

Efeito agudo de diferentes volumes do treinamento de força na flexibilidade

Acute effect of different strength training volume in flexibility

Érica Queiroz da Silva¹, Thiago Matassoli Gomes², Ewertton de Souza Bezerra³, Francisco Saavedra⁴, Roberto Simão⁵

¹Professora Mestre, Coordenadora da Qualidade de Ensino do Centro Universitário do Norte – UNINORTE. Manaus, AM – Brasil.

²Professor Mestre da Universidade Estácio de Sá e pesquisador do Laboratório de Treinamento de Força, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Rio de Janeiro, RJ - Brasil.

³Professor Mestre da Faculdade de Educação Física e Fisioterapia e membro do Laboratório de Estudo do Desempenho Humano, Universidade Federal do Amazonas -UFAM. Manaus, AM – Brasil. Aluno de Doutorado em Educação Física, Centro de Desportos, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Florianópolis, SC - Brasil.

⁴Professor Doutor Vice-Diretor do Centro de Investigação em Desporto Saúde e Desenvolvimento Humano Universidade De Trás-Os-Montes e Alto Douro. Vila Real, Portugal.

⁵Professor Doutor da Escola de Educação Física e Desportos da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Rio de Janeiro, RJ – Brasil.

Autor de correspondência:

Ewertton Bezerra,
Av. General Rodrigo Octávio, 6200 - Coroado I,
Faculdade de Educação Física e Fisioterapia
CEP 69077-000 - Manaus – AM [Brasil]
esbezerra@gmail.com

Resumo

Introdução: O volume em uma sessão de treinamento de força (TF) pode alterar a flexibilidade. **Objetivo:** Verificar o efeito agudo de uma sessão de TF com diferentes volumes na flexibilidade, imediatamente após o término da sessão e 24 e 48 horas após. **Métodos:** Sessenta e um voluntários (24,31±0,81anos) do sexo masculino distribuídos aleatoriamente em três grupos: grupo controle (GC), duas série (G2S) e três séries (G3S). Todos os grupos foram avaliados pré e pós-treinamento no teste de sentar e alcançar, Goniometria (ombro, cotovelo, quadril, joelho e coluna) e teste de 10 Repetições Máximas (RM). O treinamento foi composto por nove exercícios que envolviam todas as articulações avaliadas e executado 10 repetições. **Resultados:** Houve aumento dos níveis de flexibilidade para maioria dos movimentos do ombro; quadril (extensão) e tronco (flexão e extensão) quando comparadas as situações pré e pós-treinamento para todos os grupos submetidos ao treinamento ($p < 0,05$). **Conclusão:** Uma sessão de ER com diferentes volumes é capaz de modificar a flexibilidade de articulações triaxiais.

Descritores: Amplitude de movimento articular; Educação física e treinamento; Atividade motora.

Abstrac

Introduction: The volume in a resistance exercise (RE) session can change flexibility. **Objective:** The aim of the study was to investigate the acute effect of a training session with different volumes flexibility, immediately after the session and 24 and 48 hours after the training session. **Methods:** Study participants were 61 volunteers (24.31 ± 0,81 year) males randomly assigned to three groups: control group (CG), two series (G2S) and three series (G3S). All groups were assessed before and after training in the sit and reach test, Goniometry (shoulder, elbow, hip, knee and spine) and test 10 Maximum Repetitions (RM). The training was composed of nine exercises that involved all tested joints and was run 10 repetitions of each exercise with moderate intensity. **Results:** There was an increase of the flexibility levels for most shoulder movements; hip (extension) and trunk (flexion and extension) when comparing before and after training for all undergoing training groups ($p < 0.05$). **Conclusion:** A RE session with different volumes is able to modify the flexibility of triaxial joints.

Keywords: Range of motion, articular; Physical education and training; Motor activity.

Introdução

A prática regular de programas de exercícios físicos voltados para o desenvolvimento ou manutenção da força muscular e da flexibilidade ou, até mesmo, de outros importantes componentes da aptidão física relacionados à saúde pode exercer papel extremamente relevante ao longo da vida¹⁻³. Entretanto, a exata demanda para a prescrição dessas duas valências em um programa de atividade física supervisionado não aparece de maneira clara na literatura. A realização de exercícios resistidos (ER) potencializa, inquestionavelmente, a força muscular nos mais diferentes tipos de indivíduos⁴⁻⁹. Além disso, a realização continuada de um treinamento de força (TF) parece provocar aumentos significativos no desempenho da flexibilidade em diferentes articulações.

Fatouros et al.⁴ investigaram o efeito de 24 semanas de ER realizado em diferentes intensidades sobre o desempenho da amplitude articular em idosos inativos. Os autores observaram uma demanda de aumentos entre 3% e 28% no desempenho da flexibilidade em diferentes articulações. As maiores diferenças ocorreram no grupo que realizou os ER com maior intensidade. Além disso, ao analisar o destreinamento, os autores observaram que o grupo que treinou com maior intensidade obteve menores perdas na amplitude articular. Assim, observa-se que pode existir uma relação de dependência entre o desempenho da flexibilidade e a intensidade dos ER. Estudando jovens adultos, Monteiro et al.⁵ investigaram os efeitos dos ER sobre o desempenho da flexibilidade em mulheres sedentárias de meia idade (35 a 39 anos). Os movimentos de adução horizontal do ombro, flexão e extensão do tronco e do quadril apresentaram aumentos significativos (37,3%; 146,2%; 135,6%; 15,4%) após a realização de dez semanas de ER. Santos et al.⁶ observaram que os métodos alternado por segmento e agonista-antagonista promoveram aumentos significantes ($p < 0,05$) na amplitude articular de mulheres sedentárias. Ao analisar os efeitos dos ER, sendo realizados de maneira

isolada ou combinada com exercícios de alongamento, Simão et al.⁷ observaram aumentos no desempenho da flexibilidade em todas as comparações efetuadas. Os autores concluíram que somente a realização de ER promovem aumentos significativos na flexibilidade.

Relacionando a resposta da flexibilidade a diferentes volumes e intensidades de ER, Novaes Neto et al.⁹ observaram que diversas intensidades (80%, 60% e 40% de 1RM) provocaram aumentos significativos para variados movimentos articulares, sendo a intensidade de 80% de 1RM mais eficiente para promover tais respostas. Simão et al.⁸ concluíram que diferentes volumes de treinamento (1 série *vs.* 3 séries) promoveram alterações significativas na flexibilidade de 60 homens escolhidos intencionalmente quando comparados os momentos pré e pós treinamento. Entretanto, apenas o grupo que realizou três séries de ER apresentou diferenças quando comparado com o grupo controle.

Há muitos fatores que podem influenciar a flexibilidade, como o aumento da amplitude de movimento, o grau de condição física, idade, especificidade do treinamento e variáveis de prescrição metodológica (ordem e número de exercícios, séries, repetições, intervalos de descanso e sistema de treinamento)^{5,10}. Embora a realização continuada dos ER melhore o desempenho da flexibilidade em diferentes articulações, a ausência de estudos que acompanhem o período no qual essas alterações positivas na amplitude de movimento permanecem estáveis compõem uma importante lacuna do conhecimento a ser esclarecida pela literatura. Em vista disso, o objetivo do estudo foi verificar o efeito agudo de uma sessão de TF com diferentes volumes na flexibilidade, imediatamente após o término da sessão, 24 e 48 horas após a sessão de treinamento.

Material e Métodos

Desenho Experimental

Na primeira visita ao laboratório foram mensuradas as medidas antropométricas (mas-

sa corporal, estatura e gordura corporal) e de flexibilidade. Na segunda visita (24 horas após) os testes de flexibilidade executados no primeiro dia foram repetidos a fim de determinar a reprodutibilidade das medidas. A partir da terceira visita (48 horas após a primeira visita) iniciou-se o período de duas semanas de adaptação ao teste de 10 repetições máximas (10RM). Após os testes iniciais, os participantes foram distribuídos aleatoriamente em três situações experimentais: a) G2S (n = 18) - realizou duas séries de cada exercício da sessão de ER; b) G3S (n = 19) - realizou três séries de cada exercício da sessão de ER; c) GC (n = 24) - não realizou nenhum tipo de ER.

Sujeitos

Fizeram parte do estudo 61 voluntários (24,31±0,81anos; 72,61±3,99kg; 1,71±0,02m; 24,77±0,74kg/m²) do sexo masculino selecionados intencionalmente. Os sujeitos não tinham experiência prévia com ER ou não treinavam a pelo menos um ano, também não apresentavam quaisquer limitações funcionais para a realização dos exercícios propostos na metodologia do treinamento de força. Todos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, que continha informações pertinentes ao experimento e assegurava a sua privacidade. Todos os princípios de ética foram respeitados de acordo com a Resolução 466/12, do Conselho Nacional de Saúde e foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro Universitário do Norte/Laureate (CAAE-056.0.426.000-11).

Teste de amplitude articular

A flexibilidade foi avaliada antes, imediatamente após a sessão de TF, 24 e 48 horas pós sessão de ER através do teste de sentar e alcançar¹¹ e da goniometria, segundo o protocolo de Norkin e White¹² com amplitude máxima em 10 movimentos articulares, sendo: flexão, extensão, abdução e adução horizontal do complexo articular do ombro, flexão de cotovelo, flexão e ex-

tensão do quadril, flexão do complexo articular do joelho e flexão e extensão de tronco. Exceto para os movimentos do tronco, todas as medidas foram realizadas do lado direito.

Para medir a flexibilidade, o avaliador conduziu o segmento do avaliado até a limitação mecânica do movimento. As medidas foram efetuadas sempre na mesma hora do dia. Para os testes de flexibilidade, foi utilizado um goniômetro da marca Lafayette (modelo Sammons Preston Rolyan #7514).

Teste de 10RM

Como forma de aquecimento, cada indivíduo realizou uma série de cinco a dez repetições com uma carga equivalente a 40% do peso máximo percebido. Após um minuto de repouso, foi realizada a segunda série entre três e cinco repetições com 50% a 60% do máximo percebido. Em seguida, deu-se início aos testes, em que até três tentativas puderam ser realizadas, sendo o peso ajustado sempre antes de cada tentativa. O tempo de recuperação entre as tentativas foi padronizado em cinco minutos. Quando o avaliado não conseguia mais realizar o movimento de forma correta o teste era interrompido, sendo registrada como carga máxima para 10 repetições aquela obtida na última execução completa. Algumas estratégias foram adotadas no sentido de reduzir a margem de erro da coleta, foram elas: (a) instruções padronizadas foram oferecidas antes dos testes de modo que o avaliado tivesse ciência de toda a rotina que envolvia a coleta de dados; (b) o participante foi instruído sobre a técnica para realizar o exercício; (c) o avaliador estava atento quanto à posição adotada pelo praticante no momento da execução dos movimentos; (d) todos os sujeitos receberam encorajamentos verbais durante as tentativas; (e) os testes foram realizados na mesma hora do dia em todas as sessões. O tempo de intervalo entre os exercícios foi de no mínimo 30 minutos. Os exercícios utilizados obedeceram a seguinte ordem: supino horizontal (SUP) e *leg press* (LEG).

Sessão de ER

A ordem dos exercícios durante as situações experimentais foi: supino horizontal com barra (SUP), *leg press* (LP), puxada anterior (PUX), cadeira extensora (CE), desenvolvimento sentando com halteres (DES), cadeira flexora (CF), rosca bíceps com barra (RB), abdominal *crunch* e rosca tríceps na polia (RT). Foi observado um intervalo de 90 a 120 segundos entre as séries e exercícios. Antes de cada sessão de treinamento, os participantes executaram um aquecimento específico, consistindo de 10 repetições com aproximadamente 50% da carga utilizada no primeiro exercício da sessão de treinamento. Durante as sessões, os participantes foram verbalmente estimulados a executar todas as séries até a falha concêntrica e as mesmas definições de amplitude de movimento completa usadas durante os testes de 10RM foram utilizadas para definir uma repetição como bem sucedida.

A sessão de treinamento foi supervisionada por um avaliador experiente que registrou o volume de treino dos indivíduos. Além disso, foi controlado para que os indivíduos não realizassem exercícios aeróbicos ou de flexibilidade durante a sessão de treino e até 48 horas na qual ocorreu a última avaliação.

Tratamento Estatístico

Todas as variáveis foram descritas com valores de tendência central (média) e dispersão (desvio padrão). O teste de Shapiro-Wilk foi aplicado para análise da normalidade, os dados que não apresentaram normalidade foram transformados pela função logarítmica. O teste de Mauchly verificou a homogeneidade da variância, com um teste de efeito intra-sujeitos de Greenhouse-Geisser, quando a mesma não era assumida. Uma anova-two-way (grupo x tempo) para medidas repetidas foi aplicada para comparar os resultados entre grupos e períodos avaliados, com post-hoc de BONFERRONI quando necessário. O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$ para todas as análises. O programa SPSS versão 21 para Windows (Statsoft, Inc.,

Tulsa, OK,USA) foi utilizado em toda a análise estatística.

O Índice de correlação intraclass foi utilizado para determinar a reprodutibilidade dos resultados das duas medidas do teste 10RM (ICC=0,9) e da flexibilidade (ICC=0,89).

Adicionalmente, cálculos de efeito do tamanho (ET) (diferença entre os escores do pré-teste e pós-teste dividido pelo desvio padrão do pré-teste) foram realizados para determinar a magnitude das diferenças. A escala proposta por Rhea¹³ foi utilizada para classificar a magnitude do efeito do tamanho.

Resultados

Para os membros superiores (Tabela 1), o movimento de flexão de ombro apresentou interação (grupo x tempo), $p=0,024$. Sendo assim, houveram mudanças significativas entre o período PRÉ e IPÓS em ambos os grupos 2S ($p=0,014$) e 3S ($p=0,48$), no entanto, entre o período POS24 e POS48, somente o grupo 3S ($p=0,032$) apresentou mudanças. Na adução horizontal e abdução vertical do ombro houve interação (grupo x tempo), $p<0,0001$, com mudanças significativas entre o período PRÉ e IPÓS em ambos os grupos 2S e 3S, $p>0,0001$, para a adução horizontal; e com mudanças significativas apenas para o grupo 2S ($p=0,011$) após 48H em relação ao 24H, para a abdução vertical. A flexão do cotovelo apresentou diferenças significativas em ambos os grupos experimentais (2S e 3S), $p>0,0001$, para 24H e 48H em relação ao período PRÉ.

Para o membro inferior, tabela 2, ocorreu interação (grupo x tempo) para o movimento de extensão do quadril ($p=0,001$), com mudanças significativas entre período IPÓS e PRÉ para o grupo 3S ($p>0,0001$), assim como, para o movimento de flexão do joelho ($p=0,008$), com mudanças entre o período 48H em relação ao 24H neste mesmo grupo (3S). O movimento de flexão do quadril não apresentou diferenças em relação ao tempo ($p=0,94$) e nem entre grupos ($p=0,83$).

Em relação aos movimentos do tronco (Tabela 2), ocorreu interação (grupo x tempo) no movimento de flexão ($p=0,047$) e extensão ($p>0,0001$), com diferença entre o grupo 3S e o controle na medida de 48H ($p=0,10$) e entre os períodos 24H e 48H para grupo 3S ($p=0,002$) durante o movimento de flexão; e mudanças significativas para o grupo 2S em relação ao 3S ($p=0,043$) e controle ($p=0,009$), bem como, entre o períodos IPÓS e PRÉ ($p>0,0001$), 48H e 24H ($p=0,026$) no movimento de extensão. No teste de sentar e alcançar uma interação (grupo x tempo) também foi observada, $p>0,0001$, com diferença significativa entre o grupo 2S e o controle no IPÓS ($p=0,013$), 24H ($p=0,001$) e 48h ($p=0,049$). Assim como, diferenças significativas

entre o períodos IPÓS e PRÉ para o grupo 2S ($p=0,016$) e 3S ($p<0,0001$). Não ocorreram diferenças entre os grupos ($p>0,05$) em nenhum dos movimentos para o membro superior. No movimento de extensão do ombro não ocorreram mudanças significativas entre os períodos e grupos analisados, $p>0,05$.

Discussão

O presente estudo investigou o efeito agudo de uma sessão de ER com diferentes volumes na flexibilidade, imediatamente após o término da sessão e 24 e 48 horas após a sessão de treinamento. Sendo assim, o principais achados

Tabela 1: Movimentos das articulações do ombro e cotovelo nos períodos experimentais com efeito do tamanho intra e intergrupos

| OMBRO | | | | | | | | | | | |
|----------|--------|----------------------|----------------|---------------|----------------|-------------------|----------|-----------|-------------|------------|-----------|
| | Grupos | Período experimental | | | | Efeito do tamanho | | | | | |
| | | PRÉ | PÓS | 24H | 48H | Intragrupos | | | Intergrupos | | |
| | | | | | | PÓS | 24H | 48H | PÓS | 24H | 48H |
| FLEXÃO | G3S | 165,24 ± 7,59 | 169,67 ± 8,48a | 171,70 ± 7,09 | 173,65 ± 5,36b | 0,58 (P) | 0,85 (P) | 1,1 (P) | 0,51 (P) | 0,5 (P) | 0,54 (P) |
| | G2S | 167,43 ± 6,48 | 172,39 ± 5,01a | 173,15 ± 4,47 | 174,09 ± 6,79 | 0,63 (P) | 0,7 (P) | 0,85 (P) | 0,06 (T) | 0,26 (T) | 0,59 (P) |
| | GC | 171,23 ± 4,53 | 172,08 ± 4,71 | 174,08 ± 4,71 | 171,18 ± 4,57b | 0,18 (T) | 0,62 (P) | 0,01 (T) | x | x | X |
| EXTENSÃO | G3S | 45,67 ± 14,75 | 46,50 ± 12,14 | 43,79 ± 8,49 | 44,70 ± 9,60 | 0,06 (T) | 0,12 (T) | 0,1 (T) | 0,03 (T) | 0,44 (T) | 0,04 (T) |
| | G2S | 49,09 ± 13,82 | 45,47 ± 16,10 | 46,88 ± 13,50 | 46,86 ± 15,31 | 0,26 (T) | 0,15 (T) | 0,16 (T) | 0,07 (T) | 0,11 (T) | 0,18 (T) |
| | GC | 45,17 ± 9,44 | 46,15 ± 9,43 | 48 ± 9,44 | 45,10 ± 9,43 | 0,1 (T) | 0,29 (T) | 0,007 (T) | x | x | X |
| ADUÇÃO | G3S | 43,51 ± 6,18 | 53,82 ± 8,02a | 52,89 ± 8,58 | 53,93 ± 3,90 | 1,59 (M) | 1,65 (M) | 1,74 (M) | 0,32 (T) | 0,18 (T) | 0,49 (T) |
| | G2S | 46,8 ± 9,20 | 51,65 ± 7,89a | 50,83 ± 9,1 | 51,29 ± 8,44 | 0,61 (P) | 0,38 (T) | 0,49 (T) | 0,27 (T) | -0,09 (PE) | 0,25 (T) |
| | GC | 48,66 ± 10,44 | 49,64 ± 10,40 | 51,49 ± 10,25 | 48,74 ± 10,53b | 0,09 (T) | 0,27 (T) | 0,007 (T) | x | x | X |
| ABDUÇÃO | G3S | 159,39 ± 8,49 | 161,61 ± 8,07 | 163,53 ± 8,02 | 165,59 ± 5,19 | 0,34 (T) | 0,59 (P) | 0,89 (P) | -0,87 (PE) | -0,86 (PE) | 0,005 (T) |
| | G2S | 162,61 ± 8,49 | 163,06 ± 7,54 | 166,00 ± 6,73 | 169,11 ± 9,79 | -0,005 (PE) | 0,3 (T) | 0,61 (P) | -0,3 (PE) | -0,47 (PE) | 0,65 (P) |
| | GC | 165,25 ± 5,86 | 166,23 ± 5,86 | 168,18 ± 5,87 | 165,28 ± 5,86 | 0,16 (T) | 0,5 (P) | 0,005 (T) | x | x | X |

| COTOVELO | | | | | | | | | | | |
|----------|--------|----------------------|---------------|----------------|----------------|-------------------|----------|----------|-------------|------------|----------|
| | Grupos | Período experimental | | | | Efeito do tamanho | | | | | |
| | | PRÉ | PÓS | 24H | 48H | Intragrupos | | | Intergrupos | | |
| | | | | | | PÓS | 24H | 48H | IPÓS | 24H | 48H |
| FLEXÃO | G3S | 139,75 ± 6,56 | 140,63 ± 5,14 | 142,91 ± 4,35a | 142,91 ± 4,36a | 0,08 (T) | 0,47 (T) | 0,42 (T) | 0,03 (T) | 0,13 (T) | 0,45 (T) |
| | G2S | 139,96 ± 7,04 | 139,37 ± 7,83 | 140,81 ± 6,03a | 141,07 ± 6,7a | -0,03 (PE) | 0,13 (T) | 0,19 (T) | -0,05 (PE) | -0,14 (PE) | 0,26 (T) |
| | GC | 139,18 ± 7,77 | 140,12 ± 7,83 | 141,97 ± 8,0a | 139,17 ± 7,78 | 0,12 (T) | 0,35 (T) | 0 | x | x | X |

a. Diferença estatística em relação ao PRÉ ($p < 0,05$); b. Diferença estatística em relação ao 24H ($p < 0,05$). Valores expressos em graus; G3S (3 séries), G2S (2 séries), GC (grupo controle); Efeito do tamanho : M (moderado), P (pequeno), T (trivial), PE (perda).

Tabela 2: Movimentos das articulações do quadril, joelho, coluna e teste de sentar e alcançar nos períodos experimentais com efeito do tamanho intra e intergrupos

| QUADRIL | | | | | | | | | | | |
|----------|-----|----------------------|--------------|--------------|--------------|-------------------|----------|----------|-------------|------------|------------|
| GRUPOS | | Período experimental | | | | Efeito do tamanho | | | | | |
| FLEXÃO | | PRÉ | PÓS | 24H | 48H | Intragrupos | | | Intergrupos | | |
| | | | | | | PÓS | 24H | 48H | PÓS | 24H | 48H |
| FLEXÃO | G3S | 102,15± 15,31 | 105,28± 7,33 | 103,02± 8,58 | 105,15± 8,58 | 0,2 (T) | 0,05 (T) | 0,19 (T) | -0,37 (PE) | -0,88 (PE) | 0,27 (T) |
| | G2S | 101,02± 12,63 | 104,58± 6,29 | 103,93± 6,24 | 102,9± 6,24 | 0,28 (T) | 0,23 (T) | 0,14 (T) | -0,46 (PE) | -0,77 (PE) | 0,54 (T) |
| | GC | 107,34± 8,14 | 108,33± 8,14 | 110,28± 8,16 | 107,38± 8,16 | 0,12 (T) | 0,36 (T) | 0 | x | x | x |
| EXTENSÃO | G3S | 21,81± 7,2 | 27,70± 5,51a | 28,74± 5,26 | 29,63± 5,86 | 0,8 (P) | 0,92 (P) | 1,03 (P) | -0,78 (PE) | -1,01 (PE) | -0,19 (PE) |
| | G2S | 26,54± 6,3 | 28,76± 6,54 | 29,17± 7,93 | 28,61± 8,51 | 0,38 (T) | 0,48 (T) | 0,41 (T) | -0,78 (PE) | -0,79 (PE) | -0,24 (PE) |
| | GC | 30,11± 4,5 | 31,08± 4,51 | 33,03± 4,53 | 30,13± 4,5b | 0,21 (T) | 0,64 (P) | 0 | x | x | x |

| JOELHO | | | | | | | | | | | |
|--------|-----|----------------------|--------------|--------------|---------------|-------------------|------------|----------|-------------|------------|----------|
| Grupos | | Período experimental | | | | Efeito do tamanho | | | | | |
| FLEXÃO | | PRÉ | PÓS | 24H | 48H | Intragrupos | | | Intergrupos | | |
| | | | | | | PÓS | 24H | 48H | PÓS | 24H | 48H |
| FLEXÃO | G3S | 121,84± 8,82 | 121,61± 8,78 | 121,86± 8,46 | 124,9± 6,15b | -0,03 (PE) | -0,02 (PE) | 0,38 (T) | -0,39 (PE) | -0,65 (PE) | 0,21 (T) |
| | G2S | 122,27± 8,82 | 121,26± 9,4 | 121,41± 9,2 | 123,35± 6,79 | -0,1 (PE) | -0,06 (PE) | 0,12 (T) | -0,57 (PE) | -0,79 (PE) | 0,16 (T) |
| | GC | 123,98± 7,23 | 124,98± 7,24 | 126,93± 7,25 | 123,98± 7,24b | 0,13 (T) | 0,4 (T) | 0 | x | x | x |

| COLUNA | | | | | | | | | | | |
|----------|-----|----------------------|---------------|---------------|----------------|-------------------|----------|----------|-------------|----------|----------|
| Grupos | | Período experimental | | | | Efeito do tamanho | | | | | |
| FLEXÃO | | PRÉ | PÓS | 24H | 48H | Intragrupos | | | Intergrupos | | |
| | | | | | | PÓS | 24H | 48H | PÓS | 24H | 48H |
| FLEXÃO | G3S | 50,51 ± 13,52 | 47,98 ± 12,93 | 50,42 ± 13,19 | 56,5 ± 11,12bc | -0,05 | 0,11 (T) | 0,65 (P) | 0,14 (T) | 0,16 (T) | 1,59 (M) |
| | G2S | 51,89 ± 13,52 | 51,93 ± 9,49 | 50,81 ± 10,6 | 53,67 ± 11,95 | -0,16 | -0,21 | -0,05 | 0,58 (P) | 0,2 (T) | 0,97 (P) |
| | GC | 46,43 ± 6,66 | 47,42 ± 6,65 | 49,37 ± 6,66 | 46,57 ± 6,70 | 0,14 (T) | 0,44 (T) | 0,02 (T) | x | x | x |
| EXTENSÃO | G3S | 10,48 ± 2,07 | 11,47 ± 1,98 | 11,56 ± 2,46c | 11,89 ± 2,55d | 0,45 (T) | 0,4 (T) | 0,65 (P) | -0,28 | -0,94 | 0,16 (T) |
| | G2S | 11,13 ± 2,29 | 13,50 ± 3,03a | 13,29 ± 3,28 | 14,51 ± 3,70b | 1,04 (P) | 1,04 (P) | 1,48 (M) | 0,35 (T) | -0,26 | 0,99 (P) |
| | GC | 11,39 ± 3,11 | 12,33 ± 3,10 | 14,28 ± 3,12 | 11,33 ± 3,11bd | 0,3 (T) | 0,92 (P) | -0,01 | x | x | x |

| TESTE DE SENTAR E ALCANÇAR | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|-----|----------------------|----------------|---------------|---------------|-------------------|----------|----------|-------------|-------|-------|
| Grupos | | Período experimental | | | | Efeito do tamanho | | | | | |
| | | PRÉ | PÓS | 24H | 48H | Intragrupos | | | Intergrupos | | |
| | | | | | | PÓS | 24H | 48H | PÓS | 24H | 48H |
| | G3S | 28,02 ± 8,82c | 32,25 ± 7,62a | 34,05 ± 6,31 | 34,49 ± 6,93 | 0,47 (T) | 0,68 (P) | 0,73 (P) | -0,64 | -0,66 | -0,28 |
| | G2S | 29,21 ± 8,31c | 31,07 ± 5,88ac | 31,20 ± 6,84c | 31,69 ± 6,18c | 0,22 (T) | 0,23 (T) | 0,29 (T) | -0,78 | -0,99 | -0,6 |
| | GC | 36,90 ± 8,70 | 37,88 ± 8,69 | 39,78 ± 8,65 | 37,03 ± 8,79b | 0,11 (T) | 0,33 (T) | 0,01 (T) | x | x | x |

a. Diferença estatística em relação ao PRÉ ($p < 0.05$); b. Diferença estatística em relação ao 24H ($p < 0.05$). c. Diferença estatística em relação ao GC ($p < 0.05$); d. Diferença estatística em relação ao 2S ($p < 0.05$). Valores expressos em graus; G3S (3 séries), G2S (2 séries), GC (grupo controle); Efeito do tamanho : M (moderado), P (pequeno), T (trivial), PE (perda).

referem-se que independente do segmento as articulações triaxiais (ombro, quadril e coluna) e biaxiais (cotovelo e joelho) respondem de forma positiva após uma sessão de ER, independente da condição (2s ou 3S).

Nóbrega et al.¹⁰ não observaram aumentos significativos ($p > 0,05$) na flexibilidade de jovens inativos, quando ER foram realizados de maneira isolada. Os autores investigaram 43 jovens inativos durante 12 semanas e os distribuíram em quatro grupos, a saber: (TFor) apenas treinamento de força; (TFle) somente treino de flexibilidade; (TFF) treinamento de força e flexibilidade e (GC) grupo controle. O método Flexitest¹⁴ foi utilizado para avaliar a flexibilidade. Os grupos treinaram duas vezes por semana. A flexibilidade aumentou de maneira significativa quando treinada de maneira isolada (+33%; $p < 0,001$) ou em combinação com o treinamento de força (+18%; $p < 0,001$). Em sua conclusão, os autores afirmam que o treino de força melhora a amplitude articular apenas quando combinado com um treinamento da flexibilidade, sendo improváveis alterações significativas ao ser efetuado de maneira isolada. Os resultados do presente estudo discordam dos achados de Nóbrega et al.¹⁰ tendo em vista que para articulações do ombro e quadril nos movimentos analisados ocorreram melhora no período IPÓS e aumento 48H após a sessão, mostrando que de forma isolada o ER pode proporcionar melhora da amplitude de movimento (ADM). Entretanto, importantes diferenças entre os trabalhos devem ser levadas em consideração ao realizar a comparação dos achados, como o fato de o método de avaliação da flexibilidade utilizado por Nóbrega et al.¹⁰, apesar de validado e bastante difundido na literatura – ser extremamente subjetivo e dependente da acurácia e experiência do avaliador.

Comparando os resultados no que tange o controle do volume dos ER, Simão et al.⁸ observaram aumentos significativos na amplitude de movimento de sessenta voluntários intencionalmente escolhidos quando os mesmos realizaram uma e três séries de ER durante 10 semanas de treinamento. Ademais, o grupo que

realizou três séries (maior volume de treinamento) obteve maiores diferenças significativas quando comparado com o grupo que realizou apenas uma série. Fatouros et al.⁴ investigaram o efeito da realização de 24 semanas de ER sobre as respostas da flexibilidade em diferentes articulações de 58 idosos destreinados, os quais foram divididos aleatoriamente em quatro grupos, sendo: controle (GC, $n=10$); ER de baixa intensidade (BI, 40%1RM, $n=14$); ER de intensidade moderada (MI, 60%1RM, $n=12$) e ER de alta intensidade (AI, 80%1RM, $n=14$). Os autores avaliaram a flexibilidade nas articulações do quadril, ombro, joelho e cotovelo pela técnica de goniometria e também utilizaram o teste de sentar e alcançar. A flexibilidade do tronco, cotovelo, ombro, joelho e quadril aumentou de maneira significativa nos grupos experimentais, sendo mais efetiva no MI (6-22%) e no AI (8-28%) do que no BI (3-12%). Apesar de utilizar sujeitos com níveis de treinamento e idades diferentes (idosos destreinados vs jovens treinados), os resultados do estudo aqui apresentado confirmam os resultados de Fatouros et al.⁴ ao comparar os movimentos do complexo articular do ombro de maneira isolada. Ao que parece, a resposta da amplitude articular demonstra ter uma relação direta com o volume e a intensidade dos ER^{4,7}. Fatos que demonstram haver uma relação do comportamento da flexibilidade observado de forma aguda, como no presente estudo, ao apresentados de forma crônica como nos estudo supracitados^{4,8}.

A realização de ER em intensidades próximas a 80%1RM parece potencializar o desempenho da flexibilidade em relação a outras intensidades. O tempo de tensão aplicado em cada série de ER parece proporcionar mudanças fisiológicas importantes, como a remodelação das moléculas de colágeno e elastina¹⁵. A amplitude do movimento seria influenciada pelo aumento do comprimento de um tecido, proporcionalmente à tensão aplicada. Tais aumentos de amplitude podem ser, ainda, decorrentes da melhora das atividades neurais^{16,17}. Uma das hipóteses relaciona-se às modificações nos mecanis-

mos neuromusculares mediante estímulos nas unidades motora e consequente excitação dos motoneurônios alfa e gama¹⁸. Os efeitos neurais proporcionam, inicialmente, um aumento da amplitude de movimento antes do acionamento do sistema reflexo, com a posterior participação dos fusos e das ações inibitórias autogênica e recíproca, provocadas por contrações isométricas ocorridas durante todo o processo de aumento de comprimento e geração de tensão durante o alongamento^{16,17}. Entretanto, esses efeitos, inicialmente importantes, parecem não produzir resultados significativos, quando comparados com a hipótese de redução das resistências mecânicas. Essa redução parece acontecer em virtude das mudanças nas propriedades viscoelásticas dos tecidos moles e conjuntivos, submetidos a estresses constantes durante o treinamento da flexibilidade¹⁹.

É possível observar que para os músculos ou grupos musculares envolvidos no teste de sentar e alcançar uma sessão de ER foi capaz de causar modificações positivas na amplitude de movimento. Sendo assim, os benefícios desses exercícios para esses grupos ocorre de forma aguda, e tende a melhorar com um período prolongado de treinamento de força^{4,20}.

A partir dos achados do presente estudo, é possível inferir que, na condição aguda, o volume de exercícios apresenta tendência de influenciar mais nas articulações com movimentos diretamente envolvidos no exercício, no entanto as de menor envolvimento nos exercícios (coluna vertebral) apresentaram mudanças menores, porém positivas. Assim, pode-se estabelecer uma relação direta para o aumento da resposta positiva da amplitude articular quando a articulação está envolvida diretamente no exercício. Além do que, o envolvimento direto da articulação no exercício faz com que haja ações mais diretas nas propriedades do tendão, pois a carga mecânica aumenta a atividade metabólica como destacaram os estudos de Kalliokoski et al.²¹ e Kjaer et al.²², o que favorece respostas positivas do tendão ao exercícios independente do volume aplicado a esta carga.

Conclusão

Os resultados do presente estudo sugerem que uma sessão de ER com diferentes volumes é capaz de modificar a flexibilidade de articulações triaxiais e biaxiais, na qual um grande número de músculos são capazes de realizar os movimentos articulares e tal efeito pode perdurar por até 48 horas. Mesmo com estes ganhos agudos, destaca-se que é necessário um programa crônico de treinamento para aumento e/ou manutenção de tais modificações.

Agradecimento

Ao Centro Universitário do Norte por ceder o espaço e equipamentos para avaliação e execução do protocolo experimental.

Referências

1. American College of Sports Medicine. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2002; 34(2):364-80
2. American College of Sports Medicine. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009; 41(3):687-708.
3. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee MD, et al. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2011; 43(7):1334-59.
4. Fatouros IG, Kambas A, Katabrasas I, Leontsini D, Chatzinikolaou A, Jamurtas AZ, et al. Resistance training and a detraining effects on flexibility performance in the elderly are intensity-dependent. *J Strength Cond Res.* 2006; 20(3):634-42.
5. Monteiro WD, Simão R, Polito MD, Santana CA, Chaves RB, Bezerra E, et al. Influence of strength training on adult women's flexibility. *J Strength Cond Res.* 2008; 22(3):672-7.
6. Santos E, Rhea MR, Simão R, Dias I, Salles BF, Novaes J, et al. Influence of moderately intense strength training on flexibility in sedentary young women. *J Strength Cond Res.* 2010; 24(11):3144-9.

7. Simão R, Lemos A, Salles B, Leite T, Oliveira E, Rhea MR, et al. The influence of strength, flexibility, and simultaneous training on flexibility and strength gains. *J Strength Cond Res*. 2011a; 25(5):1333-8.
8. Simão R, Leite T, Reis VM. Influence of the number of sets at strength training in the flexibility gains. *Journal of Human Kinetics*. Special Issue: 2011b 47-52.
9. Novaes Neto L, Bentes CM, Miranda HL, Nunes RAM, Gomes TM, Novaes J. Efeito agudo dos exercícios resistidos sobre o desempenho da amplitude articular. *ConScientiaeSaude*. 2013; 12 (4): 572-79.
10. Nóbrega ACL, Paula KC, Carvalho AC. Interaction between resistance training and flexibility training in healthy young adults. *J Strength Cond Res*. 2005;19(4):842-6.
11. American College of Sports Medicine. *ACSM'S Guidelines for Exercise Testing and Prescription* (6th Ed.). Lippincott: Williams & Wilkins, 2000.
12. Norkin CC, White DJ. *Measurement of Joint Motion: A Guide to Goniometry*. Philadelphia, PA: F.A. Davis Company, 1985
13. Rhea MR. Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size. *J Strength Cond Res* 18: 918-920, 2004.
14. Araújo CGS. Flexitest: an innovative flexibility assessment method. Champaign, IL: Human Kinetics; 2004.
15. Taylor DC, Dalton JD, Seaber AV, Garrett WE. Viscoelastic properties of muscle-tendon units. The biomechanical effects of stretching. *Am J Sports Med*. 1990;18(3):300-9.
16. Kubo K, Kanehisa H, Kawakami Y, Fukunaga T. Elasticity of tendon structures of lower limbs in sprinters. *Acta Physiol Scand*. 2000a; 168(2):327-35.
17. Kubo K, Kanehisa H, Kawakami Y, Fukunaga T. Elastic properties of muscle-tendon complex in longdistance runners. *Eur J Appl Physiol*. 2000b; 81(3):181-7.
18. Maior AS, Alves A. A contribuição dos fatores neurais em fases iniciais do treinamento de força muscular: uma revisão bibliográfica. Rio Claro: Motriz; 2003.
19. Burke DG, Culligan LE. The theoretical basis of proprioceptive neuromuscular facilitation. *J Strength Cond Res*. 2000;14(4):496-500.
20. Barbosa AR, Santarém JM, Filho WJ, Marucci MFN. Effects of resistance training on the sit-and-reach test in elderly women. *J Strength Cond Res*. 2002;16(1):14-8.
21. Kalliokoski KK, Langberg H, Ryberg AK, Scheede-Bergdahl C, Doessing S. The effect of dynamic knee-extension exercise on patellar tendon and quadriceps femoris muscle glucose uptake in humans studied by positron emission tomography. *J Appl Physiol* 99: 1189-1192, 2005.
22. Kjaer M, Langberg H, Miller BF, Boushel R, Crameri R. Metabolic activity and collagen turnover in human tendon in response to physical activity. *J Musculoskelet Neuronal Interact* 5: 41-52, 2005.

