

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

MATEUS DE LIMA RODRIGUES

EFEITO DE DIFERENTES INTENSIDADES DE AQUECIMENTO SOBRE O
DESEMPENHO NO EXERCÍCIO SUPINO RETO

UBERLÂNDIA – MINAS GERAIS

2018

MATEUS DE LIMA RODRIGUES

EFEITO DE DIFERENTES INTENSIDADES DE AQUECIMENTO SOBRE O
DESEMPENHO NO EXERCÍCIO SUPINO RETO

Relatório final, apresentado a Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências para obtenção do título de bacharel e licenciatura em Educação Física.

Orientador: Cristiano Lino Monteiro de Barros.

UBERLÂNDIA – MINAS GERAIS

2018

AGRADECIMENTOS

A Deus por minha vida, família e amigos.

Aos meus pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

A Universidade Federal de Uberlândia, pela oportunidade de fazer o curso.

Ao professor Cristiano Lino Monteiro de Barros, pela orientação, apoio e confiança.

E ao amigo Franciel José Arantes pela ajuda na coleta de dados e escrita do trabalho, apoio e confiança.

SUMÁRIO

RESUMO	5
INTRODUÇÃO	5
MATERIAIS E MÉTODOS	7
Amostra	7
Delineamento experimental	7
Teste de uma repetição máxima (1-RM)	7
Protocolos de aquecimento e controle	8
Avaliação do desempenho	8
Índice de fadiga (IF)	8
Percepção subjetiva do esforço (PSE)	8
Atividade Eletromiográfica	8
Análise estatística	9
RESULTADOS	10
DISCUSSÃO	12
CONCLUSÃO	15
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	15

**EFEITO DE DIFERENTES INTENSIDADES DE AQUECIMENTO SOBRE O DESEMPENHO
NO EXERCÍCIO SUPINO RETO**
**EFFECT OF DIFFERENT WARM-UP INTENSITIES ON PERFORMANCE IN THE BENCH
PRESS**

RESUMO: O objetivo do estudo foi verificar o efeito de diferentes intensidades de aquecimento sobre o número de repetições máximas (nRMs), o *Root Mean Square* normalizado (RMSn), a percepção subjetiva de esforço (PSE) e o índice de fadiga (IF) em séries múltiplas no exercício supino reto. Dez homens ($21,00 \pm 1,73$ anos; $23,90 \pm 3,50$ kg.m²) praticantes recreacionais de musculação, após execução do teste de uma repetição máxima (1-RM) realizaram três procedimentos (sem aquecimento, aquecimento em baixa e alta intensidade) antecedente ao teste de nRMs com 70% de 1-RM em três séries, em sessões distintas. Os valores de RMSn para o peitoral maior parte esterno costal (ESC) e clavicular (CLA), PSE e nRMs foram quantificados para cada série e o IF de força entre a primeira e a terceira série. Para analisar possíveis diferenças nos valores de nRMs e do RMSn foi utilizado *ANOVA Two-Way* e para o IF *ANOVA One-Way*, ambos foram seguidos do teste *post hoc* de *Bonferroni*. Já as diferenças na PSE foram analisadas pelo teste de *Friedman*, seguido pelo *post hoc* de *Dunn's*. O nível de significância adotado foi $P < 0,05$. Não foram encontradas diferenças significativas para o nRMs totais entre os procedimentos, assim como o nRMs para cada série dos protocolos. O RMSn também não apresentou diferença tanto na parte ESC e na CLA entre os procedimentos, assim como a PSE e o IF. Estes resultados sugerem que os protocolos de aquecimento propostos não são capazes de modificar o nRMs, as respostas neuromusculares, a PSE e o IF no exercício de supino reto em homens praticantes recreacionais de musculação.

Palavras-chave: Musculação. Exercício de aquecimento. Desempenho esportivo. Eletromiografia.

ABSTRACT: The aim of the study was to verify the effect of different warm-up intensities on the number of maximal repetitions (nMRs), *Root Mean Square* normalized (RMSn), subjective effort perception (SEP) and the fatigue index (FI) in multiple series the bench press. Ten men (21.00 ± 1.73 years, 23.90 ± 3.50 kg.m²) recreational practitioners resistance training, after performing a maximum repetition test (1-RM) performed three procedures (without warm-up, warm-up low intensity and warm-up high intensity), previous to the nMRs test, with 70% external load of 1-RM in three series, in different sessions. Assessments RMSn for the pectoralis major sternal costal (STC) and clavicular (CLA), SEP and nMRs were quantified for each series and the force FI between the first and third series. Two-way ANOVA was used to analyze possible differences in values of nMRs and RMSn, and ANOVA One-Way for FI, both were followed by Bonferroni post hoc test. Differences in SEP were analyzed by the Friedman test, followed by Dunn's post hoc. The level of significance was $P < 0.05$. No significant differences were found for the total nMRs between the procedures, as well as the nMRs for each series of protocols. The RMSn also showed no difference in both the ESC and the CLA between the procedures, as well as the SEP and the FI. These results suggest that the proposed warm-up protocols are not capable of modifying nMRs, neuromuscular responses, SEP, and FI on bench press exercise in recreational men practitioners' resistance training.

Keywords: Resistance training. Warm-up exercise. Athletic performance. Electromyography.

Introdução

O aquecimento é uma prática amplamente utilizada em quase todos os eventos atléticos, inclusive sendo tratado como uma adequada rotina que pode assegurar um ótimo desempenho no dia da competição¹. Geralmente, o procedimento de aquecimento promove aumento da temperatura muscular,

melhora da disponibilidade de oxigênio, melhora na taxa de condução do estímulo nervoso, redução da rigidez muscular e articular, efeito da potencialização pós-ativação (PPA) e efeitos psicológicos²⁻⁴, sendo esses fatores, isolados ou em conjunto, responsáveis pela melhora do desempenho subsequente.

Apesar da literatura científica relatar melhoras do desempenho em 79% dos estudos envolvendo aquecimento² existe uma lacuna, quando o aquecimento é investigado em exercícios de musculação. Dentre alguns fatores benéficos, a melhora da prontidão para a realização do exercício, assim como facilitação ao fenômeno do PPA³ poderiam aumentar a sustentabilidade e tempo extra sob tensão durante as séries realizadas durante o exercício de musculação e, desta forma, estímulos voltados para o aumento da massa muscular poderiam ser potencializados⁵, porém essas questões permanecem obscuras.

Em aspectos práticos, diversas estratégias de aquecimento específico (Ex.: movimento realizado semelhante ao exercício proposto, porém com intensidade reduzida) são realizadas antecedendo aos exercícios de musculação. Contudo pouco se conhece sobre o efeito da manipulação do volume e da intensidade no desempenho subsequente.

Algumas respostas importantes relativas à melhor estratégia de aquecimento precedendo ao teste de uma repetição máxima (1-RM) foram relatadas em estudos prévios^{6,7}, todavia, não devendo ser extrapolados ao desempenho em múltiplas repetições ou séries, abrindo precedente a novos estudos com a temática.

Até então, a literatura, informa que o uso de altas intensidades (90% de 1-RM) no aquecimento pode alterar o número de repetições máxima em série única no supino e no *leg press* unilateral⁸. Apesar desse importante resultado, os programas de musculação que tem por objetivo a melhoria da saúde e/ou do desempenho, são executados utilizando-se de séries múltiplas ($\geq$ duas séries)^{9,10}. Sendo assim, questionamentos relativos à eficiência do aquecimento em séries múltiplas permanecem em aberto, bem como, a intensidade em que ele deve ser realizado.

Avançando no conhecimento relativo à temática, RIBEIRO et al.¹¹ investigaram o número de repetições máximas (nRMs) após diferentes aquecimentos no supino reto, agachamento e no banco *scott* em séries múltiplas (quatro séries) e, não encontraram diferença significativa entre aquecimento específico em baixa intensidade (50% de 1-RM), aquecimento geral (aeróbio) ou a combinação dos dois, no nRMs durante às séries e no índice de fadiga em todos os exercícios investigados. Porém, como o aquecimento em alta intensidade melhorou o desempenho em série única⁸, não sabemos se em séries múltiplas, a intensidade ao qual o aquecimento é realizado, pode ser um fator determinante do nRMs durante exercícios de musculação.

Assim, levando em consideração os fatos levantados e discutidos até então, o objetivo do presente estudo foi verificar o desempenho no número de repetições máximas em séries múltiplas em diferentes intensidades de aquecimento no supino reto. Como complemento, a resposta da atividade eletromiográfica ao longo das séries, bem como a percepção subjetiva de esforço e o índice de fadiga também foram investigados, a fim de melhor compreensão dos procedimentos de aquecimento e o desempenho. A hipótese do estudo, foi de que os aquecimentos em suas diferentes intensidades, principalmente em alta, afetam positivamente o desempenho.

Materiais e métodos

Amostra

Dez indivíduos do sexo masculino (idade $21,00 \pm 1,73$ anos, massa corporal $73,70 \pm 13,45$ kg, estatura $175,44 \pm 8,88$ cm e índice de massa corporal $23,90 \pm 3,50$ kg.m²) praticantes recreacionais de musculação com experiência mínima de seis meses regulares, com utilização do exercício supino reto nos respectivos programas de treinamento, foram recrutados de modo intencional não probabilístico. Todos informaram não apresentar qualquer distúrbio neuromuscular ou cardiovascular, bem como sem limitações ou restrições segundo o questionário de prontidão para atividade física (PAR-Q). Os participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido respeitando todas as normas do Conselho Nacional de Saúde (466/12), sendo todos os procedimentos aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Uberlândia (número 974.358/2015).

Delineamento experimental

Os sujeitos compareceram ao laboratório em quatro sessões distintas, em um intervalo mínimo de 48 horas entre cada sessão. Na primeira sessão foram avaliados e registrados os dados de características gerais e quantificada a carga máxima (1-RM) no exercício supino reto guiado. As sessões subsequentes foram utilizadas para avaliar o nRMs com carga externa de 70% de 1-RM, percepção subjetiva de esforço (PSE) e atividade eletromiográfica do peitoral maior (parte clavicular [CLA] e parte esternocostal [EST]) em três situações distintas: sem aquecimento (CON), aquecimento em baixa intensidade (ABI) e aquecimento em alta intensidade (AAI) de forma randomizada e contrabalanceada. Os sujeitos foram orientados a não praticarem exercícios extenuantes nas 24 horas antecedentes as situações experimentais, bem como comparecerem hidratados, alimentados e sempre no mesmo horário da primeira avaliação (teste de 1-RM).

Teste de uma repetição máxima (1-RM)

O protocolo adotado para quantificação da carga externa máxima no teste de 1-RM seguiu as recomendações e os procedimentos de BROWN e WEIR¹².

Antecedendo ao teste propriamente dito, os voluntários realizaram três séries como medida prévia de aquecimento. Na 1ª série, foram realizadas 20 repetições apenas com a carga correspondente ao peso da barra do aparelho; para a 2ª série e 3ª série, oito e três repetições com aproximadamente 50% e 70% da carga externa estimada de 1-RM, respectivamente, foram executadas. Entre cada série do aquecimento, foi concedido ao voluntário um minuto de descanso e três minutos de intervalo entre a última série de aquecimento e a primeira tentativa do teste propriamente dito. Foi estipulado um número máximo de cinco tentativas, com três minutos de intervalo entre elas. Em média, $3,67 \pm 1,00$ tentativas foram realizadas para quantificação da carga máxima no teste do presente estudo.

Protocolos de aquecimento e controle

Todas as situações de aquecimento ou controle foram precedidas de dez minutos de repouso (sentados). O ABI foi realizado em uma série de 15 repetições com 40% de 1-RM⁸. Já o aquecimento em AAI, o indivíduo realizou, além do mesmo protocolo de baixa intensidade, após dois minutos de recuperação, três repetições com 90% de 1-RM com um minuto de intervalo entre as repetições. Durante a realização das repetições, houve controle com o auxílio de um metrônomo eletrônico visual e auditivo (*Metronome Plus*, versão 2.0.0.1), das ações musculares em um segundo e meio (1,5s) para fase concêntrica e 1,5s para a fase excêntrica. Na situação CON, os indivíduos não realizaram nenhum procedimento.

Avaliação do desempenho

A avaliação foi realizada no equipamento *Smith Machine* (Axxess Fitness Equipment), com comprimento, largura e altura de 120, 202 e 235 centímetros, respectivamente. Sete minutos após o aquecimento (alta ou baixa intensidade) o desempenho no supino reto guiado foi avaliado, sendo esse tempo descrito como mais propício a facilitação do PPA¹³.

O exercício consistiu em três séries de repetições máximas com dois minutos de intervalo entre cada série com carga externa de 70% de 1-RM individual. O limite da fase concêntrica foi padronizado com a extensão completa do cotovelo e a fase excêntrica por um anteparo de borracha localizado sobre o processo xifóide do osso esterno. A empunhadura na barra do equipamento foi de escolha do voluntário, sendo registrada para que a mesma fosse reproduzida em todas as situações experimentais. O tempo da ação muscular durante as repetições foram padronizados em 1,5 segundos para fase concêntrica e 1,5 segundos para fase excêntrica com o auxílio de um metrônomo eletrônico visual e auditivo (*Metronome Plus*, versão 2.0.0.1). O nRMs em cada série realizada foi registrado para cada situação experimental, assim como a soma das repetições totais.

Índice de fadiga (IF)

Durante cada sessão experimental executada, a força total (FT) foi quantificada para cada série. A taxa de declínio de força entre a primeira e a terceira série foi utilizada como índice de fadiga (IF)¹⁴.

$$IF = [(FT (1^a \text{ série}) - FT (3^a \text{ série})) / FT (1^a \text{ série})] \times 100 \%$$

Onde, FT = número de repetições em cada série x carga externa de 70% de 1-RM.

Percepção subjetiva do esforço (PSE)

A PSE foi avaliada por meio de uma escala (1-10)¹⁵ após cada uma das séries dos protocolos.

Atividade eletromiográfica

O registro do sinal da atividade eletromiográfica foi realizado por meio de um eletromiógrafo (MyosystemBr1 P80, DataHominis Tecnologia Ltda., Uberlândia, MG, Brasil) consistindo de um condicionador de sinal projetado de acordo com as normas da *International Society of Electrophysiology*

and *Kinesiology* (ISEK). A frequência de amostragem utilizada foi de 2000 Hz por canal durante toda a coleta, com o eletromiógrafo ajustado para ganho aproximado entre 25-50 vezes.

A captação dos sinais eletromiográficos, foi realizada utilizando eletrodos de superfície diferencial simples (DataHominis Tecnologia Ltda., Uberlândia, MG, Brasil) constituído por duas barras retangulares paralelas de prata de 10mm de comprimento, 1mm de largura e distância entre as barras de 10mm, com circuito pré-amplificador com ganho de 20 vezes e razão de rejeição em modo comum de 92 dB. Os sinais foram coletados usando o *software* do próprio eletromiógrafo (MyosystemBr1, versão 3.5.6).

Após a preparação dos voluntários, com tricotomia e limpeza da pele com álcool 70%, os eletrodos foram posicionados de forma que as barras dos elementos (sensores) estiveram perpendiculares ao sentido das fibras do músculo peitoral maior nas partes EST e CLA, do antímetro direito seguindo recomendações de CLEMONS e AARON¹⁶. A identificação dos pontos anatômicos e colocação dos eletrodos foram realizadas pelo mesmo pesquisador. Adicionalmente, foram realizados mapas locais da região avaliada, com registro em transparência (papel acetato) para assegurar o recolocamento no mesmo local em todas as visitas¹⁷.

Ainda, após a colocação dos eletrodos, os indivíduos realizavam movimentos específicos da tarefa investigada a fim de verificar o correto posicionamento além de examinar a qualidade do sinal eletromiográfico¹⁸. Ademais, foi utilizado um eletrodo de referência (*Bio-logic Systems* - SP Médica, Científica e Comercial Ltda., São Paulo, SP, Brasil) constituído por um disco de aço inoxidável (30 mm de diâmetro x 1,5 mm de espessura), fixado na pele sobre a crista ilíaca direita.

Antecedendo cada condição experimental, os voluntários realizaram duas contrações isométricas voluntárias máximas (CIVM) de cinco segundos com intervalo de um minuto entre elas; com posicionamento da célula de carga (Kratos Ltda, Brasil - acoplada a um indicador digital IK-5 [Kratos Ltda, Ik-15 Brasil]), semelhante ao descrito por PINTO da SILVA et al. [19]; a fim de quantificar os valores máximos diários de CIVM e atividade eletromiográfica representada pelos valores de *Root Mean Square* (RMS) para normalização dos sinais¹⁸.

Para análise do sinal eletromiográfico, foi utilizado o software do próprio eletromiógrafo (MyosystemBr1, versão 3.5.6). Em modo *off-line* os sinais eletromiográficos foram submetidos a um filtro passa - alta de 20 Hz e passa-baixa de 500 Hz. Os valores brutos de RMS de cada músculo investigado foram janelados em 1,5 segundo da fase concêntrica para a segunda e a última repetição em cada série para cada condição experimental. Esses valores brutos de RMS foram normalizados (RMSn) pelos valores picos da CIVM diários.

Análise estatística

Os dados estão apresentados em média e erro padrão da média. Para verificar a normalidade dos dados, foi utilizado o teste de *Shapiro-Wilk*; adicionalmente o teste de *Mauchly* foi utilizado para verificar a esfericidade, caso esse pressuposto não fosse assumido, foi aplicado o ajuste de *Greenhouse-Geisser*. O teste de análise de variância (ANOVA) para medidas repetidas foi aplicado para comparação da quantidade total de repetições realizadas e índice de fadiga. Uma ANOVA *two-way* com medidas

repetidas foi utilizada para apontar eventual diferença entre número de repetições máximas nas três séries em cada condição experimental (séries e condições). Outra ANOVA *two-way* com medidas repetidas foi utilizada para apontar diferença nos valores de RMSn (CLA e EST) para séries e condições experimentais (séries e condições). Quando o teste F foi significativo ($p < 0,05$), o teste *post hoc* de *Bonferroni* foi utilizado. Pela natureza da variável escalar PSE, a análise não paramétrica de *Friedman* foi utilizada para comparar as condições em cada série e entre as séries de cada condição, adicionalmente o teste *post hoc* de *Dunn's* foi utilizado para apontar eventual diferença. O nível de significância foi estabelecido em 5%.

Resultados

A carga externa máxima avaliada por meio do teste de 1-RM foi em média de $76,00 \pm 4,10$ kg. Sendo a carga média a 70% de 1-RM de $54,00 \pm 2,99$ kg e não houve diferença significativa ($F = 0,15$; $p = 0,85$) da CIVM precedente as condições..

O nRMs em cada série comparada para cada condição não apresentou diferença significativa ($F = 0,13$; $p = 0,87$). Por sua vez, o número de repetições máximas ao decorrer da realização das séries apresentou reduções, com diferença significativa nas três condições ($F = 51,42$; $p < 0,01$). Adicionalmente, a somatória do número de repetições para cada condição, não foi significativamente diferente entre elas ($F = 0,13$; $p = 0,87$). As informações decorrentes desses relatos estão apresentadas na figura 1.

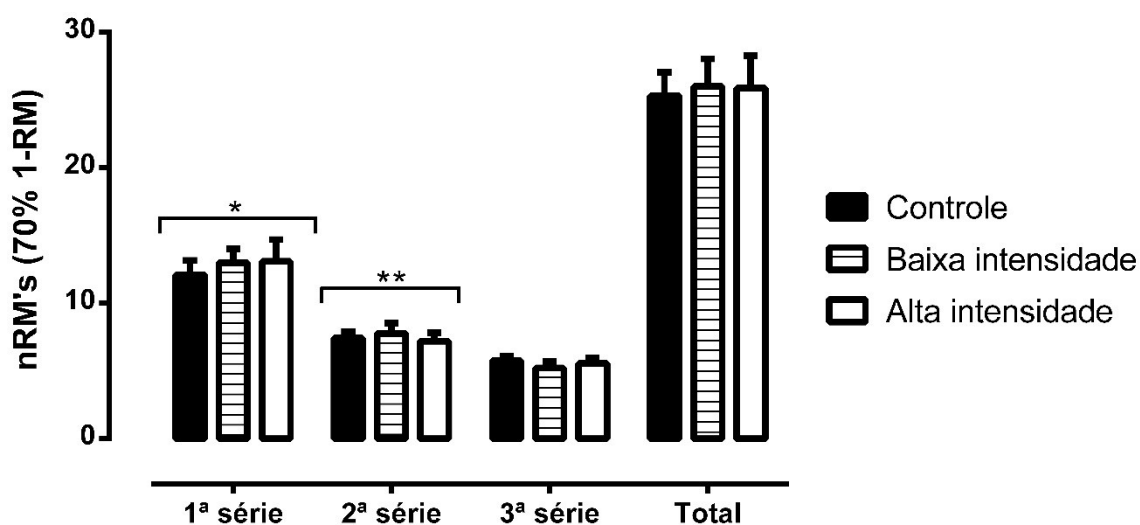


Figura 1. Número de repetições máximas por série e total

Legenda = Número de repetições máximas (nRM's); * = diferença em relação à 2ª e 3ª séries ($p < 0,05$); ** = diferença em relação à 3ª série ($p < 0,05$). Média e erro padrão da média.

O IF para a situação CON ($50,20 \pm 3,50\%$), ABI ($59,22 \pm 3,17\%$) e AAI ($53,16 \pm 4,88\%$), não apresentaram diferença significativa ($F = 2,59$; $p = 0,10$).

A PSE em cada série comparada para as situações experimentais, não apresentou diferença significativa. Entre as séries, para cada protocolo, houve diferença significativa entre a primeira série e a última série em cada situação experimental. Dados de mediana, mínimo e máximo estão apresentados na tabela 1

Tabela 1. Percepção Subjetiva de Esforço em escore para cada série nas diferentes condições de aquecimento.

	1ª série	2ª série	3ª série
Controle	7 (5-8)**	8 (6-10)	9 (7-10)
Baixa intensidade	7 (4-7)**	8 (5-9)	9 (7-10)
Alta intensidade	7 (5-9)**	9 (6-10)	9 (7-10)

Legenda ** = diferença em relação à 3ª série (p < 0,05). Mediana, mínimo e máximo.

A níveis neuromusculares, indicados pelo RMSn, não foram encontradas diferenças significativas entre as situações para cada série realizada para a parte ESC (F = 0,24; p = 0,78) tão pouco para a parte CLA (F = 0,17; p = 0,83) do músculo peitoral maior. Ao longo das séries foi possível encontrar diferenças significativas para a parte ESC (F = 7,45; p = < 0,01) e para a parte CLA (F = 19,52; p = < 0,01). Dados informativos referentes a esses informes estão apresentados em média e erro padrão da média na tabela 2 e 3.

Tabela 2. Root Mean Square normalizada da região esterno costal para a segunda e última repetição de cada série para cada uma das situações experimentais.

	1ª série		2ª série		3ª série	
	REPETIÇÕES		REPETIÇÕES		REPETIÇÕES	
	Segunda	Última	Segunda	Última	Segunda	Última
Controle	68,8 ± 3,2	91,35 ± 6,4	77, 8 ± 4,2	92,2 ± 4,3	82,9 ± 5,5	88,2 ± 4,9
ABI	69,7 ± 6,0	99,4 ± 8,4*	81,6 ± 7,6	90,9 ± 8,0	81,5 ± 7,3	84,2 ± 7,0
AAI	70,8 ± 6,1	86, 5 ± 4,8	75,6 ± 3,1	86,7 ± 4,0	77,5 ± 3,7	86,0 ± 5,5

Legenda: Aquecimento em baixa intensidade (ABI); aquecimento em alta intensidade (AAI); * = diferença significativa da segunda repetição da 1ª série (p < 0,05).

Tabela 3. Root Mean Square normalizada da região clavicular para a segunda e última repetição de cada série para cada uma das situações experimentais.

	1ª SÉRIE		2ª SÉRIE		3ª SÉRIE	
	REPETIÇÕES		REPETIÇÕES		REPETIÇÕES	
	Segunda	Última	Segunda	Última	Segunda	Última
Controle	69,5 ± 4,0	99,9 ± 5,9*	70,6 ± 4,9	93,5 ± 4,2 [†]	75,2 ± 3,4	91,5 ± 6,0
ABI	56,9 ± 3,8	94,5 ± 8,2*	69,7 ± 5,2*	93,8 ± 7,6 [†]	73,2 ± 3,1*	92,3 ± 6,9
AAI	59,0 ± 6,6	86,5 ± 5,6*	70,7 ± 7,6*	93,6 ± 7,1 [†]	75,4 ± 7,3*	96,5 ± 8,8

Legenda: Aquecimento em baixa intensidade (ABI); aquecimento em alta intensidade (AAI). * = diferença significativa da segunda repetição da 1ª série (p < 0,05). [†] diferença significativa da segunda repetição da 2ª série (p < 0,05).

Discussão

Os principais resultados do estudo demonstraram que diferentes intensidades de aquecimento adotadas, não alteraram o número de repetições por série realizada e no número de repetições totais no supino reto em praticantes recreacionais de musculação. Acrescentados a esses resultados, variáveis neuromusculares e de percepção subjetiva de esforço também não apresentaram diferenças entre as situações experimentais propostas. Assim, este estudo demonstra originalmente achados importantes na associação entre medidas preparativas e desempenho subsequente no treinamento de musculação.

Ao revisar a literatura científica, a capacidade em sustentar o número de repetições ao longo de múltiplas séries, sempre esteve em voga a pesquisadores entusiastas com a temática. De fato, o presente trabalho vai a encontro a esses estudos, cuja redução no número de repetições ocorre em todas as séries subsequentes à primeira²¹⁻²³. Como o principal substrato energético da atividade (glicose oriunda do glicogênio muscular) provoca acúmulos de subprodutos (exemplo: H⁺) os quais limitam a liberação de íons cálcio, acarretando na diminuição do número de pontes cruzadas²⁴ ao longo do exercício, essa redução no nRMs era esperada; sendo os aquecimentos em diferentes intensidades, do presente estudo, não sensíveis o suficiente a modificar esse cenário (figura 1). Somados a isso, o IF, também não sofreu modificações entre os protocolos de aquecimento. De fato, durante a musculação, principalmente em séries múltiplas até a falha momentânea, o aumento da acidose intramuscular é um dos principais fatores indutores da fadiga²⁵, como ambas situações foram nessas condições (falha momentânea em cada série) possivelmente, está pode ser uma explicação plausível para o IF não apresentar diferença significativa. Vale a pena destacar que melhorar a capacidade em suportar o esforço é um aspecto importante àqueles que procuram aumentos na massa muscular⁵.

Inversamente ao nRMs, os valores da PSE elevaram ao longo das séries (tabela 1). Os fatos mais concretos da literatura, dizem respeito a utilização da escala para quantificar e monitorar a intensidade para prescrição do exercício na musculação^{15,26}; no mesmo contexto utilizado no presente estudo, seus valores tendem a elevarem ao longo da execução das séries^{26,27}. Um modelo aceito para explicar esse comportamento, está ligado a ampliação dos impulsos neurais (informações eferentes) aos músculos ativos durante a tarefa dinâmica, aumentando o recrutamento das unidades motoras com intuito em manter um determinado nível de tensão muscular^{28,29} gerando um grau de fadiga localizada com aumento da PSE. Adicionados a isso, indivíduos elevam esses valores ao longo do exercício, quando ele é percebido como desconfortante ao chegarem no seu limite motivacional superior³⁰.

Apesar de grande interesse por procedimentos prévios que possam melhorar o desempenho no dia da avaliação ou da competição¹ em nosso conhecimento, poucos estudos procuraram investigar estratégias de aquecimento específico em exercícios de musculação.

Recentemente, JUNIOR et al.⁸ reportaram maior número de repetições máximas para o supino reto e *leg press* unilateral quando precedidos de aquecimento em força máxima (intensidade de 90% de 1-RM), comparados a resistência de força (intensidade de 40% de 1-RM), aquecimento geral (aeróbio) ou controle (sem aquecimento). Importante deixar claro, que no estudo em questão, foi realizada apenas uma série, diferentemente do corrente estudo (três séries). É fato na literatura, que séries múltiplas provocam

melhores estímulos a hipertrofia muscular, tanto em indivíduos treinados ou não em musculação³¹⁻³³. Portanto, com nossas conclusões, ampliamos o conhecimento científico acerca de diferentes intensidades de aquecimento e desempenho no número máximo de repetições em séries múltiplas realizadas no supino reto.

Outro ponto importante a ser discutido, refere-se ao intervalo entre os procedimentos de aquecimento e o início do teste de desempenho. No estudo de JUNIOR et al.⁸ foram respeitados um minuto entre o aquecimento e o teste de desempenho, por vez, adotamos um intervalo de sete minutos. Apesar de hipoteticamente ser uma condição desfavorável ao presente estudo, a adoção de tal intervalo segue recomendações e estudos práticos, cuja indicação para otimizar os efeitos do PPA em séries múltiplas estariam entre 7-10 minutos entre os procedimentos prévios (aquecimento) e avaliações de desempenho^{13,34}.

Os mecanismos para induzir o PPA difundidos na literatura, propõem aumentos do recrutamento de unidades motoras a possíveis alterações no ângulo de penetração do músculo, ocasionando aumento de força e potência e em consequência a *performance* após procedimentos, como aquecimento^{35,36}. Outro mecanismo creditado ao fenômeno do PPA é a alteração da conformação das pontes cruzadas aumentando a interação entre as proteínas contráteis gerando maiores conexões entre os filamentos (actina e miosina) com consequente maior desenvolvimento de tensão^{35,37}. Somados a isso, TILLIN e BISHOP³⁵ atribuem ao PPA melhora na sensibilidade ao íon Ca^{2+} funcionando como um papel regulador do processo visto maior disponibilidade do íon ao sarcoplasma intervindo diretamente na contração muscular.

Um dos aspectos mais importantes do procedimento é a existência de uma linha tênue entre fadiga e a potencialização. Como bem descrito, a fadiga provocada por contrações musculares cansativas prejudica o desempenho muscular, porém contrações musculares não fatigantes com cargas leves ou altas, porém com duração breve, podem aumentar o desempenho muscular via potencialização^{34,36}. Esses aspectos em conjunto baseiam a escolha das intensidades do presente estudo, porém nossos achados não foram capazes de modificar o desempenho no supino reto.

De forma semelhante ao presente estudo, RIBEIRO et al.¹¹ investigaram a execução de séries múltiplas durante a realização de exercícios na musculação, após realização prévia de aquecimento. Os autores, assim como o presente estudo, não encontraram modificações no número máximo de repetições por série e total realizadas, assim como no IF em aquecimento geral (aeróbio), específico (10 repetições com carga externa de 50% de 1-RM) ou a combinação dos dois (geral e específico) para os exercícios agachamento, rosca direta e supino reto. Dentre as principais justificativas dos autores, o envolvimento em um único esforço máximo (saltos, arremessos ou levantamento de pesos), seriam mais sensíveis às condições fisiológicas e psicológicas associadas ao aquecimento em comparação a protocolos que envolvam atividades fatigantes até a falha. Somados a isso, os autores relatam que a experiência dos voluntários pode ser um dos fatores dos resultados semelhantes entre as medidas prévias e o desempenho. Se apontarmos como fator determinante, RIBEIRO et al.¹¹ utilizou indivíduos com média de oito meses de experiência, bem próximo ao do corrente estudo (seis meses). Esse fato fica mais interessante ao relacionarmos essa informação ao estudo de JUNIOR et al.⁸ cuja amostra foi composta por indivíduos

com experiência mínima de três anos, condição essa, relatada em meta análise favorável aos mecanismos de PPA³⁴, principalmente pela redução dos resíduos da fadiga provocados pelo aquecimento prévio em alta intensidade em sujeitos experientes³⁸.

Uma das informações de cunho prático que provoca avanços científicos relativos à temática, pode ser explorada em conjunto com as informações do estudo de PINA et al.³⁹. Os autores, com medidas prévias de aquecimento específico (20 repetições a 30% da carga externa de 8 a 12 repetições máximas), aeróbio, alongamento e controle não encontraram diferença significativa entre os protocolos no número de repetições (8-12 repetições máximas) ao longo de três séries para os exercícios supino reto, *leg press* 45°, remada, flexora, desenvolvimento e panturrilha em pé, além do comportamento similar do volume total de treinos e menor tempo da sessão na condição controle comparado as outras formas prévias de aquecimento. Ao apontar essa última informação (tempo da sessão), os autores expõem importantes questões de aderência a prática regulares de exercícios físicos, visto que a falta de tempo e queda de motivação são fatores apresentados pelas pessoas para não praticarem exercícios físicos, visto isto, uma sessão mais curta pode proporcionar uma influência positiva na motivação e aderência dos praticantes³⁹. Apesar de não quantificarmos o tempo total da sessão, sem as medidas prévias de aquecimento, é fato que a sessão se torna mais curta, o que para indivíduos com dificuldade em aderência pode ser uma estratégia válida principalmente no quesito motivacional.

Além disso, nosso estudo, diferentemente dos antecessores, avaliou a atividade eletromiográfica da musculatura do peitoral, sendo que não foram encontradas diferenças significativas entre os procedimentos de aquecimento. Previamente, baseado nas discussões já feitas acima, relativos ao PPA, acreditávamos na modificação no recrutamento neuromuscular principalmente nas repetições iniciais, porém estudos investigando outras situações de aquecimento (exercícios de vibração) também não encontraram diferenças significativas entre os protocolos prévios e desempenho subsequente na atividade eletromiográfica^{40,41}. Esses resultados possivelmente podem ser explicados pela insuficiência de os aquecimentos prévios, serem incapazes de influenciar fatores neurais, sem modificação da amplitude do sinal eletromiográfico via RMS entre eles durante a avaliação do desempenho. Apesar disso, é notável o aumento da amplitude do sinal eletromiográfico em ambas partes para o peitoral maior, ao longo da realização das séries, indicando a necessidade de recrutamentos das unidades motoras com intuito em dar continuidade ao ato motor da atividade⁴².

Por fim, apesar do aquecimento em diferentes intensidades não modificar nenhum dos parâmetros analisados, ampliamos o conhecimento científico antes não revelado, o que em ambiente prático pode servir para indivíduos entusiastas com a modalidade e profissionais na melhor escolha envolvendo medidas prévias a execução de séries múltiplas no supino reto. O que fica claro é que a adoção de um aquecimento de alta ou baixa intensidade é desestimulada, visto que, não promove melhoras no desempenho e despende maior tempo para sua realização. É importante deixar claro, que esses resultados não podem ser extrapolados a outros exercícios e populações (idosos, crianças e atletas etc.), além de outras situações, como na prevenção de lesões, ficando a cargo de novos estudos no intuito de preencher essas lacunas.

Conclusão

Conclui-se que o aquecimento em baixa e em alta intensidade, propostos no presente estudo, não afetam de forma significativa as respostas de desempenho, variáveis neuromusculares, índice de fadiga e de percepção subjetiva de esforço ao longo de séries múltiplas no exercício supino reto em homens praticantes recreacionais de musculação. No entanto são necessários mais estudos para entender o efeito do aquecimento em exercícios de séries múltiplas em outras populações, níveis de treinamento diferentes e variações de protocolos.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos voluntários pelo tempo, disposição e compromisso durante todo período do estudo. Ao suporte financeiro do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC/FAPEMIG). A Faculdade de Educação Física e Fisioterapia da Universidade Federal de Uberlândia pelos equipamentos e laboratório cedidos durante as avaliações.

Referências bibliográficas

1. Kilduff LP, Finn C V., Baker JS, Cook CJ, West DJ. Preconditioning strategies to enhance physical performance on the day of competition. *Int J Sports Physiol Perform.* 2013; 8: 677–81.
2. Fradkin AJ, Zazryn TR, Smoliga JM. Effects of warming-up on physical performance: a systematic review with meta-analysis. *J Strength Cond Res.* 2010; 24: 140–8.
3. Bishop D. Warm up I: Potential mechanisms and the effects of passive warm up on exercise performance. *Sport Med.* 2003; 33: 439–54.
4. Bishop D. Warm up II: Performance changes following active warm up and how to structure the warm up. *Sport Med.* 2003; 33: 483–98.
5. Schoenfeld BJ. The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *J Strength Cond Res.* 2010; 24: 2857–72.
6. Abad CCC, Prado ML, Ugrinowitsch C, Tricoli V, Barroso R. Combination of general and specific warm-ups improves leg-press one repetition maximum compared with specific warm-up in trained individuals. *J Strength Cond Res.* 2011; 25: 2242–5.
7. Barroso R, Silva-Batista C, Tricoli V, Roschel H, Ugrinowitsch C. The effects of different intensities and durations of the general warm-up on leg press 1RM. *J Strength Cond Res.* 2013; 27: 1009–13.
8. Junior DA da L, Junor AF, Serpa ÉP, Soares EG, Lopes CR, Teixeira LFM, et al. Diferentes aquecimentos no desempenho de repetições máximas na musculação. *Rev Bras Med Esporte.* 2014; 20: 461–4.
9. Garber C, Blissmer B. American College of Sports Medicine position stand. 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: 1334–59.
10. Radaelli R, Fleck SJ, Leite T, Leite RD, Pinto RS, Fernandes L, et al. Dose-response of 1, 3, and 5 sets of resistance exercise on strength, local muscular endurance, and hypertrophy. *J Strength Cond Res.* 2015; 29: 1349–58.
11. Ribeiro AS, Romanzini M, Schoenfeld BJ, Souza MF, Avelar A, Cyrino ES. Effect of different warm-up procedures on the performance of resistance training exercises. *Percept Mot Skills.* 2014; 119: 133–45.
12. Brown LEE, Weir JP. ASEP procedures recommendation I: accurate assessment of muscular strength and power. *J Exerc Physiol.* 2001; 4: 1–21.
13. de Assis Ferreira SL, Gonçalves Panissa VL, Miarka B, Franchini E. Postactivation Potentiation: Effect of Various Recovery Intervals on Bench Press Power Performance. *J Strength Cond Res.*

- 2012; 26: 739–44.
14. Sforzo GA, Touey PR. Manipulating Exercise Order Affects Muscular Performance during a Resistance Exercise Training Session. *J Strength Cond Res.* 1996; 10: 20–4.
15. Foster C, Florhaug J a, Franklin J, Gottschall L, Hrovatin L a, Parker S, et al. A new approach to monitoring exercise training. *J Strength Cond Res.* 2001; 15: 109–15.
16. Clemons JM, Aaron C. Effect of Grip Width on the Myoelectric Activity of the Prime Movers in the Bench Press. *J Strength Cond Res.* 1997; 11: 82–7.
17. Correa CS, Costa R, Pinto RS. Utilização de diferentes técnicas para o controle do posicionamento dos eletrodos de superfície na coleta do sinal eletromiográfico. *Rev Acta Bras Mov Hum.* 2012; 2: 5–13.
18. Konrad P. The ABC of EMG - A Practical Introduction to Kinesiological Electromyography. Noraxon 2005: 1–60.
19. Pinto da Silva G, Almeida Costa Campos Y, Pereira Guimarães M, Calil e Silva A, Fernandes da Silva S. Estudo eletromiográfico do exercício supino executado em diferentes ângulos. *Rev Andaluza Med Del Deport.* 2014; 7: 78–82.
20. Eches EHP, Ribeiro AS, Nascimento MA, Cyrino ES. Desempenho motor em séries múltiplas até a falha concêntrica. *Motriz Rev Educ Fis.* 2013; 19: S43-S48.
21. Balsamo S, Tibana RA, Magalhães I, Bezerra L, Santana F. Efeitos de diferentes intervalos de recuperação no volume completado e na percepção subjetiva de esforço em homens treinados. *Rev Bras Ciênc Mov.* 2010; 18: 35–41.
22. Ribeiro AS, Romanzini M, Dias DF, Ohara D, Da Silva DRP, Achour A, et al. Static stretching and performance in multiple sets in the bench press exercise. *J Strength Cond Res.* 2014; 28: 1158–63.
23. Silva AEL, De-oliveira FR, Gevaerd M da S. Mecanismo de fadiga durante o exercício físico. *Rev bras cineantropom desempenho hum.* 2006; 8: 105–13.
24. Lambert CP, Flynn MG. Fatigue during high-intensity intermittent exercise: application to bodybuilding. *Sport Med.* 2002; 32: 511–22.
25. Egan A, Winchester J, Foster C, McGuigan M. Using session RPE to monitor different methods of resistance exercise. *J Sport Sci Med.* 2006; 5: 289–95.
26. Sousa P, Pinheiro F, Monge D, Pires F. Pressão arterial e PSE em múltiplas séries de exercício resistido de diferentes intensidades. *Rev Bras Ciênc Mov.* 2010; 18: 26–33.
27. Lagally KM, Robertson RJ, Gallagher KI, Goss FL, Jakicic JM, Lephart SM, et al. Perceived exertion, electromyography, and blood lactate during acute bouts of resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2002; 34: 552–9.
28. Marcora S. Perception of effort during exercise is independent of afferent feedback from skeletal muscles, heart, and lungs. *J Appl Physiol.* 2009; 106: 2060–2.
29. Wright RA. Refining the prediction of effort: Brehm's distinction between potential motivation and motivation intensity. *Soc Personal Psychol Compass.* 2008; 2: 682–701.
30. Schoenfeld BJ, Ogborn D, Krieger JW. Dose-response relationship between weekly resistance training volume and increases in muscle mass: A systematic review and meta-analysis. *J Sports Sci.* 2017; 35: 1073–82.
31. Krieger JW. Single vs. multiple sets of resistance exercise for muscle hypertrophy: a meta-analysis. *J Strength Cond Res.* 2010; 24: 1150–9.
32. Rhea MR, Alvar BA, Burkett LN, Ball SD. A meta-analysis to determine the dose response for strength development. *Med Sci Sports Exerc.* 2003; 35: 456–64.
33. Wilson JM, Duncan NM, Marin PJ, Brown LE, Loenneke JP, Wilson SMC, et al. Meta-analysis of postactivation potentiation and power: Effects of conditioning activity, volume, gender, rest periods, and training status. *J Strength Cond Res.* 2013; 27: 854–9.
34. Tillin NA, Bishop D. Factors modulating post-activation potentiation and its effect on performance of subsequent explosive activities. *Sport Med.* 2009; 39: 147–66.
35. Lorenz D. Postactivation potentiation: an introduction. *Int J Sports Phys Ther.* 2011; 6: 234–40.
36. Batista MAB, Roschel H, Barroso R, Ugrinowitsch C, Tricoli V. Potencialização pós-ativação: possíveis mecanismos fisiológicos e sua aplicação no aquecimento de atletas de modalidades de potência. *J Phys Educ (Maringá).* 2010; 21: 161-74.
37. Chiu LZ, Fry AC, Weiss LW, Schilling BK, Brown LE, Smith SL. Postactivation Potentiation response in athletic and recreationally trained individuals. *J Strength Cond Res.* 2003; 17: 671–7.
38. Pina FLC, Cavalcante EF, Okamura FH, Belasque VG, Pina TW, Cyrino ES. Aquecimento não modifica o volume durante o treinamento com pesos. *ConScientiae Saúde* 2017; 16: 201–8.

39. Cochrane DJ, Coley KW, Pritchard HJ, Barnes MJ. Vibration exercise as a warm-up modality for deadlift power output. *J Strength Cond Res.* 2015; 29: 1033–9.
40. Barnes MJ, Petterson A, Cochrane DJ. Effects of different warm-up modalities on power output during the high pull. *J Sports Sci.* 2017; 35: 976–81.
41. McCrary JM, Ackermann BJ, Halaki M. EMG amplitude, fatigue threshold, and time to task failure: A meta-analysis. *J Sci Med Sport.* 2017.