration of static stretching influences muscle force production in hamstring muscles. *J Strength Cond Res.* 2007;21(3):788-92.
29. Nalbandian M, Takeda M. Lactate as a Signaling Molecule That Regulates Exercise-Induced Adaptations. *Biology (Basel).* 2016;5(4).