

REINALDO JULIANO DE OLIVEIRA MENDES

**MÉTODO DE TREINAMENTO PRÉ-EXAUSTÃO E A RESPOSTA DA  
ATIVIDADE ELETROMIOGRÁFICA**

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG

2012

REINALDO JULIANO DE OLIVEIRA MENDES

**MÉTODO DE TREINAMENTO PRÉ-EXAUSTÃO E A RESPOSTA DA  
ATIVIDADE ELETROMIOGRÁFICA**

Monografia apresentada ao curso de Especialização em Treinamento Esportivo da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do Título de Especialista em Treinamento Esportivo.

Área de concentração: Treinamento Esportivo

Orientador: Prof. Dr. Mauro Heleno Chagas

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG

2012



Universidade Federal de Minas Gerais

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional

Programa de Pós-Graduação em Treinamento Esportivo/Musculação:

Ciências do Esporte

Monografia intitulada "Método de treinamento pré-exaustão e a resposta da atividade eletromiográfica" de autoria de Reinaldo Juliano de Oliveira Mendes, apresentada e aprovada pela banca examinadora:

---

Prof. 1

---

Prof. 2

---

Orientador: Prof. Dr. Mauro Heleno Chagas

---

Profa. Dra. Kátia Lúcia Moreira Lemos

Coordenadora do Programa de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Treinamento Esportivo/Musculação:  
EEFFTO/UFMG

Belo Horizonte, \_\_\_\_ de março de 2012.

Av. Pres. Antônio Carlos, 6627 Campus - Pampulha - Belo Horizonte - MG – CEP: 31.270-901 –  
Brasil - tel: (031) 3409-5310

Dedico este trabalho a todos os profissionais da educação física que, à sua maneira, deram uma contribuição para nossa profissão.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pela força e serenidade, aos meus pais, à minha irmã. Agradeço à minha noiva Estefânia, pelo companheirismo e incentivo. Agradeço aos professores e funcionários da UFMG, em especial ao professor Mauro Heleno, pela orientação, dedicação e conduta exemplar. Aos amigos de pós, Maurício, Carlos, Daniel Massote, Paulo e Renann.

“Nem sempre as batalhas da vida vão para o mais rápido ou o mais forte. Há momentos em que o vencedor é quem acredita que pode conseguir”.

Steve Prefontaine

## RESUMO

Inúmeros métodos de treinamento de força são utilizados atualmente com o intuito de promover ganhos de hipertrofia e força muscular. Muitos desses métodos se desenvolveram por meio do processo de tentativa e erro. Mesmo com a carência de uma base empírica, ainda são utilizados por treinadores e praticantes de musculação. Apesar das numerosas pesquisas conduzidas por estudiosos de todo o mundo, as modificações que os diferentes métodos de treinamento provocam no músculo e as respectivas adaptações fisiológicas ainda não são conhecidas com clareza. Entre as várias opções de método de treinamento, podemos destacar o método de pré-exaustão muscular. Este sistema de treino consiste em realizar uma série de exercício uniarticular antes de um exercício multiarticular para o mesmo músculo. Este trabalho objetivou entender os efeitos do método de treino pré-exaustão na resposta da atividade eletromiográfica. Para tanto, foi realizado um levantamento bibliográfico considerando apenas estudos experimentais que investigaram o método pré-exaustão e analisaram o efeito deste método na atividade eletromiográfica. A análise dos resultados dos artigos encontrados revelou algumas contradições nos valores das respostas dos sinais eletromiográficos dos músculos analisados. Em geral, foi verificado que, diferentemente do que se acreditava, o método de pré-exaustão muscular não aumentou a atividade eletromiográfica dos músculos agonistas. Essa contradição talvez seja explicada pela diferença dos protocolos de treinamento utilizados nos experimentos. Portanto, considerando a nossa limitação na busca pela literatura, novas pesquisas são necessárias para esclarecer os verdadeiros efeitos do método de pré-exaustão.

**Palavras-chave:** Treinamento de força. Método de pré-exaustão. Eletromiografia.

## **ABSTRACT**

Numerous methods of strength training are used today with the intention of promoting gains of hypertrophy and muscle strength. Many of these methods have been developed through the process of trial and error. Even with the lack of an empirical basis, are still used by coaches and practitioners of bodybuilding. Despite the numerous studies conducted by scholars from all over the world, the changes that the different methods of training cause in the muscle and their physiological adaptations are not yet known clearly. Among the various options of training method, we can highlight the method of pre-muscular exhaustion. This training system is to carry out a series of exercise uniarticular before an exercise multiarticular for the same muscle. This study aimed to understand the effects of the method of pre-exhaustion training in the response of the electromyographic activity. For both, a bibliographic survey was carried out considering only experimental studies that investigated the pre-exhaustion method and analyzed the effect of this method in EMG activity. The analysis of the results of articles found revealed some contradictions in the values of the answers of the electromyographic signals muscles analyzed. In general, it was found that contrary to what was thought, the pre-exhaustion method hasn't increased the electromyographic activity of agonist muscles. This contradiction might be explained by training protocols used in experiments. Therefore, considering our limitation in search of literature, further researches are needed to clarify the true effects of the pre-exhaustion method.

**Key words:** Strength training. Pre-exhaustion method. Electromyography.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - Estrutura e componentes da capacidade motora força.....	15
FIGURA 2 - Adução no <i>cross over</i> (exercício monoarticular) seguida de supino reto (exercício multiarticular).....	18
FIGURA 3 - Crucifixo 45° (exercício monoarticular) seguido de supino 45° (exercício multiarticular).....	18
FIGURA 4 - Comparação entre os protocolos P1 (com pré-exaustão) e P2 (sem pré-exaustão) durante o exercício supino. Valores de RMS dos músculos peitoral maior (PM), deltoíde anterior (DA) e tríceps braquial (TB), foram normalizados MVIA (Ativação da Máxima Contração Voluntária Isométrica). ....	22
FIGURA 5 - Resposta da atividade eletromiográfica (expressa em percentual da ativação da contração voluntária máxima isométrica - % MVIA) durante o exercício <i>leg press</i> com pré-exaustão e sem pré-exaustão dos músculos reto femoral, vasto lateral e glúteo máximo .....	23
FIGURA 6 - Amplitude do sinal eletromiográfica do exercício supino durante o método de pré-exaustão e sistema de prioridade muscular. TB (tríceps braquial), AD (deltoide anterior) e PM (peitoral maior) .....	26
FIGURA 7 - Amplitude do sinal eletromiográfica do exercício Peck-deck durante o método de pré-exaustão e sistema de prioridade muscular. TB (tríceps braquial), AD (deltoide anterior) e PM (peitoral maior) .....	27
QUADRO 1 - Sinopse dos resultados.....	28

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Comparação entre o crescimento percentual médio do valor RMS durante as repetições de <i>leg press 45°</i> . .....	255
---	-----

## SUMÁRIO

<b>1</b>	
<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>111</b>
<b>1.1 Objetivo .....</b>	<b>122</b>
<b>2 METODOLOGIA .....</b>	<b>133</b>
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>144</b>
<b>3.1 Estruturação da capacidade motora força.....</b>	<b>144</b>
<b>3.2 Caracterização do método de pré-exaustão .....</b>	<b>1616</b>
<b>3.3 Eletromiografia de superfície .....</b>	<b>18</b>
<b>3.4 Pré-exaustão e atividade eletromiográfica.....</b>	<b>20</b>
<b>4 RESULTADOS.....</b>	<b>28</b>
<b>5 DISCUSSÃO .....</b>	<b>30</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>34</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>36</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O treinamento de força vem se tornando cada vez mais popular, devido aos vários benefícios que essa modalidade oferece à saúde e à qualidade de vida dos praticantes. Muitos métodos de treinamento de força são utilizados atualmente, oferecendo uma grande variedade de possibilidades de prescrição do treinamento, exigindo do profissional de Educação Física conhecimentos específicos sobre o efeito esperado com a utilização desses diferentes métodos de treinamento.

O treinamento de força é prescrito em função da combinação de diversas variáveis: o número de repetições, séries e exercícios, o intervalo de descanso entre séries, peso, duração da repetição, amplitude de movimento, entre outras (CHAGAS; LIMA, 2008). Uma característica importante na prescrição de um programa de treinamento é a ordem de execução dos exercícios. As diferentes formas de treinamento, em que essas variáveis são manipuladas, resultam em efeitos diferenciados no aprimoramento da potência, força e hipertrofia muscular (KRAEMER; RATAMESS, 2005 *apud* SALLES *et al.*, 2008).

Entre os vários aspectos que devem ser considerados, a manipulação da ordem dos exercícios é uma questão que ainda provoca discussões no treinamento de força na musculação. É provável que a falta de conhecimento sobre os diferentes efeitos associados com a manipulação da ordem dos exercícios explique a dificuldade de uma aplicação diferenciada na prática profissional cotidiana. Ainda sobre a ordem dos exercícios, Storz e Touey (1996) *apud* Monteiro *et al.* (2005) propuseram que os grandes grupamentos musculares deveriam ser solicitados antes dos pequenos, em todas as situações de treinamento.

Muitas estratégias prescritas no treinamento de força na musculação foram desenvolvidas de maneira empírica ao longo dos anos de prática, sendo que a maioria delas não possui comprovação científica. Mesmo assim, esses métodos são bastante utilizados nas academias e centros de treinamento sem se conhecer os seus verdadeiros efeitos e apesar da ausência de uma fundamentação teórica sólida.

Entre estas estratégias de manipulação, um método utilizado e conhecido é o método de treinamento “pré-exaustão”. O método pré-exaustão consiste na

realização de um exercício monoarticular imediatamente seguido de outro exercício multiarticular, ambos para o mesmo grupo muscular. Um exemplo desse método para os membros inferiores poderia ser a realização de uma série no exercício “extensão de joelhos”, seguida imediatamente de uma série de *leg press*. O objetivo dessa sequência é aumentar a exigência sobre o músculo “pré-fatigado”, provocando um possível aumento do número de fibras musculares estimuladas para a execução do exercício multiarticular (GENTIL *et al.*, 2007). Esse fato pressupõe que os músculos responsáveis pela extensão do joelho chegam mais facilmente à fadiga, preservando e minimizando a ação dos músculos sinergistas.

Entender o método de treinamento pré-exaustão pode auxiliar os profissionais de Educação Física na elaboração de prescrições de treinamento. Partindo da aceitação de que ainda é escassa a quantidade de informação sobre os diferentes métodos de treinamento, um levantamento de informações sobre esta temática pode fornecer subsídios necessários para aumentar a capacidade de análise e interpretação dos efeitos esperados do método pré-exaustão.

Portanto, o presente estudo de levantamento bibliográfico tem como objetivo verificar a influência do método de treinamento pré-exaustão na resposta da atividade eletromiográfica.

## **1.1 Objetivo**

O presente estudo monográfico tem como objetivo realizar um levantamento bibliográfico de estudos experimentais sobre o efeito do método de treinamento pré-exaustão na resposta da atividade eletromiográfica.

## 2 METODOLOGIA

A presente monografia caracteriza-se por um levantamento bibliográfico. Foi realizada uma busca sistematizada na literatura com o objetivo de identificar os estudos que investigaram os efeitos do treinamento do método de pré-exaustão na atividade eletromiográfica.

O levantamento bibliográfico foi realizado utilizando os sites de busca *Highwire Press* da *Stanford University* ([www.highwire.org](http://www.highwire.org)), *Pubmed/Medline* ([www.pubmed.com.br](http://www.pubmed.com.br)) e periódicos *CAPES* ([www.periodicos.capes.gov.br](http://www.periodicos.capes.gov.br)).

Para a seleção dos estudos, foram realizadas as buscas pelas palavras-chave nos sites anteriormente mencionados: “pré-exhaustion”, “pré-fatigue”, “electromyography”, “strength training”, “treinamento de força”, “eletromiografia” e “pré-exaustão”.

Visando a uma primeira seleção dos artigos, observaram-se os seguintes aspectos:

- a) estudos envolvendo seres humanos;
- b) estudos transversais e longitudinais;
- c) estudos a partir de 1990;
- d) estudos que estivessem disponíveis para fazer o *download* ou fizessem parte do acervo de uma das bibliotecas da UFMG.

Por último, os resumos dos estudos selecionados foram analisados e foram destacados os artigos que tratavam da análise da atividade eletromiográfica do método de pré-exaustão.

A estrutura metodológica deste estudo monográfico foi baseada nas recomendações de França e Vasconcelos (2004) e consistiu de três elementos textuais básicos: introdução, desenvolvimento e considerações finais.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Estruturação da capacidade motora força

O treinamento de força, atualmente, exerce um papel importante no condicionamento físico geral, na performance esportiva, na reabilitação de lesões e no aumento da massa muscular.

Uma definição precisa de força levando em conta seus aspectos físicos e psíquicos representa uma grande dificuldade, uma vez que o tipo de força, o trabalho muscular, os diferentes caracteres da tensão muscular são influenciados por muitos fatores (WEINECK, 1999).

Duas razões têm sido aceitas para explicar o aumento de força muscular que ocorre em resposta ao treinamento de força. Uma está associada às alterações neurais e a outra envolve aumentos na área de secção transversa do músculo. No primeiro caso, os nervos que são ligados às fibras musculares específicas, formando as unidades motoras, são “ensinados” a “transmitir”, assim, ocorre um aperfeiçoamento da técnica, permitindo o uso de mais carga com mais eficiência. No segundo caso, à medida que a área de secção transversa do músculo torna-se maior, aumenta também a capacidade do músculo de desenvolver força (BAECHLE; GROVES, 2000).

Segundo Schmidtbleicher (1997) esta capacidade é apresentada com a seguinte estrutura:

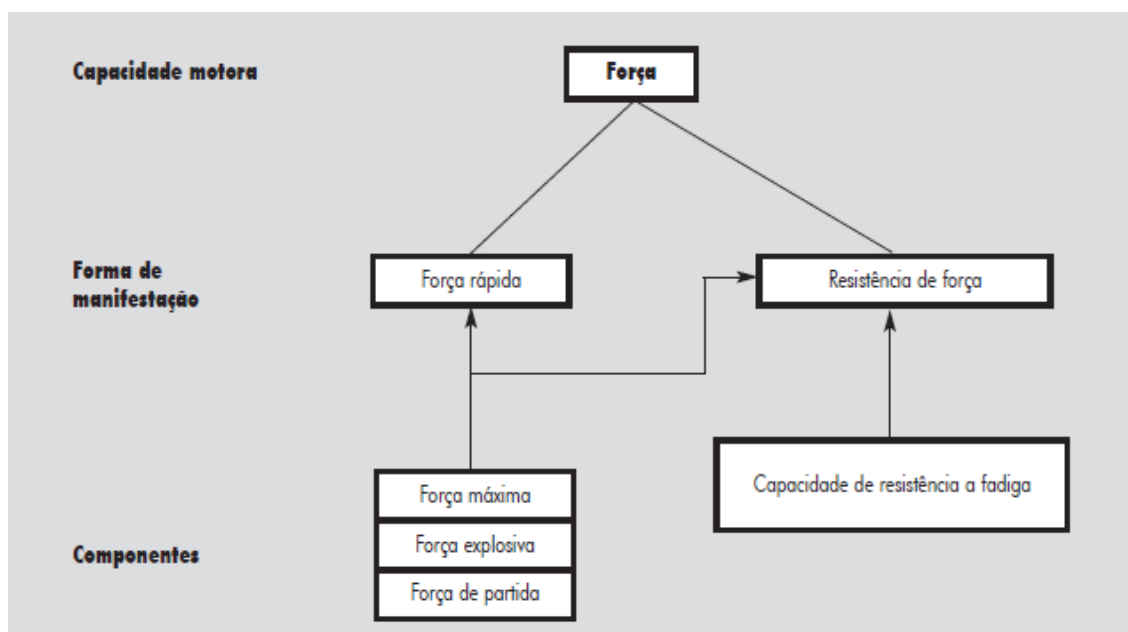


FIGURA 1 - Estrutura e componentes da capacidade motora força  
 Fonte: Chagas, 2002, p. 150.

Schmidtbleicher (1997) entende que a capacidade motora força apresenta duas formas de manifestação: força rápida e resistência de força.

De acordo com essa estruturação, a força rápida possui os componentes força máxima, força de partida e força explosiva, estando estes interligados com a forma de manifestação resistência de força. A força máxima representa a maior força disponível, que o sistema neuromuscular pode gerar através de uma contração máxima voluntária. A força rápida é compreendida como a capacidade do indivíduo de desenvolver força no início da contração num intervalo de tempo de até 50 milissegundos. Já a força explosiva entende-se como a capacidade de desenvolver uma força num curto intervalo de tempo.

Além da força rápida, outra forma de manifestação da capacidade motora força é a resistência de força. A resistência de força é uma forma de manifestação complexa da capacidade força e da capacidade resistência. Para Frick (1993) *apud* Chagas (2002), resistência de força caracteriza a capacidade do sistema neuromuscular de produzir a maior somatória de impulsos possível sob condições metabólicas predominantemente anaeróbicas e condições de fadiga.

Para diferenciar a resistência de força de outras manifestações da capacidade resistência, é necessário que, para a execução da tarefa motora, seja exigido um



nível mínimo de força, que seria um terço da força isométrica máxima individual (SCHMIDTBLEICHER, 1984 *apud* CHAGAS, 2002).

Desta maneira, temos um universo de possibilidades a serem explorados na sala de musculação para se chegar aos objetivos desejados. Existem diversos sistemas de treinamento utilizados por praticantes de musculação, o que exige uma análise cautelosa, pois existem poucos trabalhos sobre estes sistemas. Considerando que inúmeras variáveis irão interferir na manipulação desses sistemas, como, por exemplo, o tempo de pausa, o número de exercícios, séries e repetições, a amplitude de movimento, a presença de movimentos acessórios, de auxílio externo, entre outras, a análise torna-se ainda mais complexa, uma vez que essas variáveis são elementos primários para a elaboração do programa de treinamento (CHAGAS; LIMA, 2008).

Atualmente existem inúmeros sistemas de treinamento de força a fim de manipular de diferentes formas a ordem e o número de exercícios, o número de repetições e o peso utilizado. Muitos desses sistemas de treinamento foram desenvolvidos por fisiculturistas com a intenção de suprir as necessidades e os objetivos ligados aos resultados do treinamento, como, por exemplo, a alteração da composição corporal e aumento de força.

Entre os vários exemplos de sistema de treinamento, podemos destacar o método de pré-exaustão muscular. Este método envolve o treinamento de um músculo ou grupamento muscular até o ponto da fadiga utilizando um exercício monoarticular imediatamente seguido de um exercício multiarticular. (AUGUSTSSON *et al.*, 2003).

### **3.2 Caracterização do método de pré-exaustão**

A ordem de execução dos exercícios é fator de extrema relevância na prescrição do treinamento de força. Encadear os movimentos de forma que a sequência de estímulos proporcione uma melhor resposta da musculatura treinada é o objetivo almejado por profissionais que empregam a musculação para a melhoria do desempenho e para a reabilitação (ROCHA JUNIOR *et al.*, 2010).

O método de pré-exaustão é caracterizado pelo treinamento de um músculo ou grupamento muscular, em que objetiva-se alcançar a fadiga muscular utilizando um exercício monoarticular imediatamente seguido de um exercício multiarticular. Desta forma, podemos citar o seguinte exemplo para o grupamento muscular peitoral:

Antes da execução do exercício supino reto são realizados exercícios como o crucifixo reto ou voador, que isolam e demandam uma ativação dos músculos peitorais, enquanto reduz as exigências sobre os músculos sinergistas, deixando-os mais disponíveis durante a execução subsequente do supino.

Exemplos de pré-exaustão para o peitoral:

Adução no *Cross over* antes do supino  
Crucifixo 45° antes do supino 45°  
Voador antes do supino reto com *halteres*

Exemplos de pré-exaustão para dorsal:

*Pull over* na máquina antes da remada baixa.  
Voador dorsal antes de *pulley* alto pela frente.  
Crucifixo inverso antes de *pulley* pegada supinada.

Exemplos de pré-exaustão para quadríceps:

Cadeira extensora antes do agachamento  
Cadeira extensora antes do *leg press*

Exemplos de pré-exaustão para isquiotibiais:

Cadeira flexora antes do agachamento  
Cadeira flexora antes *leg press*

Exemplos de sequência de exercícios para o peitoral:

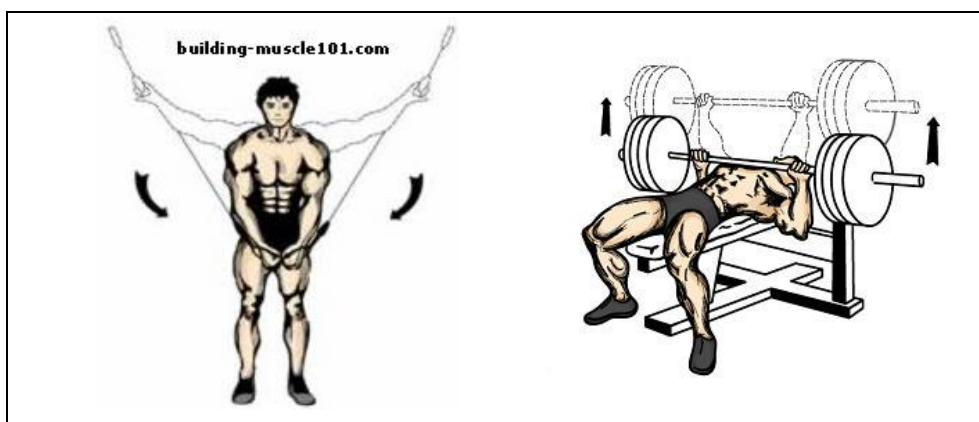


FIGURA 2 - Adução no *cross over* (exercício monoarticular) seguida de supino reto (exercício multiarticular)

Fonte: Disponível em: <http://www.building-muscle101.com/how-to-use-pre-exhaust-technique.html>.

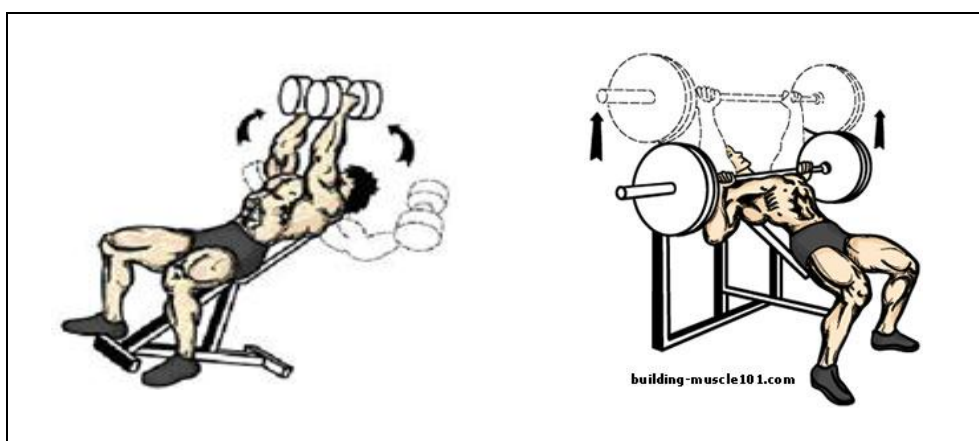


FIGURA 3 - Crucifixo 45° (exercício monoarticular) seguido de supino 45° (exercício multiarticular)

Fonte: Disponível em: <http://www.building-muscle101.com/how-to-use-pre-exhaust-technique.html>.

### 3.3 Eletromiografia de superfície

A eletromiografia de superfície (EMG<sub>s</sub>) compreende o exame dos potenciais elétricos dos músculos e possui destaque entre os métodos não invasivos para avaliação da atividade da musculatura esquelética (ROBINSON *et al.*, 2001 *apud*

FERREIRA *et al.*, 2010). A EMGs permite avaliar o grau e a duração da atividade muscular, a ocorrência de fadiga, a alteração da composição das unidades motoras (UM) resultante de programas de treinamento muscular, assim como as estratégias neurais de recrutamento (SODERBERG *et al.*, 2000 *apud* FERREIRA *et al.*, 2010).

O método consiste em registro da atividade eletromiográfica utilizando um sistema de captação do sinal biológico (placa de aquisição dos sinais, amplificador, sistema de canais, eletrodos) e um *software* para processamento do sinal.

São usados para captação do sinal tanto eletrodos de agulha quanto eletrodos superficiais. Os eletrodos superficiais são capazes de registrar de forma mais generalizada a atividade de um maior número de fibras musculares, ativadas em condições de esforço mínimo, médio e máximo. O eletrodo ativo deve estar situado sobre a região a ser estudada. O eletrodo de referência pode ser colocado sobre um grupo muscular distinto do estudado e o eletrodo terra em qualquer outro lugar que não seja entre o de referência e o ativo. O eletrodo ativo serve para captar a atividade do músculo, o de referência para distinguir o grupamento a ser estudado do não estudado e o terra para prevenir interferências ambientais. Os sinais são amplificados e enviados para o computador.

Do ponto de vista fisiológico, durante uma contração muscular voluntária, a atividade gerada no córtex cerebral ativa o neurônio motor localizado no tronco cerebral (núcleos de pares cranianos motores) ou na medula espinhal e este (motoneurônio) faz contato sináptico com os músculos, despolarizando a placa motora (termo utilizado para expressar a sinapse entre ramificações do axônio e a fibra muscular). Esse potencial de ação conduzido até as membranas das fibras musculares irá propagar ao longo das membranas provocando a contração simultânea das várias fibras musculares que compõem a unidade motora.

O registro eletromiográfico que o eletrodo vai detectar e que se origina no interior do músculo é a soma dos potenciais de ação de todas as fibras musculares das diferentes unidades motoras que são ativadas ao mesmo tempo em um determinado período de tempo.

Quando determinada por meio da eletromiografia, a fadiga muscular pode receber a denominação de fadiga eletromiográfica e, por definição, tal situação ocorre quando há uma resposta crescente da amplitude do sinal eletromiográfico (verificado pelos valores de *root mean square* (RMS) sugerindo recrutamento motor

adicional) concomitante à alteração do espectro de potência do sinal eletromiográfico em direção às baixas frequências (constatada pelos valores de frequência mediana em virtude da diminuição da taxa de disparo das unidades motoras) (BASMAJIAN; DE LUCA, 1985 *apud* BANDEIRA *et al.*, 2009).

Entre as várias funções da eletromiografia podemos citar:

- Permite avaliar a eficácia de equipamentos de musculação, indicando as melhores posições para treinar um determinado músculo;
- Possibilita comparar, de acordo com um padrão ouro ou de referência, se um indivíduo está ou não com uma falha mecânica na execução do movimento;
- Pode ser utilizado para analisar o deslocamento da frequência de disparo das fibras musculares que, com o aparecimento da fadiga, disparam em frequências mais baixas;
- Pode fornecer informações sobre a evolução de um atleta, verificando o crescimento da atividade eletromiográfica, que indicaria um aumento do número de unidades motoras recrutadas;
- Permite auxiliar na realização de investigações sobre a atividade de diferentes músculos que atuam em um determinado movimento, além do músculo principal.

Os eletrodos são fixados na pele com fitas adesivas após a remoção dos pêlos e assepsia com álcool e algodão do local a serem fixados (Apostila de eletromiografia, laboratório de neurofisiologia, UFPE).

### **3.4 Pré-exaustão e atividade eletromiográfica**

Foram encontrados alguns estudos experimentais que buscaram investigar os efeitos do treinamento utilizando o método de pré-exaustão na resposta da atividade eletromiográfica.

Brennecke *et al.* (2009) investigaram os efeitos da ordem dos exercícios sobre a intensidade e a duração da atividade muscular dos músculos dos membros

superiores durante o exercício supino, sendo que a atividade muscular foi comparada nas condições com e sem pré-exaustão.

A amostra foi composta de 12 indivíduos saudáveis do sexo masculino com experiência de, no mínimo, quatro anos em treinamento de força e sem histórico de problemas ortopédicos.

Para determinação do protocolo de treinamento, foi utilizado o método de 10 repetições máximas. Os exercícios utilizados no experimento foram o voador peitoral e supino horizontal.

Os autores registraram os dados eletromiográficos dos músculos porção clavicular do peitoral maior, deltóide anterior e cabeça longa do tríceps braquial em duas diferentes condições: protocolo P1 (com pré-exaustão) — os indivíduos realizaram uma série de 10 repetições do exercício voador peitoral seguido imediatamente de uma série até a falha muscular do supino reto; protocolo P2 (sem pré-exaustão) — os voluntários realizaram apenas uma série de 10 repetições no supino reto. Em ambos os protocolos, os sujeitos realizaram uma série de aquecimento de 10 a 15 repetições utilizando 50% da carga obtida no teste de 10 RM. Os seguintes resultados foram observados: durante a execução do método pré-exaustão houve um aumento considerável do recrutamento de unidades motoras do tríceps braquial. Não houve mudanças significativas nos valores de atividade muscular dos músculos peitoral maior e deltóide anterior. A FIG. 04 apresenta os principais resultados do estudo.

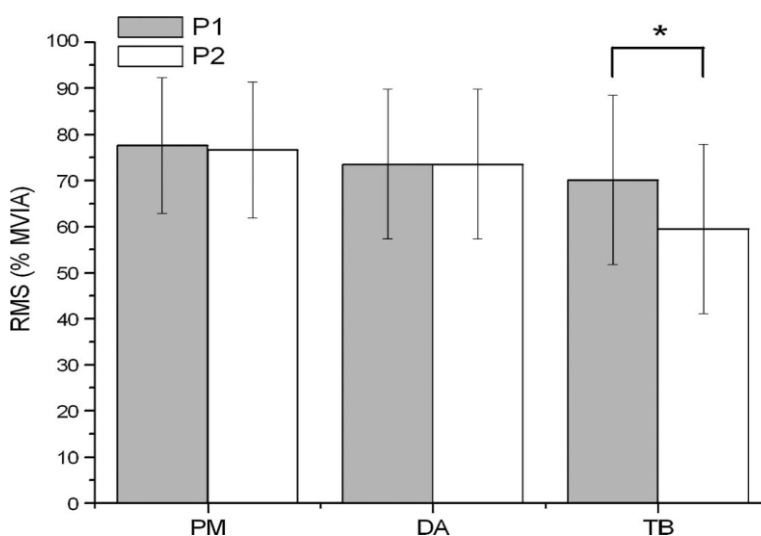


FIGURA 4 – Comparação entre os protocolos P1 (com pré-exaustão) e P2 (sem pré-exaustão) durante o exercício supino. Valores de RMS dos músculos peitoral maior (PM), deltóide anterior (DA) e tríceps braquial (TB) foram normalizados MVIA (Ativação da Máxima Contração Voluntária Isométrica)

Fonte: BRENNECKE *et al.*, 2009, p. 1937.

Outro estudo interessante que também investigou a resposta da ativação muscular durante a utilização do método pré-exaustão foi o estudo de Augustsson *et al.* (2003). O objetivo desse trabalho foi investigar, através da eletromiografia, o efeito do exercício de pré-exaustão na ativação muscular dos membros inferiores. A amostra foi constituída de 17 homens saudáveis com alguma experiência em treinamento de força.

Foram analisados os dados eletromiográficos dos músculos reto femoral, vasto lateral e glúteo máximo.

Todos os indivíduos foram submetidos a um teste de 10 repetições máximas para determinação da carga, quatro a cinco dias antes do teste.

Foram utilizados dois protocolos, o primeiro com pré-exaustão e o segundo sem pré-exaustão. No primeiro, os indivíduos executaram uma série de extensão de joelhos até a fadiga com a carga de 10 RM, seguida de uma série de 10 RM no *leg press*.

Resultados: foi observada menor atividade eletromiográfica dos músculos reto femoral e vasto lateral nas séries com pré-exaustão. Não houve diferença

considerável na atividade eletromiográfica para o músculo glúteo máximo. A FIG. 05 apresenta os principais resultados do estudo.

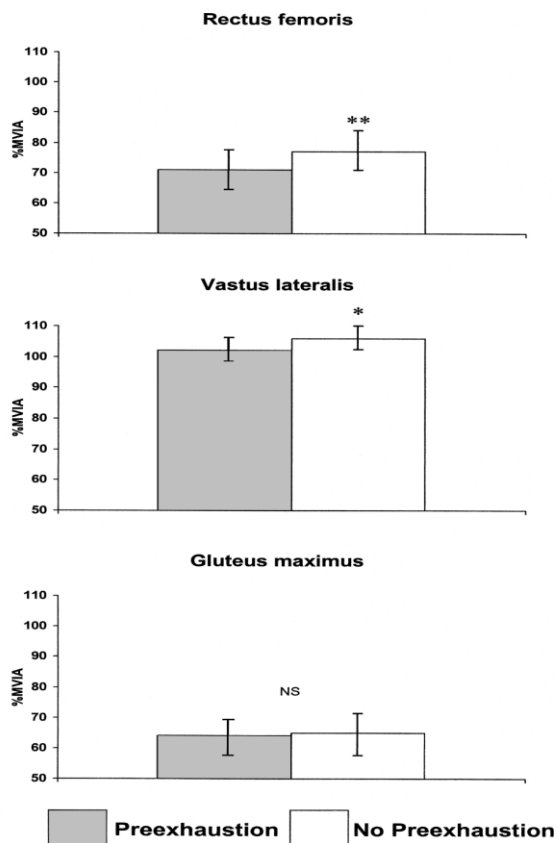


FIGURA 5 - Resposta da atividade eletromiográfica (expressa em percentual da ativação da contração voluntária máxima isométrica - % MVIA) durante o exercício *leg press* com pré-exaustão e sem pré-exaustão dos músculos reto femoral, vasto lateral e glúteo máximo

Fonte: AUGUSTSSON *et al.*, 2003, p. 414.

Em um estudo similar, Rocha Junior *et al.* (2010) buscaram verificar se a realização prévia de um exercício monoarticular de baixa intensidade corresponde a um estímulo eficiente para aumentar o número de unidades motoras recrutadas no exercício multiarticular subsequente.

A amostra foi composta por nove voluntários saudáveis do sexo masculino. Todos praticavam exercícios resistidos com uma frequência mínima de três vezes por semana, há pelo menos um ano.



As cargas de treinamento foram determinadas através do teste de 1 RM. Os exercícios utilizados foram o *leg press* 45° e a cadeira extensora. A ordem de execução dos testes de 1RM foi alternada entre os participantes para garantir aleatoriedade na realização do experimento.

O procedimento experimental foi constituído de duas rotinas. A rotina de pré-ativação com exercício monoarticular de baixa intensidade (R30) era composta de uma série de 15 repetições de cadeira extensora, com carga de 30% de 1RM, imediatamente seguida de uma série de 15 repetições de *leg press* 45°, com 60% de 1 RM. A rotina de alta intensidade (R60) foi semelhante à rotina anterior, porém as 15 repetições de cadeira extensora foram realizadas com carga de 60% de 1 RM.

Uma terceira rotina, denominada rotina controle (RC), também foi realizada e teve como objetivo registrar a atividade muscular no exercício multiarticular sem a prévia realização do exercício monoarticular. A rotina (RC) foi constituída apenas de uma série de 15 repetições.

Os sinais eletromiográficos foram registrados no músculo vasto lateral durante a execução do exercício *leg press* 45° das rotinas R30, R60 e RC.

Resultados: a realização do exercício cadeira extensora com sobrecargas de 30% e 60% de um 1RM provocou um aumento na amplitude do sinal eletromiográfico registrada no *leg press* 45° executado em sequência, apontando uma efetividade da pré-ativação por meio de exercício monoarticular da intensidade leve a moderada para o aumento do número de unidades motoras recrutadas em um exercício multiarticular subsequente. A TAB.1 abaixo apresenta os principais resultados do estudo:

TABELA 1  
 Comparação entre o crescimento percentual médio do valor  
 RMS durante as repetições de *leg press 45°*

Inclinações normalizadas* das retas de regressão dos valores RMS (%)	
R30	4,49±3,44†
R60	3,96±2,60†
RC	1,84±1,31

Fonte: ROCHA JUNIOR *et al.*, 2010, p. 162.

\* Coeficientes angulares normalizados pelos coeficientes lineares das equações de regressão; R30=rotina de pré-ativação com exercício monoarticular de baixa intensidade; R60=rotina de pré-ativação com exercício monoarticular de alta intensidade; RC=exercício controle sem pré-ativação; †ANOVA de um fator para medidas repetidas—R30 e R60 vs. RC ( $p < 0,05$ ).

Outros pesquisadores que buscaram estudar os efeitos do método de pré-exaustão foram Gentil *et al.* (2007), os autores analisaram dois métodos de treinamento: o primeiro método foi o sistema de prioridade muscular, no qual era realizado um exercício multiarticular seguido imediatamente por outro monoarticular. O segundo método analisado foi o método de pré-exaustão muscular, no qual era realizado um exercício monoarticular seguido de outro multiarticular. O objetivo foi analisar e comparar o número total de repetições e a atividade muscular dos músculos dos membros superiores.

A amostra foi composta por 13 homens saudáveis com experiência de aproximadamente sete anos em exercícios de força.

Após um período de adaptação, os indivíduos foram submetidos a um teste para determinação da carga de treino através do teste de 10 repetições máximas nos exercícios supino e *Peck deck*.

Para a coleta dos dados eletromiográficos, foram fixados eletrodos e coletados os dados da atividade elétrica dos músculos peitoral maior (PM), deltóide anterior (DA) e tríceps braquial (TB).

Durante o sistema de prioridade muscular, os sujeitos realizaram uma série até a fadiga muscular do exercício supino seguida imediatamente de uma série até a fadiga muscular do exercício *Peck deck*. Já durante o método pré-exaustão, foi realizada uma série do exercício *Peck deck* até o ponto de fadiga muscular seguido imediatamente de uma série até a fadiga muscular do exercício supino.

No método de pré-exaustão durante o exercício supino houve um aumento considerável de 33% na atividade eletromiográfica do músculo tríceps braquial com uma redução insignificante de 5,44% da ativação do músculo peitoral maior.

Não foram observadas diferenças significantes para os músculos PM, DA e TB entre os métodos de pré-exaustão e sistema de prioridade muscular durante o exercício *Peck deck*. As figuras a seguir apresentam os sinais eletromiográficos dos métodos pré-exaustão e prioridade muscular:

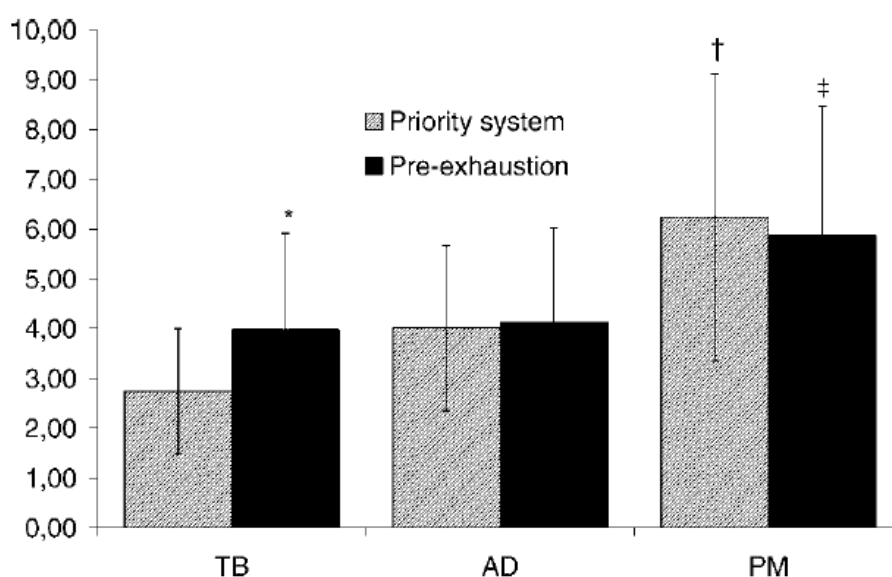


FIGURA 6 - Amplitude do sinal eletromiográfica do exercício supino durante o método de pré-exaustão e sistema de prioridade muscular. Valores de RMS dos músculos TB (tríceps braquial), AD (deltoide anterior) e PM (peitoral maior)

Fonte: GENTIL *et al.*, 2007, p. 1084.

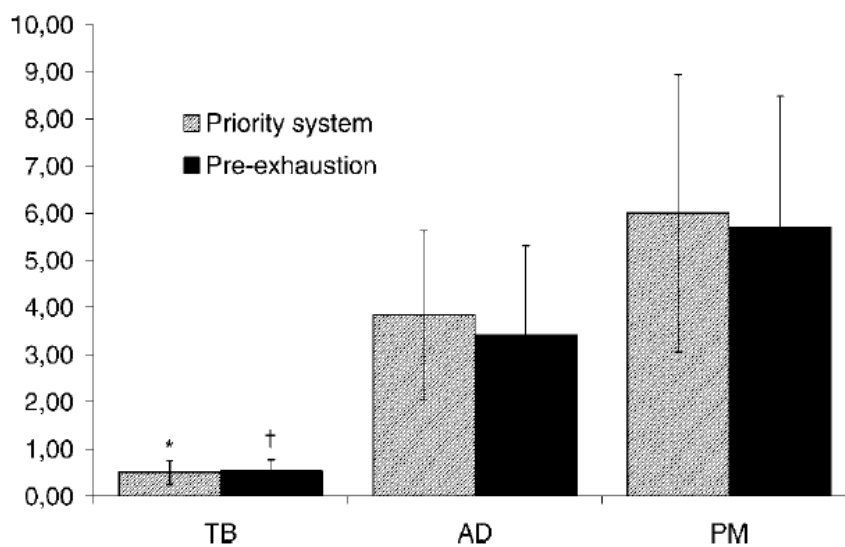


FIGURA 7- Amplitude do sinal eletromiográfica do exercício *Peck-deck* durante o método de pré-exaustão e sistema de prioridade muscular. Valores de RMS dos músculos TB (tríceps braquial), AD (deltoide anterior) e PM (peitoral maior).  
Fonte: GENTIL *et al.*, 2007, p. 1084.

## 4 RESULTADOS

O QUADRO 1 apresenta as informações referentes à amostra, objetivos e principais resultados das pesquisas analisadas.

QUADRO 1  
Sinopse dos resultados

(Continua)

ARTIGO	AUTOR E DATA	AMOSTRA	OBJETIVOS	RESULTADOS
1	Brennecke <i>et al.</i> (2009)	12 homens treinados idade 27,7 _+6.2 Massa corporal: 80 _+ 11.0kg Altura: 1,73 _+0,05m	Investigar os efeitos da ordem dos exercícios sobre a intensidade e duração da atividade muscular dos músculos dos membros superiores durante o exercício supino.	Houve um aumento considerável do recrutamento de unidades motoras do tríceps braquial. Não houve mudanças significativas nos valores da atividade muscular dos músculos peitoral maior e deltóide anterior.
2	Augustsson <i>et al.</i> (2003)	17 homens saudáveis Idade: 26 _+ 4 anos Massa corporal: 77 _+6kg Altura: 182 _+ 6cm	Investigar o efeito do exercício de pré-exaustão na ativação muscular dos membros inferiores.	Foi observada menor atividade eletromiográfica dos músculos reto femoral e vasto lateral nas séries com pré-exaustão. Não houve diferença considerável para o músculo glúteo máximo.

QUADRO 1  
Sinopse dos resultados

(Conclusão)

ARTIGO	AUTOR E DATA	AMOSTRA	OBJETIVOS	RESULTADOS
3	Rocha Júnior <i>et al.</i> (2010)	9 indivíduos do sexo masculino, idade: 23,33 $\pm$ 3,46 anos Massa corporal: 75,68 $\pm$ 8,10 kg Estatura: 1,76 $\pm$ 0,66m	O objetivo foi verificar se a realização prévia de um exercício monoarticular de baixa intensidade corresponde a um estímulo eficiente para aumentar o nº de unidades motoras recrutadas no exercício multiarticular subsequente.	A realização do exercício cadeira extensora com sobrecargas de 30% e 60% de 1 RM provocou um aumento na amplitude do sinal eletromiográfico registrada no <i>leg press</i> 45° executado em sequência, apontando uma efetividade da pré ativação por meio de exercício monoarticular para o aumento do nº de u.m recrutadas em um exercício multiarticular subsequente.
4	Gentil <i>et al.</i> (2007)	13 homens saudáveis Idade: 25 $\pm$ 2.5 anos Massa corporal: 71 $\pm$ 8.65kg Altura: 172.5 $\pm$ 6.49cm	O objetivo foi analisar e comparar o número total de repetições e a atividade muscular dos músculos dos membros superiores.	Houve uma redução de 5,44% da atividade do músculo peitoral maior durante o exercício multiarticular.

## 5 DISCUSSÃO

Em relação ao artigo 1, o objetivo dos autores foi investigar a influência de uma série de um exercício monoarticular antes de uma série de um exercício multiarticular de membros superiores, no entanto, não foi observada maior atividade elétrica dos músculos peitoral maior e deltóide anterior. Em contrapartida, o tríceps braquial, que não foi solicitado no exercício monoarticular, apresentou um aumento de 17,87% da amplitude da atividade eletromiográfica no exercício supino reto (multiarticular) após a fadiga dos músculos agonistas.

No mesmo sentido, Augustsson *et al.* (2003) avaliaram a resposta da musculatura em uma combinação de exercícios para os membros inferiores. Em decorrência da pré-fadiga do quadríceps pela realização prévia das extensões de joelho na cadeira extensora, Augustsson *et al.* (2003), no artigo 2, também reportaram uma diminuição na amplitude do sinal eletromiográfico ao analisarem a atividade elétrica dos músculos reto femoral e do vasto lateral durante a execução do *leg press*.

Uma das hipóteses apresentadas por esses autores para o aumento da ação dos músculos sinergistas seguida de redução significativa da atividade dos músculos agonistas é o simples fato de o músculo sinergista aumentar sua expressão a fim de compensar a redução da força dos músculos agonistas causado pela fadiga. Estudos anteriores mostraram que a fraqueza de um músculo ou grupo muscular causada pela fadiga altera o padrão de recrutamento neuromuscular dos músculos sinergistas para tentar manter o esforço exigido.

Alguns autores ainda afirmam que a fadiga é um mecanismo estratégico de proteção muscular, desta maneira, acontece uma inibição da atividade muscular antes que ocorra dano irreparável nesta estrutura.

Argumentos semelhantes foram apresentados por Gentil *et al.* (2007) no artigo 4 para justificar os resultados de sua pesquisa. Após analisar a atividade eletromiográfica dos músculos peitoral maior, deltoide anterior e tríceps braquial nos exercícios supino e *peck deck* durante os métodos de pré exaustão muscular e sistema de prioridade muscular, estes autores observaram um aumento considerável da atividade do músculo sinergista e uma redução da atividade do músculo agonista durante a realização do supino.

Já no artigo 3, o objetivo proposto pelos estudiosos foi investigar a resposta da atividade eletromiográfica dos músculos dos membros inferiores. Os valores positivos observados nas inclinações das retas de regressão do RMS apresentados por Rocha Junior *et al.* (2010) indicaram aumento progressivo no número de unidades motoras recrutadas dos músculos reto femoral e vasto lateral em todas as séries de *leg press* 45° analisadas.

Rocha Junior *et al.* (2010) observaram que a realização do exercício cadeira extensora com sobrecargas de 30% e 60% de 1-RM provocou um aumento na amplitude do sinal eletromiográfico registrada no exercício *leg press* 45° executado em sequência. Os pesquisadores ainda ressaltam que não houve diferença significativa entre as intensidades 30% e 60% de 1RM. Portanto, as duas intensidades mostraram-se eficientes para aumentar o número de unidades motoras recrutadas no movimento multiarticular. Os autores recomendam a utilização da intensidade 30%, já que a intensidade menor proporcionaria melhor controle da técnica de execução dos exercícios, o que acaba por reduzir a probabilidade de lesões e sobretraining em grupos musculares debilitados.

No entanto, esse padrão crescente do sinal eletromiográfico, encontrado neste estudo, diverge dos resultados apresentados nos artigos 1, 2 e 4, já que, os demais pesquisadores reportaram uma diminuição na amplitude do sinal eletromiográfico dos músculos agonistas durante as séries com o método pré-exaustão muscular. Rocha Junior *et al.* (2010) especulam que outros músculos como adutores e gastrocnêmios, cujas atividades não foram monitoradas durante o estudo, possam ter compensado a queda de desempenho da musculatura anterior da coxa. Esta explicação remete à hipótese apresentada nos artigos anteriores, de que, este fato, está relacionado com um mecanismo compensatório durante a fadiga como mecanismo de preservação muscular e manutenção do esforço.

Uma possibilidade para explicar a divergência entre os resultados pode ser atribuída às intensidades aplicadas nos exercícios. As série de 10-RM avaliadas nos experimentos de Augustsson *et al.* (2003) e Gentil *et al.* (2007) representam intensidades significativamente superiores a séries executadas com 30% e 60% de 1-RM utilizadas nos estudos de Rocha Junior *et al.* (2010).

Essa sobrecarga elevada suscita maior produção de metabólitos e conseqüentemente provoca maior ativação de receptores musculares sensíveis a



perturbações bioquímicas, como os aferentes III e IV, os fusos musculares e os órgãos tendinosos de Golgi, visto que estas estruturas geram um *feedback* sensorial que reduz a capacidade de recrutamento de unidades motoras.

Outra observação importante foi citada por Augustsson *et al.* (2003). Estes autores ainda observaram em seus estudos um decréscimo do número total de repetições realizadas durante o método pré-exaustão, assim, houve redução da atividade muscular e da força, quando comparada com a série sem pré-exaustão muscular. Desta forma, os autores sugerem que o método estudado pode ser menos eficaz para o desenvolvimento muscular e na sua capacidade de gerar força.

Em um estudo semelhante Sforzo e Souey (1996) *apud* Monteiro *et al.* (2005) analisaram os efeitos da ordenação dos exercícios sobre o número de repetições. Esses autores investigaram homens treinados que realizaram duas sessões de treinamento, envolvendo três exercícios para membros inferiores e três exercícios para o tronco. Como resultado, verificou-se que a manipulação da ordem de execução dos exercícios afetou o número de repetições para uma mesma carga. Foi observado que, ao iniciar pelos pequenos grupamentos, afetava-se o desempenho nos grandes grupamentos e vice-versa, promovendo assim diminuição no número de repetições executadas.

Esses resultados permitem inferir novamente que, independentemente do grupo muscular trabalhado inicialmente, os níveis de fadiga tendem a influenciar no desempenho dos exercícios subsequentes.

Neste sentido, ao revisar a literatura relativa ao método de pré-exaustão e número total de repetições, outro experimento foi encontrado. Salles *et al.* (2008) compararam o método pré-exaustão à ordem inversa nos exercícios *leg press* e cadeira extensora sobre o volume total de repetições máximas e percepção subjetiva de esforço. Neste estudo, treze homens treinados realizaram quatro séries de cada exercício, em duas sequências diferentes. As sessões foram realizadas em dias diferentes, com intervalo de 72 horas entre elas. Na primeira sequência, os indivíduos realizaram o *leg press* antes da cadeira extensora e, na segunda sequência, realizaram a ordem inversa. Os voluntários executaram uma série de cada exercício na sequência designada, com intervalo para transição entre exercícios, fixo em 20 segundos, sendo ambas as séries realizadas até o alcance da falha muscular concêntrica. O procedimento foi realizado por quatro vezes com

intervalos fixos em dois minutos em ambas as sequências. Os resultados deste experimento demonstraram que o volume total de treinamento foi significativamente maior na sequência em que foi iniciada pelo exercício monoarticular comparada à forma inversa.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A quantidade de pesquisas que tratam do método de pré-exaustão ainda é muito escassa, principalmente quando se refere à utilização da análise eletromiográfica como instrumento de avaliação. Além disso, os resultados dos estudos realizados apresentaram algumas contradições, no entanto, foi observado que o método pode ser utilizado como estratégia de treino com a finalidade de se treinar os músculos acessórios/sinergistas, já que, na maioria dos trabalhos, a atividades destes músculos foi aumentada devido a fadiga dos músculos agonistas.

De acordo com os dados analisados, novos estudos deverão ser realizados a fim de esclarecer, com clareza, os efeitos do método de pré-exaustão e sua verdadeira finalidade. Sugere-se que novos modelos sejam testados, que sejam analisadas a utilização de variadas intensidades, variados volumes e diferentes velocidades de execução dos exercícios, tanto nas séries dos exercícios monoarticulares, quanto nos multiarticulares.

O volume total de uma sessão de treinamento é de extrema importância em relação à magnitude dos resultados do treino de força (CHESTNUT, 1999 *apud* SALLES, 2008). Portanto, cabe destacar que em todos os artigos analisados neste trabalho, em que os testes foram verificados com eletromiografia, foi realizada apenas uma única série de exercícios, desta forma, os autores sugerem, para os próximos estudos, a realização de um número maior de séries, já que geralmente os atletas utilizam múltiplas séries deste método durante os treinamentos.

Embora as pesquisas tenham apontado a eficácia do método para a ativação dos músculos sinergistas/acessórios, é possível inferir, que, diferentemente do que se acreditava durante algum tempo, o método de pré-exaustão não resultou em uma maior ativação dos músculos agonistas quando comparado com o treinamento sem a utilização deste método.

Apesar dos artigos terem revelado estes resultados, o método de pré-exaustão ainda pode ser considerado um sistema capaz de provocar novos estímulos no treinamento, assim, este método deve ser aplicado em conformidade aos objetivos estabelecidos no treinamento, a fim de chegar às adaptações fisiológicas desejadas. “A escolha de um sistema de treinamento depende dos objetivos do programa, do tempo disponível, dos equipamentos e do quanto os

objetivos do programa de treinamento de força se relacionam aos objetivos do programa de condicionamento total” (FLECK; KRAEMER, 2006). Entretanto, ao prescrever o método de pré-exaustão, assim como qualquer outro sistema de treinamento, deve-se considerar vários princípios metodológicos e fisiológicos do treinamento.

Sendo assim, propõe-se que novas pesquisas devem ser realizadas, a fim de se obter maiores esclarecimentos sobre o estudo em questão. Portanto, os novos trabalhos deverão, sobretudo, ser realizados com protocolos mais próximos da realidade dos treinamentos utilizados nas academias e centros de treinamento.

## REFERÊNCIAS

- AUGUSTSSON, J; THOMEÉ, R; HÖRNSTEDT, P. Effect of pre-exhaustion exercise on lower-extremity muscle activation during a leg press exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.17, n.2, p. 411–416, 2003.
- BAECHLE, T. R.; GROVES, B. R. **Treinamento de força: passos para o sucesso**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.
- BANDEIRA, C. C. A; BERNI, K, C, S; RODRIGUES-BIGATON, D. Análise eletromiográfica e força do grupo muscular extensor do punho durante isquemia induzida. **Rev. Bras. Fisioterapia**, São Carlos, v.13, n.1, p.31-7, jan/fev. 2009.
- BRENNECKE, A. *et al.* Neuromuscular activity during bench press exercise performed with and without the preexhaustion method. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v. 23, N. 7, Out. 2009.
- CHAGAS, M. H. Treinamento específico da força. *IN*: GRECO, P.J. (org.). **Caderno do goleiro de handebol**. Belo Horizonte: Imprensa, 2002.
- CHAGAS, M. H.; LIMA, F. V. **Musculação: variáveis estruturais**. Belo Horizonte: Casa da Educação Física, 2008.
- FERREIRA, A. S; GUIMARÃES, F, S; SILVA, J, G. Aspectos metodológicos da eletromiografia de superfície: considerações sobre os sinais e processamentos para estudo da função neuromuscular. **Rev. Bras. Cienc. Esporte**, Campinas, v. 31, n. 2, p. 11-30, janeiro 2010.
- FLECK, S. J; KRAEMER, W. J. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.
- GENTIL, P. *et al.* Effects of exercise order on upper-body muscle activation and exercise performance. **Journal of Strength Conditioning Research**, v. 21, n.4, p.1082-1086, 2007.
- ROCHA JUNIOR, V. A. R. *et al.* Análise eletromiográfica da pré-ativação muscular induzida por exercício monoarticular. **Revista brasileira de fisioterapia**. São Carlos, v. 14, n.2, p.158-65. Mar/abr. 2010.
- MONTEIRO, W; SIMÃO, R; FARINATTI, P. Manipulação na ordem dos exercícios e sua influência sobre número de repetições e percepção subjetiva de esforço em mulheres treinadas. **Rev. Bras. Med. Esporte**, v. 11, n. 2, mar/abr 2005.
- SALLES, B, F. *et al.* Comparação do método pré-exaustão e da ordem inversa em exercícios para membros inferiores. **Revista da Educação Física**, v. 19, n.1, p.85-92, 1º t. 2008

SCHMIDTBLEICHER, D. **Introdução ao treinamento da força muscular**. Institut für Sportwissenschaften, Frankfurt Universität. Frankfurt R.F. Alemanha, 1997. (Apostila).

UFPE . Laboratório de Neurofisiologia. DFF. CCB. **Eletromiografia**.(Apostila). Disponível em: [http://hp.br.inter.net/ezequiel.araujo/eb/arquivos/apostila\\_de\\_eletromiografia.doc](http://hp.br.inter.net/ezequiel.araujo/eb/arquivos/apostila_de_eletromiografia.doc) . Acesso em 20 de jan. de 2012.

WEINECK, J. **Treinamento ideal**. 9. ed. Barueri: Manole, 1999.