

---

**REVISÃO**

---

## **Pré-exaustão muscular induzida por exercício monoarticular**

### ***Pre- exhaustion muscular induced by single joint exercise***

Ramires Alsamir Tibana\*, Sandor Balsamo\*\*, Jonato Prestes\*\*\*, Denis Cesar Leite Vieira\*\*\*

---

*\*Programa de Pós-Graduação stricto sensu da Faculdade de Educação Física da Universidade Católica de Brasília, Brasília/DF, Centro Universitário Euro Americano (UNIEURO) – Departamento de Educação Física, Brasília/DF, \*\* Programa de pós graduação em ciências médicas da faculdade de medicina da Universidade de Brasília, Centro Universitário Euro Americano (UNIEURO), Departamento de Educação Física, Brasília/DF, \*\*\*Programa de Pós-Graduação stricto sensu da Faculdade de Educação Física da Universidade Católica de Brasília, Brasília/DF*

---

#### **Resumo**

O objetivo do presente estudo foi realizar uma revisão da literatura existente sobre a influência da pré-exaustão muscular induzida por um exercício monoarticular no treinamento de força. Foram analisados estudos publicados e encontrados através de busca eletrônica no Pubmed, Lilacs e Scielo. Por meio dos estudos analisados, podemos concluir que a utilização da pré-exaustão com cargas elevadas não produz aumentos na ativação da musculatura e diminui o volume de treino realizado no exercício multiarticular isolado. No entanto, cargas de baixa a moderada intensidade na pré-exaustão parecem produzir efeitos benéficos, visto que foi verificada maior atividade eletromiográfica quando exercícios monoarticulares com 30% e 60% precederam um exercício multiarticular.

**Palavras-chave:** pré-exaustão, treinamento resistido, exercícios.

#### **Abstract**

The aim of this study was to review the literature on the influence of pre-exhaustion muscle induced by a single-joint exercise in strength training. We analyzed studies indexed in Pubmed, Lilacs and Scielo. After analyzing the studies, we can conclude that the use of pre-exhaustion training with heavy weights does not produce increases in muscle activation and decreases the volume of training performed in multi-joint exercise alone. However, weights of low to moderate intensity in the pre-exhaustion seem to produce beneficial effects, as we observed higher electromyographic activity when single-joint exercises with 30% and 60% preceded multi-joint exercise.

**Key-words:** pre-exhaustion, resistance training, exercises.

Recebido em 7 de janeiro de 2013; aceito em 8 de agosto de 2013.

**Endereço para correspondência:** Ramires Alsamir Tibana, Universidade Católica de Brasília, Q.S. 7, lote 1 Bloco G Águas Claras, Taguatinga 71966-700 Brasília DF, E-mail: ramirestibana@gmail.com

---

## Introdução

O treinamento de força (TF) é geralmente prescrito para promover o aumento na força, potência, resistência e hipertrofia muscular [1]. Além disso, o mesmo vem sendo reconhecido como um importante componente em um programa para prevenção e tratamento de doenças cardiovasculares, ao passo que, baixos níveis de força muscular estão fortemente associados a prevalência de síndrome metabólica [2], obesidade [3,4], pressão arterial elevada [5,6] e a todas as causas de mortalidade [7].

É geralmente aceito que o treinamento ocorre em função da combinação das diversas variáveis como o número de exercícios [8], séries [9], intensidade de esforço [10], velocidade de execução [11], intervalo de recuperação [12] e a ordem dos exercícios selecionados [13-16]. A sequência tradicional dos exercícios determina que sejam realizados primeiro os exercícios para grandes grupos musculares que, normalmente, envolvem várias articulações. O raciocínio para essa sequência de exercícios é que, ao realizar os exercícios que envolvem várias articulações no início de uma sessão de treinamento, um estímulo superior é fornecido aos músculos envolvidos, o qual se acredita ser decorrente de uma maior resposta neural, metabólica, hormonal, e circulatória [8,16,17].

Outra sequência sugerida na literatura é a realização dos exercícios isolados, ou seja, de pequenos grupos musculares, antes das atividades dos grandes grupos. Um exemplo seria a execução dos músculos extensores do joelho antes do *leg press*. Esse método, conhecido como pré-exaustão, parte do pressuposto teórico de que, ao se realizar um exercício que envolve diversas articulações, os pequenos grupos musculares entram em fadiga antes que os grandes músculos possam ser levados ao limite de sua capacidade de trabalho [18]. Desta forma, o estímulo oferecido às maiores estruturas muscular fica sempre prejudicado durante o treinamento resistido.

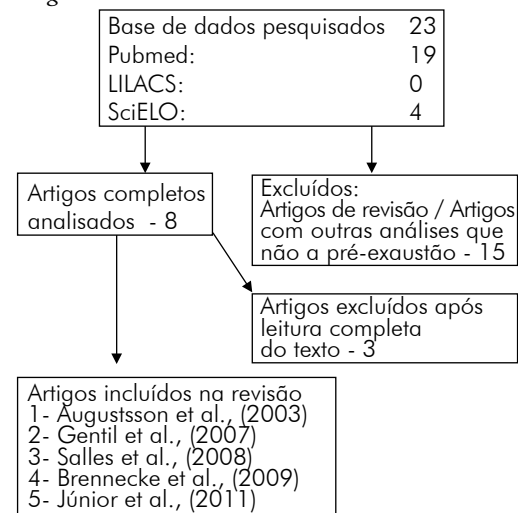
Poucos são os estudos que analisaram a pré-exaustão muscular induzida por um exercício monoarticular [18-22]. Nesse sentido, o objetivo do presente estudo foi realizar uma revisão da literatura existente sobre a influência da pré-exaustão muscular induzida por um exercício

monoarticular e as relações dose-resposta no treinamento de força.

## Material e métodos

A revisão foi conduzida com base nos seguintes critérios de inclusão de estudos: a) estudos experimentais cujos tratamentos envolviam exclusivamente treinamento de força, ordem dos exercícios, pré-exaustão; b) amostras compostas por indivíduos saudáveis de ambos os sexos. Foram analisados estudos publicados e encontrados por meio de busca eletrônica no *Pubmed*, *SciELO* e *Lilacs* através das palavras-chave: treinamento resistido, treinamento de força, ordem dos exercícios; e pré-exaustão e em inglês: resistance exercise, strength exercise, order of exercise e pre-exhaustion. Na seleção inicial foram encontrados 18 estudos, dos quais 5 atenderam aos critérios para inclusão (Tabela I).

**Figura 1** - Fluxograma do processo de seleção dos artigos.



## Discussão

O primeiro trabalho que utilizou o sistema de pré-exaustão foi realizado por Augustsson *et al.* [18] que analisaram a atividade eletromiográfica das musculaturas do membro inferior. Os autores investigaram o efeito da pré-exaustão na ativação muscular dos músculos vasto lateral, reto femoral e glúteo máximo durante o exercício *leg press*.

**Tabela I** - Estudos que investigaram o sistema da pré-exaustão.

Estudo	Amostra	Protocolo	Análises	Resultados
Augustsson et al. [18]	17H-T (26 ± 4 anos)	SEQA= 1 série de 10RM de pré-exaustão na CE e após imediatamente o LP. SEQB= 1 série de 10RM no LP até a falha concêntrica.	Nº de repetições e EMG (VL, RF e GM).	O número de repetições foi menor após ser realizada a pré-exaustão em comparação com o exercício LP sem a pré-exaustão.
Gentil et al. [19]	13H-T (25 ± 2 anos)	1 série, 10RM; Velocidade de execução: 2s. concêntrica, 2s. excêntrica; SEQA- Peck deck antes do supino reto. SEQB – Supino reto antes do Peck deck. ~20" de transição.	Nº de repetições, trabalho total e EMG (PM, TP e DA).	O trabalho total e o número de repetições não diferiram estatisticamente entre as condições: Pré-exaustão e sistema prioritário.
Salles et al. [20]	13H-T (22 ± 3 anos)	SEQA= 1 série de 10RM no LP e após imediatamente a CE. SEQB= 1 série de 10RM de pré-exaustão na CE e após imediatamente o LP. 20" de transição.	Nº de repetições e PSE	Os resultados apresentaram o VT de RM e a média do número de RM no exercício CE significativamente menores na SEQA quando comparada à sequência B, sem diferença na PSE.
Brennecke et al. [21]	12H-T (27 ± 6 anos)	1 série, 10RM; SEQA- Peck deck antes do supino reto. SEQB - Supino reto. ~11" de transição.	EMG (PM, DA, TP).	Não foram registrados aumentos na atividade EMG dos músculos PM e DA, no entanto, o TP teve uma maior solicitação após a pré-exaustão.
Júnior et al. [22]	9H-T (23 ± 3 anos)	SEQA= CE antes do LP, INT. de 30% e 60% de 1RM. SEQB= CE antes do LP, INT. de 60% de 1RM em ambos os exercícios. SEQC= Apenas a realização do LP a 60% de 1RM. ~40" de transição.	EMG (VL).	Os resultados indicaram um recrutamento mais efetivo de unidades motoras nas rotinas de exercício multiarticular precedidas de exercício monoarticular de baixa intensidade.

H = Homens; T = Treinados; SEQ = Sequência; RM = Repetições máximas; Int. = Intensidade; PRE = Pré-exaustão; PSE = Percepção Subjetiva de Esforço; CE = Cadeira extensora; LP = Leg press; VL = Vasto Lateral; PM = Peitoral Maior; DA = Deltoide Anterior; TP = Tríceps Braquial; GM = Glúteo Máximo; RF = Reto Femoral.

Cada indivíduo realizou duas sequências, uma com e a outra sem a influência da pré-exaustão. A ordem de execução das sequências foi definida aleatoriamente e houve vinte minutos de intervalo de descanso entre elas. Em uma das sequências, os indivíduos executaram uma série de extensão de joelhos com carga de 10RM e após (intervalo para transição entre os exercícios de 20 segundos) uma série de *leg press* também com carga de 10RM até a falha concêntrica. Na outra sequência, os indivíduos realizaram apenas uma série de *leg press* com carga de 10RM até a falha concêntrica. Os resultados demonstraram um efeito oposto ao sugerido para o método de treinamento da pré-exaustão.

A atividade eletromiográfica do reto femoral e do vasto lateral diminuiu de forma significativa com a realização da pré-exaustão. A atividade eletromiográfica do glúteo máximo, músculo não solicitado no exercício monoarticular, não apresentou diferença entre as duas sequências. Outro aspecto ponderado pelos autores foi a redução do volume de treino na sequência realizada com a pré-exaustão muscular. Os indivíduos executaram significativamente um menor número de repetições para uma mesma carga no *leg press* quando o faziam após a cadeira extensora ( $7,9 \pm 1,4$ ) em comparação com o exercício *leg press* executado de forma isolada ( $9,3 \pm 2,3$ ).

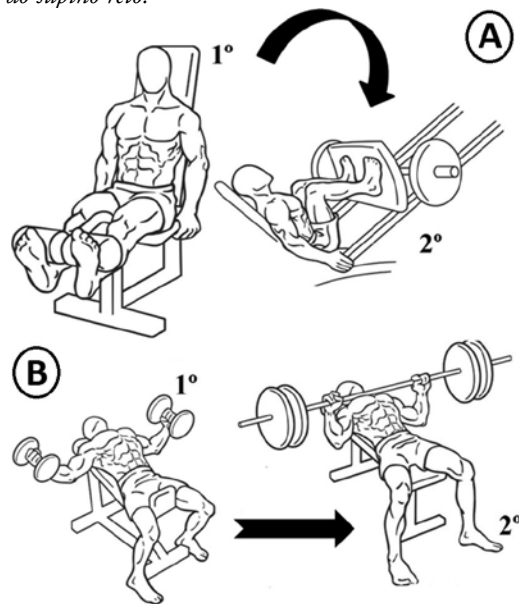
Posteriormente, Gentil *et al.* [19] submeteram treze sujeitos a séries de supino reto com e sem pré-exaustão realizada pelo exercício crucifixo na máquina. Os músculos analisados foram o peitoral maior, o deltoide anterior e o tríceps braquial. A intensidade dos movimentos correspondeu a 10RM e foi estabelecida uma velocidade de execução de 2s de fase concêntrica e 2s de fase excêntrica. Os resultados obtidos também contestam os benefícios propostos pelo método da pré-exaustão. Não foi registrado aumento na atividade dos músculos peitoral maior e deltoide anterior que foram exauridos no crucifixo. Em contrapartida, o tríceps braquial, que não foi acionado no exercício monoarticular, apresentou um aumento na amplitude da *root mean square* (RMS) após a fadiga dos demais motores primários do exercício, o que indica a participação de um maior número de unidades motoras desse músculo no desempenho do supino. Assim como no estudo de Augustsson *et al.* [18], houve uma redução significativa no trabalho total executado no exercício multiarticular após a pré-exaustão.

Salles *et al.* [20] utilizando um protocolo similar ao proposto por Augustsson *et al.* [18] em que os voluntários realizavam na sequência A = 1 série de 10RM no exercício *Leg Press* e após (intervalo para transição entre os exercícios de 20 segundos) a cadeira extensora e na sequência B = 1 série de 10RM de pré-exaustão na cadeira extensora e após (intervalo para transição entre os exercícios de 20 segundos) o *Leg press*. Os resultados apresentados pelos autores demonstraram que o volume total de repetições máximas e a média do número de repetições máximas na cadeira extensora foram significativamente menores na sequência A (volume total de repetições =  $38,6 \pm 7,3$ ; média do número de repetições máximas na cadeira extensora =  $3,57 \pm 1,19$ ) quando comparada à sequência B (volume total de repetições =  $46,9 \pm 8,4$ ; média do número repetições máximas na cadeira extensora =  $6,69 \pm 1,33$ ). Além disso, não houve diferença na percepção subjetiva de esforço.

De forma análoga ao estudo de Gentil *et al.* [19], Brennecke *et al.* [21] analisaram a atividade eletromiográfica das musculaturas do peitoral maior, deltoide anterior e tríceps braquial em protocolos com e sem o método do pré-exaustão. As cargas empregadas também corresponderam a

10RM, no entanto a velocidade de execução não foi controlada. Os resultados obtidos corroboram os achados anteriores. Não foi registrado aumento na atividade dos músculos peitoral maior e deltoide anterior que foram exauridos no crucifixo. O sinal eletromiográfico do tríceps braquial apresentou um aumento de amplitude após a pré-exaustão o que denota maior participação desse grupo muscular no exercício supino quando a sequência monoarticular / multiarticular é adotada.

**Figura 2.** A - Modelo do método de treinamento pré-exaustão do músculo quadríceps: extensão do joelho na cadeira extensora seguida do exercício *Leg press*; B - Modelo do método de treinamento pré-exaustão no músculo peitoral: crucifixo com halteres, seguido do supino reto.



Por outro lado, Júnior *et al.* [22] conduziram uma investigação que contraria os estudos anteriores citados. Esses pesquisadores analisaram a influência do método de pré-exaustão na atividade eletromiográfica do músculo vasto lateral. O protocolo experimental consistia na execução do exercício *leg press* em três circunstâncias: precedido do exercício monoarticular cadeira extensora realizado com baixa intensidade (30% de 1RM); precedido da cadeira extensora de intensidade moderada (60% de 1RM), e exercício *leg press* isolado. Nas três situações experimentais o *leg press* foi executado com carga equivalente a 60%

de 1RM. Segundo os autores, a carga elevada, utilizada por Augustsson *et al.* [18], Gentil *et al.* [19], Salles *et al.* [20] e Brennecke *et al.* [21] produz uma grande quantidade de metabólitos [23] que desencadeia um feedback sensorial que reduz a capacidade contrátil dos músculos [24]. Em contrapartida, quando as contrações são submáximas, não há o recrutamento de todas as unidades motoras disponíveis e, à medida que a fadiga se instaura, novas unidades motoras são recrutadas para compensar a falência das inicialmente solicitadas [25]. Esse fato poderia tornar o método pré-exaustão uma proposta plausível, pois a realização do exercício monoarticular de baixa intensidade forçaria o recrutamento de fibras musculares para a execução do exercício multiarticular subsequente. De fato os resultados obtidos indicaram um recrutamento mais efetivo de unidades motoras quando o exercício multiarticular foi precedido pelo exercício monoarticular de baixa e moderada intensidade.

## Conclusão

Por meio dos estudos analisados podemos concluir que a utilização da pré-exaustão com cargas elevadas não produz aumentos na ativação da musculatura e diminui o volume de treino realizado no exercício multiarticular isolado. No entanto, cargas de baixa a moderada intensidade na pré-exaustão parecem produzir efeitos benéficos, visto que foi verificada maior atividade eletromiográfica quando exercícios monoarticulares com 30% e 60% precederam um exercício multiarticular. Entretanto, novos estudos (agudos e crônicos) devem ser realizados para a confirmação desses resultados.

## Referências

1. American College of Sports Medicine. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci and Sports Exerc* 2009;41:687-708.
2. Tibana RA, Tajra V, César D, Farias DL, Teixeira TGL, Prestes J. Comparação da força muscular entre mulheres brasileiras com e sem síndrome metabólica. *ConScientiae Saúde* 2011;10:350-4.
3. Tibana RA, Teixeira TG, De Farias DL, Silva AO, Madrid B, Vieira A et al. Relação da circunferência do pescoço com a força muscular relativa e os fatores de risco cardiovascular em mulheres sedentárias. *Einstein (São Paulo)* 2012;10:329-34.
4. Jackson AW, Lee DC, Sui X, Morrow Junior JR, Church TS, Maslow AL, Blair SN. Muscular strength is inversely related to prevalence and incidence of obesity in adult men. *Obesity (Silver Spring)* 2010;18:1988-95.
5. Tibana RA, Balsamo S, Prestes J. Associação entre força muscular relativa e pressão arterial de repouso em mulheres sedentárias. *Rev Bras Cardiol* 2011;24:163-8.
6. Tibana RA, César D, Tajra V, Vieira A, Franz CB, Pereira GB, Prestes J. Avaliação da pressão arterial em mulheres sedentárias e sua relação com a força muscular. *Revista Brasileira em Promoção da Saúde* 2012;25:337-43.
7. Newman AB, Kupelian V, Visser M, Simonsick EM, Goodpaster BH, Kritchevsky SB, et al. Strength, but not muscle mass, is associated with mortality in the health, aging and body composition study cohort. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2006;61:72-7.
8. Fleck SJ, Kraemer WJ. Fundamentos do treinamento de força muscular. Porto Alegre: Artes Médicas; 2006.
9. Bottaro M, Veloso J, Wagner D, Gentil P. Resistance training for strength and muscle thickness: Effect of number of sets and muscle group trained. *Science Sports* 2011;26: 259-64.
10. Campos GE, Luecke TJ, Wendeln HK, Toma K, Hagerman FC, Murray TF, et al. Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: specificity of repetition maximum training zones. *Eur J Appl Physiol* 2002;88:50-60.
11. Goto K, Ishii N, Kizuka T, Kraemer RR, Honda Y, Takamatsu K. Hormonal and metabolic responses to slow movement resistance exercise with different durations of concentric and eccentric actions. *Eur J Appl Physiol* 2009;106:731-9.
12. Tibana RA, Prestes J, Nascimento Dda C, Martins OV, De Santana FS, Balsamo S. Higher muscle performance in adolescents compared with adults after a resistance training session with different rest intervals. *J Strength Cond Res* 2012;26:1027-32.
13. Balsamo S, Tibana RA, Nascimento DC, Franz CB, Lyons ST, Faigenbaum A, et al. Exercise order influences number of repetitions and lactate levels but not perceived exertion during resistance exercise in adolescents. *Sports Med* 2013, in press.
14. Balsamo S, Tibana RA, Nascimento DC, Farias GL, Petrucci Z, et al. Exercise order affects the total training volume and the ratings of perceived

- exertion in response to a super-set resistance training session. *Int J Gen Med* 2012;5:123-7.
15. Vanni O, Tibana RA, Aguiar F, Nascimento DC, Santana FS, Balsamo S. Efeito de diferentes ordens dos exercícios de força no número de repetições, volume total de treino, percepção subjetiva de esforço e resposta lactacidêmica em homens destreinados. *Brazilian Journal of Biomotricity* 2011;5:221-29.
  16. Tibana RA, Balsamo S. Manipulação da ordem dos exercícios na prescrição do treinamento resistido. *Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício* 2011;10:41-45.
  17. Sforzo GA, Touey PR. Manipulating exercise order affects muscular performance during a resistance exercise training session. *J Strength Cond Res* 1996;10:20-4.
  18. Augustsson J, Thomeé R, Hörnstedt P, Lindblom J, Karlsson J, Grimby G. Effect of pre-exhaustion exercise on lower-extremity muscle activation during a leg press exercise. *J Strength Cond Res* 2003;17:411-6.
  19. Gentil P, Oliveira E, Araújo Rocha Júnior V, Carmo J, Bottaro M. Effects of exercise order on upper-body muscle activation and exercise performance. *J Strength Cond Res* 2007;21:1082-6.
  20. Salles BF, Oliveira N, Ribeiro FM, Simão R, Novaes JS. Comparação do método pré-exaustão e da ordem inversa em exercícios para membros inferiores. *Rev Educ Fis* 2008;19:85-92.
  21. Brennecke A, Guimarães TM, Leone R, Cadarci M, Mochizuki L, Simão R, et al. Neuromuscular activity during bench press exercise performed with and without the preexhaustion method. *J Strength Cond Res* 2009;23:1933-40.
  22. Júnior VA, Bottaro M, Pereira MC, Andrade MM, P Júnior PR, Carmo JC. Electromyographic analyses of muscle pre-activation induced by single joint exercise. *Rev Bras Fisioter* 2010;14:158-65.
  23. 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.
  24. Ascensão A, Magalhães J, Oliveira J, Duarte J, Soares J. Fisiologia da fadiga muscular: Delimitação conceptual, modelos de estudo e mecanismos de fadiga de origem central e periférica. *Rev Port Cién Desp* 2003;3:108-23.
  25. Moritani T, Muro M, Nagata A. Intramuscular and surface electromyogram changes during muscle fatigue. *J Appl Physiol* 1986;60:1179-85.
-