

O EXERCÍCIO VOADOR MELHORA O DESEMPENHO NO SUPINO RETO EM HOMENS TREINADOS?

Vitória Nunes Rodrigues¹, Thais Dalla Rosa¹, Paulo Ricardo de David Evangelho¹, Deivid Ribeiro

Rodrigues¹, Celso Mendes Ribeiro¹, Luciano Puhl Paim¹, Lorenzo Iop Laporta^{1,2}, Gustavo Ferreira Pedrosa¹

1 Grupo de Pesquisa Aplicada em Treinamento de Força (GPATF) da Universidade Federal de Santa Maria

2 Núcleo de Estudos em Performance Analysis Esportiva (NEPAE) da Universidade Federal de Santa Maria.

Resumo: O Treinamento Complexo (TC) é uma estratégia que envolve a realização prévia de um exercício condicionante de alta intensidade antes do exercício principal, sendo discutida sua influência na maximização do número máximo de repetições (NMR) realizada. O objetivo do presente estudo é comparar o NMR realizadas ao longo de duas séries no supino reto com barra, com e sem a realização prévia do TC utilizando o exercício voador. Para isso, 17 homens treinados em força ($23,13 \pm 3,61$ anos; 178 ± 8 cm; $82,43 \pm 11,72$ kg; $48,56 \pm 32,02$ meses de treinamento) realizaram duas sessões experimentais aleatórias (com TC e sem TC), separadas por 48h. Na sessão sem o TC, os participantes realizaram o NMR ao longo de duas séries no supino com intensidade de 80% da massa corporal. Na sessão com TC, os participantes realizaram 3 séries de 5 segundos de contração isométrica máxima no voador. Cinco minutos depois, foram executadas as duas séries no supino seguindo os procedimentos da sessão sem TC. O teste de ANOVA foi utilizado para comparar o NMR entre TC e sem TC ao longo das séries. Os resultados não apontaram efeito de interação entre os fatores ($F = 3,429$; $p = 0,89$, $\eta^2 = 0,005$), demonstrando que ambas as condições o NMR foi semelhante em cada uma das séries analisadas. Não foi encontrado efeito principal de Condição ($F = 3,604$; $p = 0,79$; $\eta^2 = 0,004$), sugerindo que nenhuma das condições, TC e sem o TC, foi superior na promoção de mais repetições na combinação do NMR das séries. Foi encontrado apenas efeito principal de Série ($F = 73,532$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,24$), indicando que houve diferenças no NMR entre séries, em que na 1ª série foram realizadas mais repetições. Concluiu-se que o TC utilizando o voador não influencia no desempenho no supino.

Palavras-chave: Treinamento de Força; Exercício; Esforço Físico; Contração Muscular; Força Muscular; Condicionamento Físico

*Gustavo Ferreira Pedrosa: Grupo de Pesquisa Aplicada em Treinamento de Força. gustavo.pedrosa@ufsm.br. Avenida Roraima 1000. Prédio 51, 97105-900. Camobi. Santa Maria, Rio Grande do Sul. Brasil.

CAN PECK DECK EXERCISE IMPROVE BENCH PRESS PERFORMANCE IN TRAINED MEN?

Abstract: Complex Training (CT), also known as post-activation potentiation, is a strategy that involves performing a high-intensity conditioning exercise prior to the main exercise, and its influence on maximizing the maximum number of repetitions (NMR) is often discussed. Thus, the aim of the present study is to compare the NMR performed across two sets of the bench press with barbell, with and without prior CT using the fly exercise. To this end, 17 trained men (23.13 ± 3.61 years; 178 ± 8 height; 82.43 ± 11.72 kg; 48.56 ± 32.02 months of training experience) performed two randomized experimental sessions (with and without CT), separated by 48 hours. In the session without CT, participants performed the NMR across two sets of the bench press at 80% of body mass. In the session with CT, participants performed 3 sets of 5-second maximum isometric contractions in the fly exercise. Five minutes later, the two sets of the bench press were performed following the same procedures as the session without CT. The ANOVA test was used to compare the NMR between CT and non-CT conditions across the sets. The results did not show an interaction effect between the factors ($F = 3.429$; $p = 0.89$, $\eta^2 = 0.005$), indicating that in both conditions, the NMR was similar in each of the sets analyzed. No main effect of Condition was found ($F = 3.604$; $p = 0.79$; $\eta^2 = 0.004$), suggesting that neither the CT nor the non-CT condition was superior in promoting more repetitions in the combined NMR of the sets. A main effect of Set was found ($F = 73.532$; $p < 0.001$; $\eta^2 = 0.24$), indicating that there were differences in NMR between sets, with more repetitions performed in the first set. It was concluded that CT using the fly exercise does not influence bench press performance.

Key words: Resistance training; Exercise; Physical Exertion; Muscle Contraction; Muscle Strength; Physical Fitness

Introdução

O exercício supino reto com barra é um exercício multiarticular que tem como músculos primários o peitoral maior, o deltoide anterior e o tríceps braquial [1,2]. Além disso, este exercício tem sido frequentemente utilizado para comparar respostas fisiológicas [3, 4] e mecânicas [5, 6] ou para testar o efeito de diferentes estratégias que visam melhorar seu desempenho [7-9]. Uma estratégia explorada envolve a realização de um exercício prévio e condicionante à execução do supino (treinamento complexo - TC), em que estudos observaram um aumento do número máximo de repetições (NMR) alcançadas [10,11,12]. No entanto, esses estudos utilizaram como exercícios condicionantes o próprio supino (em alta intensidade) ou o exercício de flexão de braço pliométrico, o que dificulta saber se outro exercício de força, como o voador que é do mesmo grupamento muscular, poderia exercer o mesmo efeito potencializador para a elevação do NMR no supino reto.

Um dos efeitos fisiológicos causado pelo exercício condicionante está associado a maior liberação de cálcio pelo retículo sarcoplasmático, o que facilitaria a formação de pontes cruzadas pela cadeia leve de miosina; resultando no aumento no desempenho de força [13]. No entanto, a duração do intervalo entre o exercício condicionante e o principal parece ser um fator chave para a potenciação do efeito esperado pelo TC [14]. Há evidências de que intervalos curtos (i.e, 2 min) e longos (i.e., 15 min) podem interferir negativamente no desempenho ou não causar alterações [14]. Sendo assim, é especulado que haja um intervalo entre 5-10 min entre a realização dos exercícios para que a fadiga induzida pelo exercício condicionante não prejudique o desempenho do exercício principal, nem reduza a potenciação causada pelo TC [13].

Considerando que o TC se materializa pela realização prévia de um exercício em alta intensidade, isométrico [15, 16] ou dinâmico [17] com demanda biomecânica similar ao exercício principal [13], é plausível especular que o exercício voador (realizado no plano frontal pela adução horizontal do ombro) possa influenciar no desempenho do supino. Tendo em vista que o voador é comumente praticado no treinamento de força, compreender sua influência como exercício prévio e condicionante na realização do supino pode ser crucial para estratégias que visam aumentar o volume de treinamento nesse exercício. Por exemplo, um possível benefício advindo do efeito potencializador do NMR, poderia ser o aumento do volume-total (peso levantado x número de repetições), uma variável importante para o aumento do gasto calórico da sessão, para quem visa emagrecimento [18] ou o aumento da resistência de força em esportes específicos como o judô [19]. Além disso, há evidências de que, durante a execução do supino,

o NMR pode ser maior ao longo das séries após a aplicação do TC do que sem sua utilização [11]. No entanto, outro estudo indicou que o TC potencializou o NMR apenas na primeira série, sem efeito significativo nas séries subsequentes quando comparado ao treinamento sem TC [12]. Essa discrepância sugere a necessidade de novas investigações para melhor compreender o impacto do TC em séries múltiplas no supino.

Assim, o objetivo do presente estudo é comparar o NMR realizadas ao longo de duas séries no supino reto com barra, com e sem a realização prévia do Treinamento Complexo utilizando o exercício voador em homens treinados. A hipótese é de que o NMR será ampliado em ambas as séries decorrente ao TC.

Materiais e métodos

Amostra e cuidados éticos

A amostra foi composta por 17 homens (Tabela 1), que estavam dentro dos seguintes critérios de inclusão: tempo de treinamento de força superior a um ano contínuo; livre de lesões que pudessem comprometer o estudo ou a saúde do participante; e idade entre 18 a 30 anos. Antes de iniciar a coleta de dados, os participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, previamente aprovado por um comitê de ética em pesquisa (CAEE: 74345723.6.0000.5346).

Tabela 1 – Perfil antropométrico e informações complementares da amostra

Idade (anos)	Estatura (cm)	Massa corporal (kg)	Percentual de gordura (u.a.)	Tempo de treinamento (meses)
23,13 ± 3,61	178 ± 8	82,43 ± 11,72	12,70 ± 5,62	48,56 ± 32,02

O tamanho da amostra foi determinado de acordo com a metodologia recomendada por Beck (2013) [20], utilizando o software G*Power 3.1. Consideramos comparações por medidas repetidas com interação entre os fatores para calcular o número mínimo de participantes necessário para atingir um poder estatístico de 90% ($p = 0,05$). Neste cálculo, referimo-nos a dados sobre a diferença do NMR utilizando o TC e a condição sem TC no supino reto com barra em homens treinados, apresentados no estudo de Garbisu-Hualde et al. (2023) [10] (tamanho do efeito = 0,50), o que indicou a necessidade de envolver 14 voluntários. Contando com uma possível perda amostral, foram recrutados 17 voluntários.

Desenho experimental

O estudo comparou o NMR no exercício de supino com barra entre as condições com e sem o TC, ao longo de duas séries. Para isso, foram realizadas duas sessões experimentais aleatorizadas entre os participantes, separadas por 48 horas, mantendo o mesmo horário experimental para cada participante nas duas sessões. A Figura 1 apresenta o design experimental do estudo.

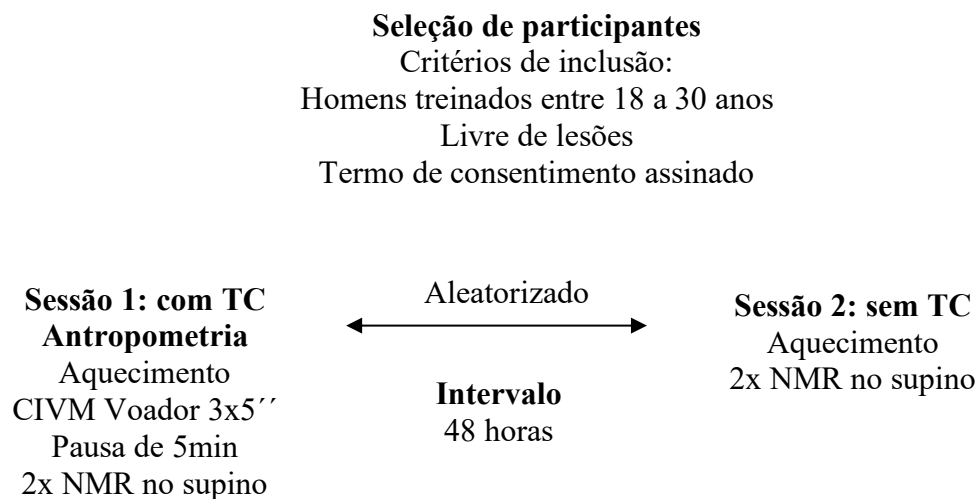


Figura 1 – Desenho Experimental

CIVM: Contração isométrica voluntária máxima. TC: Treinamento complexo. NMR = Número máximo de repetições

Procedimentos

1ª sessão experimental. Na primeira sessão foi realizado o registro antropométrico de massa corporal, estatura e dobra cutânea (7 dobras – protocolo de Jackson e Pollock, 1978) [21]. Em seguida os participantes realizaram uma atividade preparatória composta por 3 minutos de trote, seguido por 5 flexões de braço no solo com livre velocidade de execução. A partir desse ponto, metade (aleatorizada) do número dos voluntários realizaram o protocolo TC e a outra metade o protocolo sem o TC. Considerando o protocolo de TC, após as 5 flexões de braço, os participantes realizaram 3 séries de 5 segundos de contração isométrica voluntária máxima (CIVM) no exercício voador, com 30s de intervalo entre séries. Para essa ação, os voluntários se posicionaram no banco do voador (marca INBAF – modelo ESP0001 – nº de série 002) com ombro e tronco formando um ângulo de 90° (90° de abdução ombro), cotovelos estendidos e palma da mão paralela ao solo. O posicionamento da palma da mão paralela ao

solo foi definido com base em um estudo piloto com cinco participantes de características similares ao da presente investigação. Nesse estudo preliminar, a maioria dos voluntários relatou sentir dor ao realizar a isometria no voador com as mãos em supinação (polegar na vertical), enquanto não apresentaram desconforto quando as palmas estavam paralelas ao solo. Durante os 5 segundos de CIVM, os voluntários receberam incentivo verbal. Em seguida eles descansaram por 5 minutos. Esse tempo de descanso tinha como objetivo restabelecer as condições mecano-fisiológicas para a produção de força, sendo também suficiente para promover os efeitos fisiológicos característicos do TC [13, 22]. Durante esta pausa e com a ajuda de um metrônomo, a duração das ações musculares de 2 segundos concêntricos e 2 segundos excêntricos no supino foram familiarizadas com 10 repetições sem peso adicional na barra (7 kg). Imediatamente após a pausa de 5 minutos, os participantes realizaram o NMR ao longo de 2 séries até a falha muscular concêntrica no supino utilizando 80% da massa corporal como resistência com pausa de 90 segundos entre as séries. Sendo que cada repetição foi realizada com 2 segundos concêntricos e 2 segundos excêntricos, com incentivo verbal. A intensidade de 80% da massa corporal foi estabelecida com base no estudo piloto. Nesse estudo, observou-se que essa intensidade (80% da massa corporal) permitia a realização próxima de 10 repetições máximas, um número comumente utilizado em pesquisas focadas na hipertrofia muscular [23,24].

2ª sessão experimental. Nesta sessão ocorrem os mesmos procedimentos de atividade preparatória: 3 minutos de trote e 5 flexões de braço seguido pelas 10 repetições no supino com a massa da barra com 2 segundos concêntricos e 2 segundos excêntricos. Três minutos após esta última atividade, foram realizadas as 2 séries no supino seguindo os mesmos procedimentos da sessão anterior.

Estatística

Inicialmente foi realizada uma análise descritiva do NMR nas duas séries. A normalidade e a homogeneidade dos dados foram confirmadas utilizando os testes de Shapiro-Wilk e Mauchly, respectivamente. Para comparar o NMR entre as condições TC e sem o TC, foi utilizada uma ANOVA two-way (Fator 1 = Condição; Fator 2 = Série). O nível de significância adotado foi $\alpha = 0,05$. Além disso, os valores de tamanho do efeito (η^2) foram reportados para refletir a magnitude das diferenças em cada tratamento, indicando o tamanho do efeito (pequeno: 0,01; médio: 0,06; grande: 0,14) [25]. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados com o software SPSS (IBM SPSS 22.0; IBM, Armonk, EUA).

Resultados

A ANOVA Two-way não encontrou efeito de interação entre os fatores ($F = 3,429$; $p = 0,89$, $\eta^2 = 0,005$), demonstrando que ambas as condições realizaram um NMR semelhante em cada uma das séries analisadas. Adicionalmente, não foi encontrado efeito principal de Condição ($F = 3,604$; $p = 0,79$; $\eta^2 = 0,004$), sugerindo que nenhuma das condições, com TC e sem TC, foi superior na promoção de mais repetições na combinação do NMR das séries. Foi encontrado apenas efeito principal de Série ($F = 73,532$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,24$), indicando que houve diferenças entre séries, em que na 1ª série foram realizadas mais repetições que na 2ª. A Figura 2 apresenta o NMR ao longo de cada série nas duas condições treinadas.

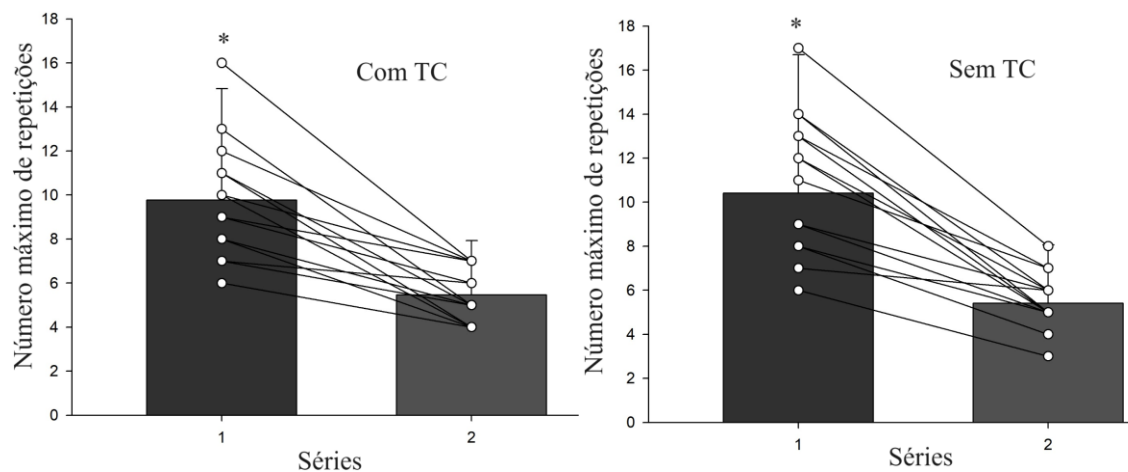


Figura 2 – Número máximo de repetições com e sem o Treinamento Complexo (TC)

* Diferente da 2ª série dentro da mesma condição. $P < 0,05$.

Discussão

O objetivo do presente estudo foi comparar o NMR ao longo de séries múltiplas no exercício supino reto em duas condições, TC e sem o TC em homens treinados. De acordo com os resultados, o NMR foi semelhante nas duas condições de treinamento, independente da série treinada. Este resultado não confirma a hipótese sugerida, de que o TC, utilizando o voador como exercício condicionante, possibilitaria a realização de um maior NMR que sem o TC.

Os resultados encontrados no presente estudo não convergem com os resultados prévios, que indicaram que o TC poderia elevar o NMR no supino em homens treinados [10,11,26].

Recentemente, Garbisu-Hualde, Gutierrez e Santos-Concejero (2023) [10] utilizaram o próprio exercício supino como exercício condicionante do TC, realizado com uma repetição a 93% do teste de repetição máxima (1RM) e seis minutos de intervalo, para comparar o NMR em uma série, sem o TC. Os resultados desse estudo mostram uma pequena diferença significativa a favor do TC comparado a condição sem TC (10,83 vs 9,87 repetições). Apesar da pequena diferença, esse resultado é corroborado por outros que analisaram o NMR no supino entre as condições TC e sem o TC [11,16]. No estudo de Alvez et al. (2020) [11], homens treinados realizaram no supino o NMR a 75% de 1RM ao longo de 3 séries nas condições TC e sem o TC. O TC foi realizado com o supino como exercício condicionante, executado a partir de 3 repetições a 90% 1RM e 10 minutos de intervalo antes da execução das 3 séries no exercício principal (supino). De acordo com os resultados, o TC promoveu um maior NMR nas duas primeiras séries e uma similaridade na terceira série.

Coletivamente, os resultados dos estudos acima [10,11,26] dão suporte à expectativa de um aumento no NMR no supino em homens treinados a partir da utilização do TC, contradizendo os resultados do presente estudo. No entanto, há evidências de que o TC pode não aumentar o NMR no supino quando comparado sem o TC [27]. Krzysztofik et al. [27] compararam em homens treinados o NMR utilizando o TC e sem o TC no exercício supino. Nesse estudo, o TC foi realizado no supino com 3 séries de 3 repetições a 85% de 1RM e 4 minutos de intervalo, precedendo a realização do NMR no supino a 60% de 1RM ao longo de 3 séries. Os resultados do estudo mostram uma equiparação do NMR nas duas condições, com e sem TC, ao longo de todas as 3 séries. Interessante perceber que o presente estudo e o de Krzysztofik et al. [27] utilizaram menores intervalos entre a atividade condicionante e a principal no supino (5 e 4 minutos, respectivamente) quando comparados a outros estudos (6-10 minutos) e encontraram diferenças significativas no NMR [10,11,26].

Em continuidade, o presente estudo utilizou um exercício diferente do supino como exercício condicionante, divergindo de outros estudos que utilizaram o próprio supino como exercício condicionante e encontraram aumentos no NMR [10,11,26]. Pode ser que pelo fato de o voador não exigir contrações dos extensores do cotovelo, essa musculatura não foi fisiologicamente potencializada durante o TC, inviabilizando sua participação para o aumento do NMR. Como os extensores do cotovelo fazem parte dos músculos primários pela execução do supino [1], principalmente nos ângulos finais do movimento concêntrico [28], talvez seja interessante escolher um exercício condicionante que estimule essa musculatura, como os demais motores primários do supino reto. Outro aspecto metodológico que distingue o presente

estudo das demais pesquisas que investigaram o efeito do TC no NMR no supino é a utilização de um exercício isométrico como ação condicionante. Apesar de não ter sido encontrados estudos que comparassem o NMR utilizando a CIVM como condicionante para a execução do supino, há evidência de que as contrações isométricas prévias potencializaram o pico de potência no teste de arremesso de barra no supino em magnitudes superiores às dinâmicas no supino (29).

Esformes et al. [29] analisaram o pico de potência, pico de força, taxa de desenvolvimento de força, atividade eletromiográfica do peitoral e tríceps e a distância de arremesso da barra no supino guiado (Smith) após quatro atividades condicionantes realizadas em dias distintos. As atividades incluíram: uma CIVM de 7 segundos no supino com cotovelos a 110° de flexão; três repetições concêntricas com 3RM e 2 segundos por repetição; três repetições excêntricas com 3RM e 2 segundos por repetição; e três repetições concêntricas-excêntricas com 3RM. Dez minutos antes da atividade condicionante, foi realizado o teste de arremesso de barra no Smith com 40% de 1RM estimado. Doze minutos após a atividade condicionante, o teste de arremesso foi repetido para avaliar mudanças nas variáveis. Os resultados mostraram que, na maioria das variáveis, não houve diferenças significativas entre as atividades condicionantes, exceto para o pico de potência, que foi maior após a CIVM. Além disso, a CIVM demonstrou uma tendência de melhores resultados em todas as variáveis, sugerindo seu potencial como estratégia condicionante para atividades dinâmicas. Vale destacar que o intervalo adotado no estudo foi de 12 minutos, enquanto no presente estudo foi de 5 minutos. Assim, pesquisas adicionais são necessárias para investigar a eficácia da CIVM com diferentes intervalos e seu impacto no desempenho do supino.

Adicionalmente, embora o presente estudo não tenha analisado qualquer variável fisiológica (i.e Ca^{2+}), é possível que, entre outros aspectos, a diferença na duração do intervalo entre a atividade condicionante e a principal possa ter influenciado algum mecanismo fisiológico que determine a capacidade de ampliar o NMR a partir do TC. A razão exata que promove a melhoria no desempenho pelo TC ainda não está totalmente clara [13]. Apesar do aumento da temperatura seja frequentemente citado como um mecanismo para melhorar o desempenho, resultados prévios [30] mostraram pequenas mudanças de temperatura e não significativas após 10 repetições a 70% de 1RM em um exercício de rosca direta, tornando essa explicação improvável. Contudo, Boullosa et al. [31] sugerem outro possível mecanismo decorrente do TC, onde a elevação dos níveis de Ca^{2+} devido a contrações de baixa frequência pode melhorar o desempenho, independentemente da fosforilação da cadeia leve reguladora de

miosina. Estudos futuros devem ser conduzidos para explicar o efeito.

Com relação à redução do número de repetições ao longo das séries em ambas as condições, é possível que o intervalo de 2 minutos não tenha sido suficiente para restabelecer as condições centrais e periféricas para produzir o mesmo nível de força inicial [32]. Esse resultado está alinhado com estudos prévios que também identificaram uma redução no NMR ao longo das séries a partir de pausas curtas (≤ 2 minutos) [5,9]. Este resultado demonstra que a realização do NMR requer que a duração da pausa seja expandida, caso o praticante deseje manter o número de repetições da série anterior.

Por fim, o presente estudo apresenta limitações como a ausência de uma seção de familiarização dos procedimentos junto aos voluntários, além do controle ou a realização de um recordatório alimentar para análise de possíveis diferenças nutricionais e seu reflexo no desempenho, e ainda a predição da intensidade relativa foi baseada na massa corporal e não no teste de uma repetição máxima, isso pode ter aumentado a dispersão das médias e contribuído para uma falta de diferenças (erro tipo 2).

Conclusão

Com base nos resultados deste estudo, conclui-se que a utilização do exercício voador como estratégia prévia ao treinamento de força, realizada por meio de CIVMs e com um intervalo de recuperação de 5 minutos, não promove melhorias significativas no desempenho de homens treinados em termos do NMR realizadas no supino reto com barra.

Referências

1. Padulo J, Laffaye G, Chaouachi A, Chamari K. Bench press exercise: the key points. *J Sports Med Phys Fitness*. 2015;55:604-608.
2. Stastny P, Gołaś A, Blazek D, Maszczyk A, Wilk M, Pietraszewski P, et al. A systematic review of surface electromyography analyses of the bench press movement task. *PLoS One*. 2017;1-16. doi:10.1371/journal.pone.0171632.
3. Lacerda LT, Martins-Costa HC, Diniz RCR, Lima FV, Andrade GP, Tourino FD, et al. Variations in repetition duration and repetition numbers influence muscular activation and blood lactate response in protocols equalized by time under tension. *J Strength Cond Res*. 2016;30(1):251-258. doi:10.1519/JSC.0000000000001044.
4. Lacerda LT, Costa CG, Lima FV, Martins-Costa HC, Diniz RCR, Andrade GP, et al. Longer

concentric action increases muscle activation and neuromuscular fatigue responses in protocols equalized by repetition duration. *J Strength Cond Res.* 2017. In press. doi:10.1519/JSC.0000000000002148.

5. Pedrosa GF, Lana MCB, Ferreira GSA, Pedrosa RF, Santos MHR, Diniz RCR. Comparação do número máximo de repetições em séries múltiplas entre indivíduos com diferentes tempos de experiência no treinamento de força. *Rev Bras Ciênc Mov.* 2019;27(4):139-146.

6. Sampson JA, Donohoe A, Groeller H. Effect of concentric and eccentric velocity during heavy-load non-ballistic elbow flexion resistance exercise. *J Sci Med Sport.* 2014;17(3):306-311. doi:10.1016/j.jsams.2013.04.012.

7. Poston B, Holcomb WR, Guadagnoli MA, Linn LL. The acute effect of mechanical vibration on power output in the bench press. *J Strength Cond Res.* 2007;21(1):199-203. doi:10.1519/R-19265.1.

8. Walker S, Hulmi JJ, Wernbom M, Nyman K, Kraemer WJ, Ahtiainen JP, et al. Variable resistance training promotes greater fatigue resistance but not hypertrophy versus constant resistance training. *Eur J Appl Physiol.* 2013;113(9):2233-2244. doi:10.1007/s00421-013-2653-4.

9. Pedrosa GF, da Silva BVC, da Silva GF, dos Santos MHR, Simões MG, Ferreira GSA, Pedrosa RF, da Silva RAD, Diniz RCR. The sling shot increased the maximum number of repetitions in the barbell bench press in men with different resistance training experience. *Hum Mov.* 2020;21(1):22-31. doi:10.5114/hm.2020.88150.

10. Garbisu-Hualde A, Gutierrez L, Santos-Concejero J. Post-activation performance enhancement as a strategy to improve bench press performance to volitional failure. *J Hum Kinet.* 2023;87:199-206. doi:10.5114/jhk/162958.

11. Alves RR, Viana RB, Silva MH, et al. Postactivation potentiation improves performance in a resistance training session in trained men. *J Strength Cond Res.* 2021;35(12):3296-3299. doi:10.1519/JSC.0000000000003367.

12. Krzysztofik M, Wilk M. The effects of plyometric conditioning on post-activation bench press performance. *J Hum Kinet.* 2020;74:99-108. doi:10.2478/hukin-2020-0017.

13. Blazevich AJ, Babault N. Post-activation potentiation versus post-activation performance enhancement in humans: historical perspective, underlying mechanisms, and current issues. *Front Physiol.* 2019;10:1359. doi:10.3389/fphys.2019.01359.

14. Cormier P, Freitas TT, Loturco I, Turner A, Virgile A, Gregory G, et al. Within-session exercise sequencing during programming for complex training: historical perspectives,

terminology and training considerations. *Sports Med.* 2022;52:1-38.

15. Berning J, Adams KJ, DeBeliso M, Sevene-Adams PG, Harris C, Stamford BA. Effect of functional isometric squats on vertical jump in trained and untrained men. *J Strength Cond Res.* 2010;24(9):2285-2289.

16. Batista MA, Roschel H, Barroso R, Ugrinowitsch C, Tricoli V. Influence of strength training background on postactivation potentiation response. *J Strength Cond Res.* 2011;25(9):2496-2502.

17. Bridgeman LA, McGuigan MR, Gill ND, Dulson DK. The effects of accentuated eccentric loading on the drop jump exercise and the subsequent postactivation potentiation response. *J Strength Cond Res.* 2017;31(6):1620-1626.

18. Wewege MA, Desai I, Honey C, Coorie B, Jones MD, Clifford BK, Leake HB, Hagstrom AD. The effect of resistance training in healthy adults on body fat percentage, fat mass and visceral fat: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med.* 2022;52(2):287-300.

19. Harris DM, Foulds S, Latella C. Evidence-based training recommendations for the elite judoka. *Strength Cond J.* 2019;41(2):108-118.

20. Beck TW. The importance of a priori sample size estimation in strength and conditioning research. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2013, 27(8), 2323–2337.

21. Jackson AS, Pollock ML, Ward A. Generalized equations for predicting body density of men. *British Journal of Nutrition*, 1978, 40, 497–504.

22. Ratamess NA, Falvo MJ, Mangine GT, Hoffman JR, Faigenbaum AD, Kang J. The effect of rest interval length on metabolic responses to the bench press exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 2007, 100(1), 1–17.

23. Morton RW, Colenso-Semple L, Phillips SM. Training for strength and hypertrophy: an evidence-based approach. *Current Opinion in Physiology*, 2019, 10, 90–95.

24. Adda Ghoul. The effect of repetition ranges on maximal strength and hypertrophy. *International Journal of Physical Education, Fitness and Sports*, 2019, 4(4), 149–157.

25. Fritz CO, Morris PE, Richler JJ. Effect size estimates: current use, calculations, and interpretation. *Journal of Experimental Psychology: General*, 2012, 141(1), 2–18.

26. Sevilmiş E, Atalağ O. Effects of post activation potentiation on eccentric loading: Is it possible to do more repetitions after supra-maximal loading? *J. Hum. Sport Exerc.* 2019;14:584–590. doi: 10.14198/jhse.2019.143.09.

27. Krzysztofik M, Wilk M, Filip A, Zmijewski P, Zajac A, Tufano JJ. Can post-activation performance enhancement (PAPE) improve resistance training volume during the bench press

- exercise?. *Int J Environ Res Public Health*. 2020; 17(7):2554. doi:10.3390/ijerph17072554.
28. Van Den Tillaar R, Saeterbakken AH. Fatigue effects upon sticking region and electromyography in a six-repetition maximum bench press. *J Sports Sci*. 2013; 31(16):1823-1830. doi:10.1080/02640414.2013.803593.
29. Esformes JI, Keenan M, Moody J, Bampouras TM. Effect of different types of conditioning contraction on upper body postactivation potentiation. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2011, 25(1), 143–148. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181fef7f3>
30. Weigert M, Nitzsche N, Kunert F, Lösch C, Baumgärtel L, & Schulz H. Acute exercise-associated skin surface temperature changes after resistance training with different exercise intensities. *International Journal of Kinesiology and Sports Science*, 6(1). 2018, 12–18. <https://doi.org/10.7575/aiac.ijkss.v.6n.1p.12>.
31. Boullosa D, Rosso SD, Behm DG, & Foster C. Post-activation potentiation (PAP) in endurance sports: A review. *European Journal of Sport Science*, 18. 2018,595–610. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1438519>.
32. Allen DG, Lamb GD, Westerblad H. Skeletal muscle fatigue: cellular mechanisms. *Physiol Rev*. 2008; 88(1): 287–332; doi: 10.1152/physrev.00015.2007.