UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE DE RIBEIRÃO PRETO

RAFAEL AKIRA FUJITA

**EFEITO DA INSTRUÇÃO VERBAL NA ATIVIDADE
ELETROMIOGRÁFICA DURANTE O EXERCÍCIO DE REMADA
SENTADA COM E SEM PRÉ EXAUSTÃO MUSCULAR**

RIBEIRÃO PRETO

2019

RAFAEL AKIRA FUJITA

EFEITO DA INSTRUÇÃO VERBAL NA ATIVIDADE
ELETROMIOGRÁFICA DURANTE O EXERCÍCIO DE REMADA
SENTADA COM E SEM PRÉ EXAUSTÃO MUSCULAR

Dissertação apresentada à Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Ciências, Programa de Pós-Graduação em Educação Física e Esporte.

Área de Concentração: Aspectos Biodinâmicos da Atividade Física e do Esporte

Orientador: Prof. Dr. Matheus Machado Gomes

Ribeirão Preto - SP

2019

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo ou pesquisa, desde que citada à fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA

Fujita, Rafael Akira

Efeito da instrução verbal na atividade eletromiográfica durante o exercício de remada sentada com e sem pré exaustão muscular. Ribeirão Preto, 2019.

iv, 83p.

Dissertação de Mestrado apresentada à Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. Área de concentração: Aspectos Biodinâmicos da Atividade Física e do Esporte.

Orientador: Prof. Dr. Matheus Machado Gomes.

1. Eletromiografia. 2. Foco de atenção. 3. Recrutamento muscular

DEDICATÓRIA

É com muito amor e gratidão que dedico este trabalho aos meus pais, Gerson Toshihiko Fujita e Marcia Motoe Kanno Fujita e a minha irmã Livia Sayuri Fujita por sempre me apoiarem independente das circunstâncias. Dedico também aos meus avós Manabu Fujita, Tomiyama Toshiko Fujita e Sumako Fujita que com muito amor e carinho não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a **Deus** por direcionar meus passos e sustentar-me até aqui. Sem a graça de **Jesus Cristo** jamais teria alcançado essa benção.

Aos meus pais **Gerson** e **Marcia** por todos ensinamentos ao longo da vida, pelas oportunidades que me deram, por sempre me incentivarem a buscar meus sonhos e principalmente pelo amor e carinho incondicional.

A minha irmã **Lívia** por motivar-me e apoiar-me durante toda esta jornada.

Aos meus avós **Manabu**, **Tomiyama** e **Sumako** por serem tão batalhadores e por terem me ensinado tanto sobre perseverança e esforço.

Ao meu orientador **Prof. Dr. Matheus Machado Gomes** principalmente pela confiança depositada em mim desde o início, pela paciência, pelos ensinamentos e direcionamento em toda esta trajetória.

Aos **professores da banca examinadora** pela contribuição a este estudo.

Aos **professores da EEFERP** que auxiliaram no meu desenvolvimento intelectual.

Ao **laboratório de Biomecânica e Controle Motor (LaBioCoM)**, por disponibilizar recursos essenciais à execução deste trabalho.

Aos **voluntários** que gentilmente participaram desta pesquisa.

Aos colegas **alunos de graduação e pós-graduação** integrantes do Laboratório de Biomecânica e Controle Motor da EEFERP, pela amizade e colaboração científica.

Aos membros do **Grupo de Estudos Neuromotores do Movimento Humano** pelo suporte no estudo e pela amizade.

A **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)** pelo apoio concedido (Código de Financiamento 001) para o desenvolvimento parcial deste projeto.

RESUMO

FUJITA, Rafael Akira. **Efeito da instrução verbal na atividade eletromiográfica durante o exercício de remada sentada com e sem pré exaustão muscular**. 2019. 83 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física e Esporte) – Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2019.

Há necessidade de esclarecimento sobre o efeito do método pré exaustão muscular na atividade eletromiográfica, visto que a literatura aponta resultados controversos sobre seu efeito no músculo específico. Em relação a instrução verbal, os estudos apontam resultados positivos em cargas até 60%1RM, mas há controvérsias a 80%1RM. O presente estudo verificou o efeito da instrução verbal em condições com e sem pré exaustão muscular sobre os domínios temporal e espectral do sinal eletromiográfico nas repetições iniciais, intermediárias e finais do exercício remada sentada. Foram coletados dados de 20 adultos jovens ($19,80 \pm 1,54$ anos, $71,92 \pm 9,39$ kg e $177,28 \pm 7,07$ cm) com pouca ($4,78 \pm 1,30$ meses) ou nenhuma experiência no treinamento de força. Todos estavam sem treinar há pelo menos 12 meses. Inicialmente houve o teste de quantificação de cargas, posteriormente nos testes 1 e 2, o sinal eletromiográfico foi registrado nos músculos: bíceps braquial, deltoide posterior, latíssimo do dorso e redondo maior. No Teste 1, uma série com e outra sem pré exaustão muscular foi realizada de forma randomizada com repetições máximas na intensidade de 70% de 1RM. O Teste 2 seguiu os mesmos procedimentos de coleta sendo acrescentada apenas a instrução verbal: “Concentre-se em estender o ombro, puxe com as costas”. Os resultados apontaram que os voluntários aumentaram 7,44% ($p = 0,049$) a amplitude da atividade eletromiográfica do latíssimo do dorso nas repetições iniciais. Neste mesmo intervalo o redondo maior aumentou 15,63% ($p = 0,020$) na condição de instrução verbal com pré exaustão e os demais músculos não modificaram sua atividade. Nos intervalos intermediário e final os voluntários não alteraram a amplitude da atividade eletromiográfica com a instrução verbal em nenhum músculo analisado. Além disso, os voluntários não modificaram a frequência mediana do sinal em nenhum músculo durante toda série com instrução verbal. Em relação a pré exaustão, não houve alteração da amplitude da atividade eletromiográfica em nenhum músculo analisado. Os resultados mostram que a pré exaustão reduz 11,21% ($p < 0,002$) a frequência mediana no redondo maior e 8,58% ($p < 0,002$) no deltoide posterior no intervalo inicial. No intervalo intermediário esse padrão se repetiu, houveram reduções de 5,85% ($p < 0,002$) e 4,57% ($p < 0,002$) para os músculos redondo maior e deltoide posterior respectivamente. Os

demais músculos não apresentaram modificações, assim como no intervalo final. Por fim os resultados mostraram que a pré exaustão muscular reduziu o número de repetições na remada sentada.

Palavras chave: Eletromiografia. Foco de atenção. Recrutamento muscular. Ativação muscular. Pré-ativação.

ABSTRACT

FUJITA, Rafael Akira. **Effect of verbal instruction on electromyographic activity during seated row exercise with and without muscular pre exhaustion.** 2019. 83 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física e Esporte) – Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2019.

There is a need for clarification on the effect of the pre-exhaustion method on electromyographic activity, since the literature points out controversial results on its effect on the specific muscle. Regarding verbal instruction, studies point to positive results in loads up to 60% 1RM, but there are controversies at 80% 1RM. The present study verified the effect of verbal instruction in conditions with and without muscular pre-exhaustion on the temporal and spectral domains of the electromyographic signal in the initial, intermediate and final repetitions of the seated row exercise. Data were collected from 20 young adults (19.80 ± 1.54 years, 71.92 ± 9.39 kg and 177.28 ± 7.07 cm) with little (4.78 ± 1.30 months) or no experience in strength training. Everyone was untrained for at least 12 months. Initially, there was the load quantification test, later in tests 1 and 2, the electromyographic signal was recorded in the muscles: biceps brachii, posterior deltoid, dorsal and major round. In Test 1, a series with and without muscle pre-exhaustion was performed in a randomized fashion with maximal repetitions at the intensity of 70% of 1RM. Test 2 followed the same collection procedures, adding only the verbal instruction: "Focus on extending the shoulder, pull with the back". The results showed that the volunteers increased 7.4% ($p = 0.049$) the amplitude of the electromyographic activity of the latissimus dorsi in the initial repetitions. In this same interval the teres major increased 15.63% ($p = 0.020$) in the verbal instruction condition with pre-exhaustion and the other muscles did not modify its activity. In the intermediate and final intervals, the volunteers did not alter the amplitude of the electromyographic activity with the verbal instruction in any muscle analyzed. In addition, volunteers did not modify the median frequency of the signal in any muscle during any verbal instruction series. Regarding pre-exhaustion, there was no change in amplitude of electromyographic activity in any muscle analyzed. The results show that the pre-exhaustion reduces the median frequency in the teres major 11.21% ($p < 0.002$) and 8.58% ($p < 0.002$) in the posterior deltoid in the initial interval. In the intermediate interval this pattern was repeated, there were reductions of 5.85% ($p < 0.002$) and 4.57% ($p < 0.002$) for the major round and posterior deltoid muscles respectively.

The other muscles did not change, as did the final interval. Finally, the results showed that the pre muscular exhaustion reduced the number of repetitions in the seated row.

Key-words: Electromyography. Focus of attention. Muscle recruitment. Muscle activation. Pre-activation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Posicionamento do voluntário no início da fase concêntrica (A) e no final da fase concêntrica (B) durante a execução do exercício remada sentada.	35
Figura 2. Posicionamento do voluntário no início da fase concêntrica (A) e no final da fase concêntrica (B) durante a execução do exercício <i>pullover</i>	36
Figura 3. Posicionamento dos sensores (eletrodos de superfície) nos músculos deltoide posterior, redondo maior e latíssimo do dorso no plano frontal vista posterior (A) e do músculo bíceps braquial no plano frontal vista anterior (B).	39
Figura 4. Posicionamento do voluntário durante a execução da CIVM dos músculos latíssimo do dorso e redondo maior.	41
Figura 5. Posicionamento do voluntário durante a execução da CIVM do músculo deltoide posterior.	42
Figura 6. Posicionamento do voluntário durante a execução da CIVM do músculo bíceps braquial.	43
Figura 7. Representação esquemática do desenho experimental do estudo.	45
Figura 8. Exemplo do sinal eletromiográfico no domínio temporal ao longo de uma série do exercício remada sentada.	48
Figura 9. Exemplo do sinal eletromiográfico no domínio temporal nas repetições iniciais durante o exercício remada sentada.	49
Figura 10. Exemplo do sinal eletromiográfico no domínio temporal nas repetições intermediárias durante o exercício remada sentada.	49
Figura 11. Exemplo do sinal eletromiográfico no domínio temporal nas repetições finais durante o exercício remada sentada.	50
Figura 12. Médias e desvios-padrão da atividade eletromiográfica durante as duas repetições iniciais nas diferentes condições de realização do exercício remada sentada.	51

Figura 13. Médias e desvios-padrão da atividade eletromiográfica durante as duas repetições intermediárias nas diferentes condições de realização do exercício remada sentada.....	52
Figura 14. Médias e desvios-padrão da atividade eletromiográfica durante as duas repetições finais nas diferentes condições de realização do exercício remada sentada.....	53
Figura 15. Exemplo da frequência do sinal eletromiográfico no domínio espectral nas repetições iniciais durante o exercício remada sentada.	54
Figura 16. Exemplo da frequência do sinal eletromiográfico no domínio espectral nas repetições intermediárias durante o exercício remada sentada.....	54
Figura 17. Exemplo da frequência do sinal eletromiográfico no domínio espectral nas repetições finais durante o exercício remada sentada.....	55
Figura 18. Médias e desvios-padrão da frequência mediana durante as repetições iniciais nas diferentes condições de realização do exercício remada sentada.	56
Figura 19. Médias e desvios-padrão da frequência mediana durante as repetições intermediárias nas diferentes condições de realização do exercício remada sentada.....	57
Figura 20. Médias e desvios-padrão da frequência mediana durante as repetições finais nas diferentes condições de realização do exercício remada sentada.	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Médias e desvios-padrão referentes a carga sustentada (kg) durante a remada sentada e o <i>pullover</i> no aquecimento (40% 1RM) e nas séries (70% 1RM).	38
Tabela 2. Médias e desvios-padrão referentes ao número de repetições realizadas durante a remada sentada em cada condição.	47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA	<i>Analysis of Variance</i> (Análise de variância)
CICP	Com instrução verbal com pré exaustão
CISP	Com instrução verbal sem pré exaustão
CIVM	Contração isométrica voluntária máxima
CIVMs	Contrações Isométricas Voluntárias Máximas
CVM	Contração voluntária máxima
EMG	Eletromiografia
MANOVA	<i>Multivariate Analysis of Variance</i> (Análise de variância multivariada)
RM	Repetições máximas
RMS	<i>Root Mean Square</i> (Raíz quadrada média)
SENIAM	<i>Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles</i>
SICP	Sem instrução verbal com pré exaustão
SISP	Sem instrução verbal sem pré exaustão

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. OBJETIVOS	18
2.1 – Objetivo geral.....	18
2.2 – Objetivos específicos.....	18
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	18
3.1 – Treinamento de força	19
3.2 – Pré exaustão e fadiga muscular	20
3.3 – Instrução verbal	27
4. MÉTODOS.....	32
4.1 – Abordagem experimental do problema	32
4.2 – Participantes	33
4.3 – Procedimentos	34
4.3.1 – Quantificação de cargas	36
4.3.2 – Preparação dos eletrodos	38
4.3.3 – Protocolo experimental	40
5. TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS	45
6. ANÁLISE ESTATÍSTICA	46
7. RESULTADOS	47
7.1 – Domínio temporal	48
7.2 – Domínio espectral	53
8. DISCUSSÃO	58
9. CONCLUSÃO.....	63
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
11. ANEXO A – Aprovação do comitê de ética em pesquisa.....	77
12. APÊNDICE A – Termo de consentimento livre e esclarecido.....	79
13. APÊNDICE B – Ficha de coleta	81

1. INTRODUÇÃO

O treinamento de força, também chamado de treinamento contra resistência (FLECK; KRAEMER, 2017), é praticado com diferentes objetivos (estética, saúde, reabilitação, rendimento esportivo, etc.) e é recomendado para promover hipertrofia muscular (ACSM, 2009). Tal treinamento mostrou ser efetivo na melhoria das capacidades funcionais, responsáveis por permitir que os indivíduos consigam realizar tarefas de forma autônoma (CORDEIRO et al., 2002). Além disso, o treinamento de força induz o aumento da massa muscular (POLLOCK et al., 2000; FLETCHER et al., 2001) bem como o progresso de algumas capacidades físicas: níveis de força (MORITANI; DEVRIES, 1979; KRAEMER; RATAMESS, 2004; SIMÃO et al., 2011), potência (ADAMS et al., 1992; KRAEMER; RATAMESS, 2004), resistência muscular (SALE, 1988; KRAEMER; RATAMESS, 2004) e flexibilidade desde que o movimento ocorra em sua amplitude total (FATOUROS et al., 2002; KRAEMER; RATAMESS, 2004; SIMÃO et al., 2011).

A prática do treinamento de força engloba exercícios que utilizam uma articulação (uniarticulares) ou várias articulações (multiarticulares) durante a execução dos movimentos. Independentemente da quantidade de articulações envolvidas em um exercício, para que ocorra o movimento é necessário que haja recrutamento de determinados grupamentos musculares. Tal recrutamento ocorre em consequência a sinal elétrico oriundo do cérebro que chega nos receptores das unidades motoras, que são compostas por um único motoneurônio alfa e todas as fibras musculares que ele inerva (COSTILL; WILMORE, 2001). Quando essas unidades motoras se ativam, existe certa magnitude de atividade eletromiográfica, chamada também de atividade eletromiográfica, que comumente é mensurada pela eletromiografia (EMG) (VIGOTSKY et al., 2017). Os dados obtidos por intermédio da EMG mostram informações importantes acerca da intensidade e duração da atividade dos grupamentos musculares (DE LUCA et al., 2010; SIMÃO et al., 2012).

A magnitude da atividade eletromiográfica pode ser alterada por meio do uso da instrução verbal. Esta instrução consiste em fornecer frases curtas que chamam a atenção das pessoas para que elas se atentem a algo mais importante na realização de uma atividade e também é um recurso para que o indivíduo que está efetuando a tarefa ou exercício consiga fazer exatamente o que precisa (MAGILL, 2008). O uso de instruções verbais é comum durante a prática de sessões de treinamento de força (CAMPENELLA; MATTACOLA; KIMURA, 2000). Instruções que enfatizam o recrutamento de determinados músculos durante a execução de exercícios (por exemplo: durante o exercício se concentre em fazer força no

músculo latíssimo do dorso) são muito utilizadas por profissionais das áreas de saúde, reabilitação e condicionamento físico (SNYDER; FRY, 2012). Estudos envolvendo a instrução verbal no treinamento de força mostraram resultados positivos em intensidades baixas e moderadas. A maioria dos estudos indica que os voluntários aumentam a atividade eletromiográfica com a instrução verbal apenas quando a carga externa não ultrapassa 60% de 1RM (BRESSEL et al., 2009; SNYDER; LEECH, 2009; SNYDER; FRY, 2012; CALATAYUD et al., 2016, 2017). Sabe-se ainda que na intensidade de 80% de 1RM o efeito da instrução verbal para aumentar a atividade dos músculos agonistas é contraditório (SNYDER; FRY, 2012; CALATAYUD et al., 2016; DANIELS; COOK, 2017). Apesar desses resultados encontrados na literatura, tais estudos analisaram apenas três contrações dinâmicas, fato que limita a compreensão sobre o papel da instrução verbal ao longo da série com múltiplas repetições, como normalmente realizado no treinamento de força. Neste sentido, verificar o efeito da instrução verbal em diferentes intervalos se torna importante visto que a atividade eletromiográfica tende a se alterar ao longo de um exercício (LINDSTROM, 1970; VIITASALO; KOMI, 1977; KOMI; TESCH, 1979; DE LUCA, 1984, 1997, 2008; MASUDA et al., 1999). Curiosamente ainda é desconhecido o efeito da instrução verbal na atividade eletromiográfica durante um exercício com carga relativa de 70% de 1RM, que é uma carga muito utilizada nos programas de treinamento de força (FLECK; KRAEMER, 2017).

Outro fator responsável por influenciar a magnitude de atividade eletromiográfica durante a sessão de treinamento de força é a ordem de execução dos exercícios (WATHEN, 1994; SFORZO; TOUEY, 1996; SIMÃO et al., 2007; SONCIN et al., 2014). Geralmente os treinamentos se iniciam com exercícios multiarticulares, que exigem maior coordenação intermuscular (diversas articulações para serem controladas simultaneamente). Acredita-se que essa sequência permite maiores efeitos nas respostas neural, metabólica, hormonal e circulatória, podendo potencializar o efeito dos exercícios seguintes na sessão do treinamento (FLECK; KRAEMER, 2017).

Por outro lado, existe o método de pré exaustão muscular, que foi popularizado pelos levantadores de peso no leste europeu, bem como por fisiculturistas (*bodybuilders*) nos Estados Unidos (FLECK; KRAEMER, 2014). Este método envolve a utilização do mesmo músculo ou grupamento muscular até a falha muscular concêntrica realizando um exercício monoarticular antes de outro multiarticular (DARDEN, 1983; TAN, 1999; BRENNECKE et al., 2009; HACKETT; JOHNSON; CHOW, 2013; FLECK; KRAEMER, 2014). O intervalo entre esses dois exercícios deve ser o menor possível (JONES, 1970; WEIDER; REYNOLDS,

1989). A pré exaustão baseia-se na hipótese de que a falha muscular concêntrica no exercício multiarticular acontece pela fadiga de músculos menores e acessórios, que não são capazes de aplicar força necessária para continuar o exercício (JONES, 1970). Acredita-se que ao realizar esse método de treinamento, o exercício uniarticular consiga fadigar o músculo agonista, permitindo maior tensão do mesmo durante o exercício multiarticular subsequente, potencializando a hipertrofia muscular (SCHOENFELD, 2013; FLECK; KRAEMER, 2014). Desta forma o indivíduo interromperia o segundo exercício pela fadiga dos músculos agonistas e não pela fadiga dos músculos acessórios (JONES, 1970; AUGUSTSSON et al., 2003).

Alguns estudos foram realizados para investigar o efeito da pré exaustão muscular na atividade eletromiográfica da musculatura específica (alvo) (AUGUSTSSON et al., 2003; GENTIL et al., 2007; BRENNECKE et al., 2009; ROCHA JÚNIOR et al., 2010; PIRAUÁ et al., 2017). Esses estudos apresentam resultados controversos, alguns mostram que a pré exaustão aumenta a atividade eletromiográfica da musculatura alvo (ROCHA JÚNIOR et al., 2010; PIRAUÁ et al., 2017), outro aponta diminuição desta atividade (AUGUSTSSON et al., 2003). Ainda há outros estudos que mostraram aumento da atividade eletromiográfica dos músculos acessórios sem alteração da atividade nos músculos agonistas (GENTIL et al., 2007; BRENNECKE et al., 2009).

Apesar de existir uma riqueza substancial na literatura acerca do método de pré exaustão muscular, seu efeito em relação a atividade eletromiográfica no músculo específico como propõe o método ainda não foi totalmente elucidada. A falta de consenso na literatura mostra a necessidade de realizar mais estudos para esclarecer se esse método realmente aumenta a atividade eletromiográfica do músculo/grupamento muscular específico. Além disso, uma lacuna encontrada na literatura em relação a esse tema é a falta de interação com a instrução verbal. Não se sabe ainda o efeito dessas duas condições em conjunto (instrução verbal mais pré exaustão muscular). Durante a pré exaustão muscular, os indivíduos ficam mais propensos a aumentar a atividade eletromiográfica dos músculos acessórios para compensar a fadiga do músculo agonista previamente fadigado (GENTIL et al., 2007). Desta maneira, o papel da instrução verbal nessa situação ganha mais relevância na tentativa de fazer com que o indivíduo enfatize a contração do músculo agonista, tentando não aumentar a atividade eletromiográfica dos músculos acessórios.

Por fim, não foram encontrados estudos analisando os dados eletromiográficos durante a pré exaustão ou durante a utilização da instrução verbal sobre o domínio espectral do sinal eletromiográfico. Os estudos encontrados na literatura acerca dos temas citados analisaram

apenas o domínio temporal, que mostra somente informações da amplitude do sinal (ROBERTSON et al., 2013). Para que se possa ter análises mais completas e resultados mais fidedignos, analisar o sinal sobre ambos os domínios se torna importante. A análise no domínio espectral, permite observar quantas vezes na unidade de tempo as unidades motoras são ativadas (frequência de disparo das unidades motoras) (DE LUCA, 1997, 2008).

Espera-se que a instrução verbal fornecida ao indivíduo com o intuito de enfatizar a contração do músculo específico (latíssimo do dorso) aumente a amplitude do sinal eletromiográfico deste músculo, porém esse aumento possivelmente seja menor na condição com pré exaustão muscular. Espera-se também que a pré exaustão aumente a atividade da musculatura acessória.

2. OBJETIVOS

2.1 – Objetivo geral

Analisar o efeito da instrução verbal na atividade eletromiográfica em diferentes intervalos de repetições múltiplas na condição de pré exaustão muscular durante a execução do exercício remada sentada em adultos jovens.

2.2 – Objetivos específicos

- Analisar o efeito da interação entre os fatores instrução verbal e pré exaustão muscular na magnitude e frequência mediana da atividade eletromiográfica durante a realização do exercício remada sentada.
- Analisar o efeito da instrução verbal na magnitude e frequência mediana da atividade eletromiográfica durante a realização do exercício remada sentada (70% de 1RM).
- Analisar o efeito da pré exaustão (70% de 1RM) na magnitude e frequência mediana da atividade eletromiográfica durante a realização do exercício remada sentada (70% de 1RM).

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 – Treinamento de força

As evidências a respeito do início do treinamento de força datam milhares de anos atrás, por volta de 2500 a.C na qual paredes de túmulos egípcios retratam concursos de força. Na Irlanda há registros de competições de arremesso de peso que envolviam força e potência muscular nos anos 1800 a.C. Na China testes de força eram usados para fins militares por volta de 1122 a.C. Os registros mais familiares ao treinamento de força realizado nos dias atuais aconteceram na Grécia no século VI a.C em que o principal objetivo de Esparta era construir um exército forte e poderoso, desta forma homens e mulheres eram obrigados a estarem com um bom condicionamento físico. Nesse mesmo período há registro do primeiro uso da sobrecarga progressiva pelo grego Milo de Crotona, que carregava em seus ombros um bezerro jovem todos os dias, até que o animal estivesse totalmente crescido. Nos anos 1800 o treinamento de força aumentou sua popularidade, pois os primeiros passos da educação física foram dados e alguns programas de treinamento rigorosos foram criados. A popularidade foi avançando até que em 1900 surgiu a “*Era of the Strongmen*”, na qual homens fortes realizavam apresentações mostrando o desenvolvimento de sua força. Na década de 1970 houve o avanço da ciência no treinamento de força (RATAMESS, 2011).

Atualmente o treinamento de força é uma modalidade de exercício recomendada para todos devido a sua promoção à saúde (RATAMESS, 2011) e tem sido muito praticada entre a população, mostrando bons resultados para o desenvolvimento da força muscular (KRAEMER et al., 2002; FLECK; KRAEMER, 2014). Este treinamento é responsável por exigir que a musculatura esquelética realize ou tente realizar um movimento contra uma resistência (implemento ou um equipamento), que geralmente é externa (FLECK; KRAEMER, 2014). O treinamento de força é o principal tipo de treinamento que aumenta a sobrecarga nos músculos esqueléticos (FLECK; KRAEMER, 2017). Além disso o treinamento de força é o principal método de exercício para alterar os níveis de produção de força bem como a massa muscular (HICKSON, 1980).

Independente do objetivo do indivíduo ao praticar o treinamento de força, o aumento na força muscular ocorre por meio de adaptações neurais, pelo aprendizado motor e pelas adaptações morfológicas (MORITANI, 1992; MAIOR; ALVES, 2003; BARROSO; TRICOLI; UGRINOWITSCH, 2008). As adaptações neurais e morfológicas ocorrem em conjunto, mas inicialmente o aumento da capacidade de produção de força acontece principalmente em decorrência de fatores neurais. Esses fatores neurais estão diretamente ligados as adaptações dos sistemas nervoso e muscular para realização de movimentos, na

qual há melhora da coordenação e aumento do recrutamento muscular (CADORE; PINTO; KRUEL, 2012). Posteriormente, há o aumento da contribuição das adaptações estruturais/morfológicas (modificações estruturais ou na forma das fibras musculares). Nesta fase do treinamento, o desenvolvimento da força se relaciona prioritariamente aos fatores hipertróficos (MAIOR; ALVES, 2003; BARROSO; TRICOLI; UGRINOWITSCH, 2008). A hipertrofia muscular é um processo adaptativo ao exercício físico que acontece por meio do aumento da área de secção transversa das fibras musculares e dos músculos. Esse processo ocorre em resposta ao aumento do número de miofibrilas, pela adição de sarcômeros dentro das fibras musculares (MELONI, 2005) e pela síntese proteica que acontece devido às sobrecargas (estresse mecânico) que os exercícios contra resistência oferecem (ANDERSEN; SCHJERLING; SALTIN, 2000).

Para que haja todas essas adaptações frente ao treinamento de força, é necessário que haja o recrutamento muscular, que ocorre quando um sinal elétrico (potencial de ação) originado no cérebro ou medula espinal chega aos dendritos (receptores do motoneurônio alfa). Logo em seguida o potencial de ação passa pelo axônio até os terminais axonais (extremidades nervosas), que secretam a substância neurotransmissora acetilcolina. Caso uma quantidade suficiente de acetilcolina se junte aos receptores, o potencial de ação se distribui por toda extensão da fibra muscular através da rede de túbulos da fibra (túbulos T). Isso acontece por meio da despolarização, processo no qual há abertura dos canais iônicos que permitem a entrada de sódio para o interior da membrana celular. A entrada dessa carga elétrica faz com que o retículo sarcoplasmático libere uma grande quantidade de íons cálcio e assim aconteça a contração muscular (COSTILL; WILMORE, 2001). Essa carga elétrica liberada comumente é mensurada pela EMG (DE LUCA et al., 2010) e pode ser alterada devido a alguns fatores como a fadiga muscular (MASUDA et al., 1999); a pré exaustão muscular (AUGUSTSSON et al., 2003; GENTIL et al., 2007; BRENNECKE et al., 2009; ROCHA JÚNIOR et al., 2010) e a instrução verbal (VANCE et al., 2004; MARCHANT; GREIG; SCOTT, 2009; SNYDER; LEECH, 2009; SNYDER; FRY, 2012; CALATAYUD et al., 2016; MARCHANT; GREIG, 2017); que podem aumentar ou diminuir a magnitude de atividade eletromiográfica para a mesma atividade.

3.2 – Pré exaustão e fadiga muscular

A literatura mostra que a fadiga muscular é um fator responsável por alterar a magnitude e o espectro de atividade eletromiográfica durante os exercícios. São diversas as

definições para fadiga muscular retratadas nos diversos estudos. As definições mais completas apontam a fadiga muscular como uma incapacidade de manter um nível desejado de rendimento ou trabalho durante uma determinada atividade repetitiva ou sustentada (MANNION; DOLAN; MANNION, 1996; GANDEVIA, 2001). Ela ainda é definida como diminuição transitória na capacidade de realizar ações físicas (ENOKA; DUCHATEAU, 2008). No treinamento de força, alguns autores consideram como “*endpoints*” o instante próximo a falha momentânea, conceituado como “a incapacidade de executar mais contrações concêntricas sem mudança significativa na postura ou duração das repetições” (FISHER et al., 2011; STEELE et al., 2017).

A fadiga muscular induz adaptações na taxa de disparo e no comportamento de recrutamento das unidades motoras (CONTESSA; DE LUCA; KLINE, 2016). Os estudos têm mostrado que quando um músculo está em condições de fadiga muscular, a amplitude do sinal eletromiográfico (domínio temporal) aumenta (DE LUCA, 1984, 1997, 2008; ENOKA; ROBINSON; KOSSEV, 1989; MASUDA et al., 1999; VILA-CHA et al., 2012) e a frequência do sinal (domínio espectral) tende a reduzir ao longo da série realizada (LINDSTROM, 1970; VIITASALO; KOMI, 1977; KOMI; TESCH, 1979; DE LUCA, 1984, 1997, 2008; MASUDA et al., 1999).

Masuda et al. (1999) compararam a frequência mediana e a amplitude média do sinal durante as contrações dinâmica e estática até a fadiga muscular. Os 19 participantes (homens) adultos saudáveis realizaram os testes de fadiga com 50% da carga obtida durante a contração voluntária máxima (CVM). O primeiro teste consistiu em realizar uma contração isométrica até a exaustão. Houve uma pausa de 30 minutos e o segundo teste ocorreu logo após com os voluntários realizando o teste de extensão de joelho dinâmico até a falha concêntrica. Para captação do sinal, um eletrodo foi colocado no músculo vasto lateral do membro direito. Os resultados encontrados mostraram que a frequência mediana do sinal mostrou diminuição em ambas condições. Os valores reduziram 22,4% e 15,2% comparado ao valor inicial nas condições isométrica e dinâmica, respectivamente. Já a amplitude do sinal aumentou 34,4% e 48,0% do início até o final do exercício nas contrações estática e dinâmica, respectivamente. Esses resultados mostraram que a frequência mediana do sinal tende a diminuir enquanto que a amplitude do sinal aumenta do início até final do exercício.

Estudo realizado por Moritani, Nagata e Muro (1982) mostrou resultados similares. Os 8 voluntários do estudo realizaram 4 séries isométricas com cargas de 30, 40, 60 e 80% de 1RM em ordem randomizada com intervalo de 45 minutos entre cada série. Em cada série os voluntários eram instruídos a manter a contração isométrica o máximo tempo possível para

flexão de cotovelo e flexão plantar. Na segunda visita, eles realizaram 10 séries de 3 segundos de contração isométrica com 2 minutos de intervalo. Os principais resultados encontrados no estudo mostraram que o músculo bíceps braquial aumentou a amplitude do sinal mioelétrico aproximadamente nove vezes em relação ao valor do músculo sóleo na intensidade de 40% de 1RM. Em relação a análise espectral, na intensidade de 40% de 1RM, apenas o músculo bíceps braquial mostrou declínio na frequência média do sinal. Curiosamente os autores não citaram os resultados nas outras intensidades analisadas.

Outros estudos mostraram que quando o músculo perde sua capacidade de produção de força muscular durante contrações dinâmicas ou isométricas submáximas, as unidades motoras ativas aumentam sua taxa de disparo e novas unidades motoras precisam ser recrutadas visando sustentar o padrão de movimento (ADAM; DE LUCA, 2005; DE RUITER et al., 2005; METTLER; GRIFFIN, 2016). Esse fato ocorre devido ao aumento da excitação do motoneurônio como tentativa de manter a força e a contração muscular constante (ADAM; DE LUCA, 2005; CONTESSA; DE LUCA, 2013). Esses estudos se baseiam no esquema de que as taxas de disparo de unidades motoras são hierarquicamente organizadas, na qual as unidades motoras que foram recrutadas desde o início do exercício mantêm essas taxas mais elevadas do que as taxas das unidades motoras que são recrutadas posteriormente (ERIM et al., 1996).

A prática do treinamento de força abrange múltiplos exercícios (uniarticulares ou multiarticulares) que podem ser realizados com base em diversos métodos e sistemas de treino (exemplos: método convencional, métodos de pré exaustão, método de série composta, etc.) (COSSENZA, 1995). Dentre esses inúmeros métodos do treinamento de força, a pré exaustão muscular é um método que almeja levar o músculo treinado até a exaustão muscular realizando um exercício monoarticular antes de outro multiarticular (DARDEN, 1983; TAN, 1999; BRENNECKE et al., 2009; HACKETT; JOHNSON; CHOW, 2013; FLECK; KRAEMER, 2014). Esse método de treinamento é outro fator capaz de modificar a atividade eletromiográfica durante os exercícios.

Augustsson et al. (2003) analisaram o efeito da pré exaustão dos músculos extensores do joelho no exercício de cadeira extensora na magnitude de atividade eletromiográfica do reto femoral, vasto lateral e glúteo máximo durante a realização do exercício subsequente *leg press*. Os 17 participantes que praticavam o treinamento de força de forma recreacional realizaram uma série de 10RM com pré exaustão e outra série de 10RM sem pré exaustão com intervalo de 20 minutos entre elas. Os resultados indicaram que os músculos reto femoral e vasto lateral mostraram valores de atividade eletromiográfica significativamente menores

durante o *leg press* com pré exaustão quando comparado ao *leg press* sem pré exaustão muscular. Além disso, o número de repetições no *leg press* foi menor durante a série com pré exaustão na cadeira extensora comparado a situação sem pré exaustão. Os autores concluem que a pré exaustão mostrou efeito contrário ao proposto pelo método para a atividade eletromiográfica.

Por outro lado, o estudo realizado por Rocha Junior et al. (2010) mostrou que o método aumentou a atividade eletromiográfica do músculo desejado. O objetivo do estudo foi verificar se a realização de um exercício monoarticular de baixa intensidade corresponderia a um estímulo suficiente para aumentar o recrutamento de unidades motoras no músculo vasto lateral durante a realização de exercício multiarticular subsequente. Os nove voluntários praticavam o treinamento de força com frequência mínima de três vezes na semana por pelo menos um ano. Duas rotinas aconteceram (baixa e alta intensidade). A rotina de baixa intensidade consistiu na realização de 15 repetições na cadeira extensora com carga de 30% 1RM antes de executar o *leg press* com 60% 1RM. A rotina de alta intensidade foi similar, aumentando apenas a intensidade para 60% 1RM na cadeira extensora. A intensidade de 60% de 1RM no *leg press* foi escolhida pelos autores, pois é a intensidade mínima sugerida na literatura para ganhos de força e hipertrofia (KRAEMER et al., 2002). Os resultados mostraram que a realização do exercício monoarticular cadeira extensora com intensidades de 30% e 60% de 1RM antes da realização do exercício multiarticular *leg press* 45° provocou maior amplitude do sinal eletromiográfico no músculo vasto lateral. Entre ambas intensidades não houve diferenças, demonstrando que elas conseguem aumentar a atividade eletromiográfica no exercício subsequente. Nesse caso os resultados comprovaram o efeito proposto pelo método de pré exaustão muscular. Os autores concluíram que mesmo com intensidades baixas e moderadas, a pré exaustão muscular pode aumentar o número de unidades motoras recrutadas em um exercício multiarticular realizado logo após um monoarticular.

Corroborando esses resultados, estudo realizado por Pirauá et al. (2017) comparou a atividade eletromiográfica dos músculos peitoral maior, deltoide anterior, tríceps braquial e serrátil anterior durante a execução do supino reto com e sem pré exaustão (adução horizontal de ombro em decúbito dorsal, “crucifixo com halteres”) realizado em superfícies estáveis e instáveis. Os resultados mostraram que os 14 indivíduos com experiência mínima de seis meses com treinamento de força conseguiram aumentar a atividade eletromiográfica do peitoral maior e deltoide anterior durante a execução do exercício supino reto com pré exaustão quando comparado ao supino reto realizado sem pré exaustão. Isso ocorreu

independentemente da superfície (banco ou bola) em que os indivíduos realizaram o exercício monoarticular. Assim como no estudo de Rocha Junior et al. (2010), a carga utilizada durante o exercício multiarticular foi de 60% 1RM e durante a execução do exercício monoarticular, a carga empregada foi de 30% de 1RM. Em ambos os estudos, a pré exaustão não foi realizada até a fadiga muscular como proposto pelo método, e isso pode ter interferido para que os resultados fossem positivos.

Além dos resultados dos estudos acima citados, outros estudos ainda mostraram que a pré exaustão muscular não aumentou a atividade eletromiográfica da musculatura agonista e ainda foi responsável por elevar a atividade na musculatura acessória (GENTIL et al., 2007; BRENNECKE et al., 2009; GOLAS et al., 2017). Gentil et al. (2007) compararam os efeitos da pré exaustão muscular (*peck deck* antes do supino reto) e da série de sistema prioritário (grupamentos maiores antes dos menores, logo, supino antes do *peck deck*) na atividade eletromiográfica do tríceps braquial, deltoide anterior e peitoral maior. Todos os exercícios foram realizados com carga equivalente à 10RM. Os 13 participantes experientes no treinamento de força mostraram atividade eletromiográfica no deltoide anterior e peitoral maior similar durante a execução do supino reto com e sem a pré exaustão muscular (*peck deck* antes). Apenas o músculo tríceps braquial mostrou atividade eletromiográfica diferente. Na condição com pré exaustão muscular, o tríceps braquial mostrou maior atividade (33,67%) quando comparado a condição sem pré exaustão. Segundo os autores isso pode ter ocorrido em função do tríceps braquial compensar a fadiga de outros grupamentos musculares para permitir a realização do movimento. Outro resultado mostrado pelo estudo, foi que o supino realizado logo após o exercício de *peck deck* teve pior desempenho quando comparado ao supino sem pré exaustão. Houve queda no número de repetições. Estudo realizado por Brennecke et al. (2009) mostrou resultados similares ao estudo de Gentil et al. (2007), indicando que a pré exaustão muscular induzida pela realização do exercício *peck deck* resultou em maior atividade eletromiográfica no tríceps braquial durante a realização do exercício supino reto. Além disso mostraram que o número de repetições também foi menor na série realizada com pré exaustão.

Estudo mais recente realizado por Golas et al. (2017) também verificou a atividade eletromiográfica durante a execução do supino reto com e sem pré exaustão muscular. Nesse estudo a intensidade utilizada pelos voluntários que tinham experiência mínima de três meses com os exercícios foi de 95% de 1RM. A pré exaustão realizada pelos voluntários antes de realizar o supino reto consistiu em quatro diferentes exercícios: extensão de cotovelo em decúbito dorsal (pré exaustão para o tríceps braquial); adução horizontal de ombros no banco

inclinado com halteres (pré exaustão para o peitoral maior) e flexão de ombros (pré exaustão para o deltoide anterior). Os voluntários realizaram o supino reto com 95% de 1RM com pré exaustão utilizando cada um dos 3 exercícios de forma randomizada, cada um em um dia diferente, respeitando o intervalo de 7 dias. Em cada sessão os voluntários realizavam um aquecimento (5 minutos no ciclo ergômetro manual, seguido por 15, 10 e 5 repetições no supino reto com cargas de 40, 60 e 70% de 1RM, respectivamente). Após o aquecimento houve 5 minutos de intervalo e em seguida eles fizeram uma repetição a 95% de 1RM no supino reto. Houve mais 5 minutos de intervalo e os voluntários realizaram o protocolo de pré exaustão (de acordo com o exercício randomizado para aquele dia) que consistia em 4 séries de 10RM com intervalo de 2 minutos entre cada série. Mais 5 minutos foi ofertado e uma nova série de supino com 95% de 1RM foi realizado. Depois disso, um novo intervalo de 5 minutos foi fornecido e eles realizaram a contração isométrica voluntária máxima (CIVM) para cada um dos 3 músculos para normalização. Os resultados encontrados nesse estudo corroboram os resultados encontrados por Gentil et al. (2007) e Brennecke et al. (2009) em relação ao método de pré exaustão para aumentar a atividade eletromiográfica do peitoral maior durante a execução do supino reto. Além do peitoral maior, o deltoide anterior não modificou a atividade eletromiográfica com a utilização da pré exaustão muscular. O principal resultado encontrado pelos autores foi que o músculo tríceps braquial (músculo acessório) mostrou aumento da atividade eletromiográfica durante a execução do supino reto com pré exaustão de extensão de cotovelo. Para esse músculo acessório, realizar a pré exaustão com a extensão de cotovelo antes da execução do supino reto mostrou ser efetivo para o aumento da atividade eletromiográfica do mesmo.

Soares et al. (2016b) compararam o efeito da ordem dos exercícios na atividade eletromiográfica do peitoral maior e do tríceps braquial durante a execução do supino reto nas condições: pré exaustão (exercício tríceps na polia antes do supino reto); série tradicional (supino seguido do tríceps na polia) e série controle (apenas o supino reto). As cargas utilizadas em todos os exercícios foram ajustadas para 10RM. A amostra do estudo foi composta por 14 homens com experiência mínima de um ano no treinamento de força que realizaram cada uma dessas condições randomizadas com intervalo de 30 minutos entre elas no intuito de evitar a fadiga neuromuscular. Os resultados encontrados para a atividade eletromiográfica não mostraram nenhuma diferença significativa. Além disso, o número de repetições durante o supino reto com pré exaustão foi menor quando comparado ao supino sem pré exaustão. Outro estudo de Soares et al. (2016a) reforçou os resultados anteriormente encontrados, mostrando que o número de repetições durante o supino reto com pré exaustão

mostrou decréscimo de aproximadamente 20%. Os resultados também mostraram que não houve alteração na atividade eletromiográfica.

Uma revisão de literatura recentemente publicada acerca do método de pré exaustão muscular procurou artigos nas plataformas PubMed e Scielo utilizando os termos “pré exaustão”, “pré ativação” e “ordem dos exercícios”. Ribeiro et al. (2019) incluíram na amostra do estudo todos os artigos encontrados, independentemente da característica da amostra e do método empregado. Os autores objetivaram discutir a relevância de tal método no treinamento de força. Devido as grandes diferenças entre os métodos dos diferentes artigos incluídos na revisão, os autores citam que é difícil chegar em uma conclusão definitiva, apesar disso a maioria dos estudos observados não mostraram aumento na atividade do músculo específico (alvo) durante o exercício multiarticular. Tal senso corrobora uma revisão publicada anteriormente por Simão et al. (2012). Ribeiro et al. (2018) ainda citam que os resultados encontrados nos diferentes artigos analisados na revisão mostraram similaridade em relação ao aumento da atividade do músculo sinérgico.

Estudo de Vilaça-Alves et al. (2014) investigou os efeitos da pré exaustão do músculo bíceps braquial no exercício *arm curl* (rosca direta) na barra antes da realização do exercício puxada frontal com pegada aberta e/ou fechada. Os 19 participantes (8 homens e 11 mulheres) fisicamente ativos (praticavam o treinamento de força três vezes na semana nos últimos seis meses) realizaram o exercício multiarticular após o *arm curl*, e mostraram redução no número de repetições quando comparado à puxada frontal sem pré exaustão. Além disso outra variável analisada pelos autores foi a percepção subjetiva de esforço, que aumentou significativamente com a utilização da pré exaustão.

Na literatura parece haver um consenso acerca do efeito negativo da utilização do método de pré exaustão muscular sobre a quantidade de repetições realizadas no exercício multiarticular subsequente (AUGUSTSSON et al., 2003; GENTIL et al., 2007; BRENNECKE et al., 2009; VILACA-ALVES et al., 2014; SOARES et al., 2016b, 2016a; RIBEIRO et al., 2018). Além disso a pré exaustão mostrou tendência em aumentar a atividade eletromiográfica de grupamentos acessórios (GENTIL et al., 2007; BRENNECKE et al., 2009; GOLAS et al., 2017). Caso esse aumento da atividade dos músculos acessórios não seja desejado, uma estratégia como por exemplo a instrução verbal poderia ser utilizada na tentativa de priorizar a atividade eletromiográfica nos músculos pretendidos. Os estudos acima citados não ponderaram sobre a possível utilização de alguma instrução verbal para indicar qual músculo deveria ser enfatizado durante a execução do exercício multiarticular realizado após a pré exaustão muscular. Se a instrução verbal fosse levada em consideração,

os resultados nestes estudos poderiam ser diferentes. Por conseguinte, verificar a interação entre o método de pré exaustão muscular e a utilização de instruções verbais específicas no intuito de enfatizar o recrutamento de determinados músculos se torna necessário para descobrir qual o efeito da instrução verbal na atividade eletromiográfica em situações de fadiga muscular.

3.3 – Instrução verbal

Além da pré exaustão muscular, a instrução verbal é outro fator capaz de interferir na magnitude da atividade eletromiográfica dos músculos envolvidos no movimento. Quando um indivíduo realiza determinado movimento ou exercício, a instrução verbal pode auxiliar desde que não seja passado a ele muitas informações ao mesmo tempo. Para que as instruções verbais sejam fornecidas claramente, mecanismos essenciais como pistas verbais são utilizadas (MAGILL, 2008). Essas pistas verbais (instruções verbais) são frases curtas ditas ao indivíduo com o intuito de direcioná-lo a ação mais importante durante uma tarefa e são utilizadas juntamente com palavras de encorajamento durante a execução de movimentos associados a performance e reabilitação (MARCHANT; GREIG; SCOTT, 2009).

Karst e Willett (2004) analisaram se uma amostra de 25 participantes (12 homens e 13 mulheres) era capaz de em uma única sessão aprender a instrução verbal fornecida e alterar a atividade dos músculos reto abdominal e oblíquos durante o exercício de flexão de tronco deitado. Além disso os autores objetivaram analisar se eles conseguiriam reter essa habilidade sem utilizar outras instruções ou a prática. As evidências mostraram que as instruções verbais fornecidas que enfatizaram os músculos oblíquos (interno e externo) resultaram em uma menor atividade eletromiográfica do músculo reto abdominal e aumento da atividade nos oblíquos. Quando as instruções foram fornecidas para enfatizar músculo reto abdominal não houve diferenças estatísticas. Outro resultado encontrado foi que após uma semana sem treinar e sem receber novas instruções, eles foram capazes de reter a instrução recebida na primeira sessão e conseguiram manter o padrão de atividade eletromiográfica na segunda sessão.

Estudo mais recente realizado por Calatayud et al. (2018b) mostrou resultados similares. Os autores investigaram o efeito da instrução verbal na amplitude do sinal eletromiográfico em diferentes velocidades de execução. Os 18 voluntários do sexo masculino com nível de treinamento considerado avançado realizaram o exercício supino reto com 50% de 1RM em velocidade controlada (cadência fixa de 2 segundos para as fases ascendente e

descendente, respectivamente) e outra série com velocidade explosiva sem cadência controlada (voluntários foram instruídos a empurrar a barra o mais rápido que eles conseguissem). Com essas duas diferentes velocidades os voluntários realizaram de forma randomizada o supino reto em três condições: supino regular, supino enfatizando o peitoral maior e supino enfatizando o tríceps braquial. Em todas as condições foram realizadas apenas três repetições com um minuto de intervalo entre elas. Durante a velocidade controlada, a instrução verbal fornecida para enfatizar o músculo peitoral maior ou o tríceps braquial, aumentou em 6% e 4% sua atividade respectivamente, comparado ao supino regular. Além disso, os resultados mostraram que quando os voluntários realizaram o exercício supino reto em velocidade explosiva, em todas condições de instrução ofertadas os valores eletromiográficos foram mais elevados quando comparado a atividade eletromiográfica quando a cadência foi controlada.

Esses resultados corroboram em partes um estudo anterior publicado por esses mesmos pesquisadores. Calatayud et al. (2017) mostraram que os voluntários aumentaram em 9% a atividade eletromiográfica do peitoral maior com o uso da instrução verbal. Porém nesse estudo o tríceps braquial não mostrou diferenças significativas, mas uma regressão linear simples realizada pelos autores mostrou que o tempo de prática está associado com a habilidade de aumentar a atividade do tríceps após receber a instrução verbal.

Estudo realizado por Bressel et al. (2009) teve como um dos objetivos avaliar o efeito da instrução verbal na atividade eletromiográfica do tronco (músculos reto abdominal, oblíquo externo, transverso do abdômen/oblíquo interno e eretor da espinha) durante o exercício de agachamento livre. O agachamento foi executado em quatro diferentes condições, sendo elas: em solo estável com 50% de 1RM, em pé em um *bosu* com 50% de 1RM, em solo estável com 75% de 1RM e por fim em solo estável recebendo instruções verbais com 50% de 1RM. Para cada uma das condições, os 12 voluntários com experiência recreacional no treinamento de força realizaram uma série de 3 repetições. A instrução verbal fornecida durante a última condição enfatizou a contração dos músculos abdominais. Os resultados do estudo revelaram que a condição com instrução verbal mostrou valores eletromiográficos médio e pico significativamente maiores do que as condições em pé em um *bosu* com 50% de 1RM e em solo estável com 75% de 1RM.

Snyder e Leech (2009) também mostraram que a instrução verbal aumentou a atividade eletromiográfica. As oito voluntárias sem experiência com o treinamento de força conseguiram maior nível de atividade eletromiográfica na musculatura específica durante o exercício de puxada alta com instrução verbal, quando comparado ao mesmo exercício sem a

utilização da instrução verbal. Tal instrução consistiu no pedido para que voluntárias puxassem a barra enfatizando o músculo latíssimo do dorso (aduzindo as escápulas) e não puxassem enfatizando os flexores de cotovelo. Além disso, as participantes eram tocadas na região desejada durante a contração e era reforçado que aquela região deveria ser contraída. Elas foram instruídas a não mudarem a posição do tronco, nem o posicionamento da mão na barra e manterem a cadência de dois segundos para as fases concêntrica e excêntrica durante o movimento. A carga externa utilizada foi de 30% 1RM. Os resultados mostraram que houve um aumento de 17,6% na atividade de pico isométrico do latíssimo do dorso após a instrução verbal. Os outros dois músculos analisados (redondo maior e bíceps braquial) não mostraram diferenças significativas após o fornecimento da instrução verbal. Apesar do aumento eletromiográfico significativo na musculatura específica, não houve concomitante diminuição da atividade eletromiográfica dos flexores de cotovelo como os autores esperavam.

Snyder e Fry (2012) também mostraram que o uso da instrução verbal funciona quando se pensa em enfatizar mais determinados grupos musculares do que outros. Porém, a instrução verbal mostrou melhores resultados com cargas moderadas. Esse estudo foi realizado com 11 homens atletas de futebol americano que realizaram o exercício supino reto em duas diferentes intensidades: 50% e 80% de 1RM, antes e após a instrução verbal. Na primeira série de supino não foi fornecida nenhuma instrução verbal, na segunda série foi dada a instrução para enfatizar o músculo peitoral maior e por fim, na terceira série os participantes foram orientados a enfatizarem o músculo tríceps braquial. Quando a carga no supino foi de 50% 1RM, houve diferenças na magnitude da atividade eletromiográfica tanto dos adutores horizontais de ombro como dos extensores de cotovelo. A instrução verbal para enfatizar o músculo peitoral maior aumentou 22,3% sua atividade eletromiográfica quando comparado ao supino sem instrução verbal, mas não alterou a atividade dos músculos tríceps braquial e deltoide anterior. Na situação em que os participantes foram instruídos a enfatizar o músculo tríceps braquial, a atividade deste músculo aumentou 25,7% e o peitoral manteve a atividade similar à condição sem nenhuma instrução. Os resultados ainda mostraram que na intensidade de 80% de 1RM, quando a instrução verbal foi para enfatizar o peitoral maior, os voluntários conseguiram aumentar a atividade desse músculo em 13,3% assim como do músculo deltoide anterior em 17,3%. Quando a instrução fornecida foi para enfatizar o tríceps braquial, o deltoide anterior aumentou sua atividade. Conforme os resultados encontrados no estudo, os autores citam que a instrução verbal tem menos efeito quando a carga é de 80% de 1RM, pois os indivíduos não conseguiram enfatizar apenas a musculatura que foi solicitada durante a instrução verbal.

Buscando estudar mais a fundo a relação entre intensidade do exercício na alteração da magnitude de atividade eletromiográfica, Calatayud et al. (2016) recrutaram 18 participantes homens com no mínimo de 1 ano de experiência com exercícios de força e com frequência semanal de 3 vezes para realizarem de forma randomizada o exercício supino reto nas seguintes intensidades: 20, 40, 50, 60 e 80% de 1RM. Em todas as intensidades os participantes realizaram o supino reto em 3 condições: regular (sem nenhuma instrução verbal); enfatizando o peitoral maior e posteriormente o tríceps braquial. As instruções verbais fornecidas foram: “Durante essa série, tente se concentrar em usar apenas os músculos do tórax” (para o peitoral maior) e “Durante essa série, tente se concentrar em usar apenas o músculo tríceps” (para o tríceps braquial). O avaliador realizou palpação da região específica para ter certeza de que a instrução fornecida seria totalmente compreendida pelos voluntários. Os voluntários realizaram apenas três repetições consecutivas em todas as condições para evitar a fadiga. O intervalo entre cada série foi de um minuto, com exceção da carga de 80% de 1RM, que foi de 3 minutos. Os resultados encontrados mostraram que indivíduos treinados conseguem aumentar a atividade eletromiográfica do peitoral maior e o tríceps braquial durante o exercício supino após receber suas respectivas instruções verbais. O efeito positivo da instrução verbal aconteceu com cargas baixas e moderadas (nas intensidades de 20 a 60% 1RM). Apenas durante a intensidade de 80% 1RM isso não foi possível.

Corroborando os resultados encontrados Calatayud et al. (2016), estudo realizado por Daniels e Cook (2017) também mostrou que a instrução verbal não teve efeito com uma carga de 80% de 1RM. Os autores analisaram a atividade da musculatura agonista entre indivíduos com e sem experiência no treinamento de força, e observaram que a resposta em ambos os grupos frente à instrução verbal não era diferente durante a execução do exercício supino reto. Eles coletaram dados eletromiográficos dos músculos peitoral maior, tríceps braquial e deltoide anterior nas condições: sem instrução, instrução para enfatizar no peitoral e instrução para enfatizar os músculos do braço. Os resultados encontrados não mostraram diferenças significativas de atividade eletromiográfica da musculatura agonista entre os grupos (com x sem experiência). Os indivíduos com experiência ao contrário da hipótese do estudo, não foram capazes de aumentar a atividade do peitoral maior ou do tríceps braquial com as instruções específicas.

Outro estudo realizado por Calatayud et al. (2018a) analisou a atividade eletromiográfica do peitoral maior e do tríceps braquial durante a execução do exercício supino reto com e sem instrução verbal com diferentes pegadas. Os autores tinham como hipótese inicial que a instrução verbal combinada com a pegada aberta aumentaria a atividade

do músculo peitoral maior e que a instrução verbal aliada a pegada fechada aumentaria a atividade do tríceps braquial. Esse estudo utilizou os mesmos dados coletados dos participantes dos estudos anteriormente citados (CALATAYUD et al., 2016, 2017, 2018b). Para marcar as diferentes pegadas, os autores usaram uma fita na barra com três larguras padronizadas (distância em centímetros entre a ponta do terceiro dígito da mão direita e esquerda) da distância biacromial (100%, 150% e 200%). Essas três diferentes pegadas foram realizadas de forma randomizada durante o supino reto com 50% de 1RM. As mesmas três condições dos artigos anteriormente citados foram utilizadas (sem instrução, instrução para o peitoral maior e para o tríceps braquial). Os resultados mostraram que todas as pegadas e as instruções verbais fornecidas elevaram a atividade eletromiográfica dos músculos analisados. Porém ao contrário da hipótese dos autores, não houve interação entre as variáveis pegada e instrução verbal.

Por meio da revisão de literatura percebe-se que os artigos sobre a instrução verbal tendem a uma conclusão em intensidades baixas e moderadas. A maioria dos estudos mostra que a instrução verbal nessas intensidades aumenta a atividade eletromiográfica de algum músculo ou grupamento muscular específico (BRESSEL et al., 2009; SNYDER; LEECH, 2009; SNYDER; FRY, 2012; CALATAYUD et al., 2016, 2017, 2018b). Os estudos também mostram que há contradição em relação as intensidades mais elevadas, por exemplo 80% 1RM, que parece diminuir (SNYDER; FRY, 2012) ou impedir o efeito da instrução verbal na tentativa de aumentar a atividade eletromiográfica na região específica (CALATAYUD et al., 2016; DANIELS; COOK, 2017). Embora exista tais estudos em relação ao efeito da instrução verbal em diferentes intensidades na magnitude de atividade eletromiográfica, esses artigos (BRESSEL et al., 2009; SNYDER; LEECH, 2009; SNYDER; FRY, 2012; CALATAYUD et al., 2016; DANIELS; COOK, 2017), observaram o valor RMS médio em apenas três repetições dinâmicas. Considerando essas três repetições como repetições iniciais em uma série de múltiplas repetições, os resultados encontrados por tais estudos não permitem a compreensão do papel da instrução verbal em múltiplas repetições, como normalmente é realizado nos programas de treinamento de força. Para se aproximar mais da validade ecológica do treinamento de força, analisar o efeito da instrução verbal ao longo de uma série de múltiplas repetições (exemplos: efeito da instrução durante repetições iniciais, repetições intermediárias e repetições finais) se torna necessário. Sabe-se que a magnitude do sinal mioelétrico se altera na presença de fadiga muscular (DE LUCA, 1984, 1997), o que torna ainda mais necessário compreender se o efeito da instrução verbal se mantém ao longo da série.

Outrossim, esses trabalhos anteriores (BRESSEL et al., 2009; SNYDER; LEECH, 2009; SNYDER; FRY, 2012; CALATAYUD et al., 2016; DANIELS; COOK, 2017) observaram o efeito da instrução verbal apenas no domínio temporal do sinal eletromiográfico. Faltam dados na literatura acerca da influência da instrução verbal no domínio espectral da atividade eletromiográfica. Esse tipo de análise pode fornecer informações importantes que auxiliem no entendimento sobre o mecanismo utilizado para aumentar o recrutamento muscular (aumento da taxa de disparo ou aumento do número de unidades motoras recrutadas) decorrente da instrução verbal. Verificar como o sinal mioelétrico se comporta em situações até a exaustão, seja aumentando o recrutamento das unidades motoras e/ou pelo aumento da frequência de disparo ao longo de repetições múltiplas é interessante visto que estes artigos anteriores não revelaram tais dados. Moritani, Muro e Nagata (1986) mostraram que durante contrações isométricas para os flexores de cotovelo a 50% da CIVM resultaram na redução da frequência média e aumento na amplitude do sinal eletromiográfico. Saber se esse padrão se repetiria ao longo da série em repetições múltiplas dinâmicas acrescentaria conhecimento ao estado da arte vigente na literatura. Ademais, o fornecimento da instrução verbal específica ao longo da série também se torna essencial com o intuito de relembrar o voluntário que está treinando a enfatizar exatamente o músculo agonista principal.

4. MÉTODOS

4.1 – Abordagem experimental do problema

Devido à importância para os praticantes do treinamento de força, bem como para os profissionais das áreas de treinamento e reabilitação compreender os efeitos da pré exaustão e da instrução verbal, este estudo procura responder 3 perguntas: (a) “Qual o efeito da interação entre instrução verbal e pré exaustão muscular na magnitude e na frequência mediana da atividade eletromiográfica durante a realização do exercício remada sentada?” (b) “Qual o efeito da instrução verbal na magnitude e na frequência mediana da atividade eletromiográfica durante a realização do exercício remada sentada com carga de 70% de 1RM?” (c) “Qual o efeito da pré exaustão na magnitude e na frequência mediana da atividade eletromiográfica durante a realização do exercício remada sentada com carga de 70% de 1RM?”.

Evidências pontuais sugerem que em condições de pré exaustão muscular, músculos acessórios aumentaram sua atividade eletromiográfica (GENTIL et al., 2007; BRENNECKE et al., 2009). Nesses casos, se a instrução verbal fosse utilizada na tentativa de enfatizar o recrutamento do músculo desejado, pode ser que o aumento da atividade do músculo acessório fosse menor. É importante descobrir qual o efeito dessas duas condições em conjunto. Verificar se a interação entre esses dois fatores resultaria na alteração da atividade eletromiográfica se torna interessante. Também é conhecido que o efeito da instrução verbal é positivo com cargas até 60% de 1RM, mas ainda é desconhecido seu efeito com a carga de 70% de 1RM que comumente é uma intensidade relativa frequentemente utilizada nos programas de treinamento de força. Além disso, nessa mesma carga não se sabe o efeito do método de pré exaustão.

Portanto os dados eletromiográficos foram coletados dos músculos latíssimo do dorso, redondo maior, bíceps braquial e deltoide posterior em quatro diferentes condições: sem instrução verbal sem pré exaustão (SISP); sem instrução verbal com pré exaustão (SICP); com instrução verbal sem pré exaustão (CISP) e com instrução verbal com pré exaustão (CICP). Nas condições em que houve a pré exaustão muscular, o exercício uniarticular anteriormente realizado à remada sentada na máquina foi o *pullover*. Os voluntários realizaram essas quatro condições em dois dias diferentes.

4.2 – Participantes

Para calcular o tamanho da amostra, foram utilizadas a média (77,7) e o desvio padrão (11,24) da variável RMS do músculo latíssimo do dorso de cinco voluntários durante a execução do exercício remada sentada em um estudo piloto prévio. Por meio do *software* (*Minitab Statistical 17, State College, Pennsylvania, EUA*) foi realizado o cálculo amostral com nível de confiança de 95% bilateral e margem de erro de 7,7 que representava 10% da média (77,7). Foi revelado que o tamanho necessário para a amostra seria 13 pessoas. Apesar do cálculo amostral realizado, foi recrutado um número maior de voluntários por medida de segurança, levando em consideração uma eventual perda da captação do sinal mioelétrico dos voluntários durante as coletas.

A amostra foi composta por 20 adultos jovens (idade de $19,80 \pm 1,54$ anos, massa corporal de $71,92 \pm 9,39$ kg e estatura $177,28 \pm 7,07$ cm). Da amostra total, 11 voluntários não tinham nenhuma experiência prévia com treinamento de força. Os outros nove voluntários tinham experiência que não ultrapassava 6 meses ($4,78 \pm 1,30$ meses) e estavam sem praticar

esse tipo de treinamento há $22,36 \pm 11,41$ meses. Os critérios de inclusão foram homens com idade entre 18 e 40 anos que tinham pouca (máximo 6 meses) ou nenhuma experiência em treinamento de força e que estavam sem praticar este tipo de treinamento há pelo menos 12 meses. Os voluntários não poderiam ter lesões osteomioarticulares que prejudicassem a realização dos testes, bem como problemas neurológicos ou qualquer outro problema de saúde que impossibilitasse a realização dos exercícios propostos no presente estudo. A escolha por voluntários do sexo masculino aconteceu com base na localização dos eletrodos de superfície que foram afixados para realização das coletas de dados. Os eletrodos localizados na parte posterior do tronco dificilmente seriam afixados no local correto se fossem participantes mulheres (devido à vestimenta). Todos os participantes foram orientados acerca dos protocolos experimentais e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (APÊNDICE A) antes de realizarem os procedimentos de coleta de dados conforme o protocolo desse estudo. O presente projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto (CAAE: 63679516.7.0000.5659) (ANEXO A).

4.3 – Procedimentos

Para a realização de todas as etapas de coletas de dados do estudo, os voluntários compareceram ao Laboratório de Cineantropometria e Desempenho Humano na Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto – Universidade de São Paulo (EEFERP-USP) durante três dias de testes (1º - Quantificação de cargas, 2º - Teste 1 e 3º - Teste 2). O tempo de duração de cada teste não ultrapassou 2 horas. Durante os testes os dois exercícios realizados foram a remada sentada na máquina e o *pullover*.

O exercício de remada sentada possui esse nome pois seu movimento se assemelha à modalidade remo. O objetivo desse exercício é trazer a barra em direção ao tórax (SOARES et al., 2014). Nesse estudo a remada sentada foi realizada no equipamento (*Flex Fitness Equipament*, Cedral, São Paulo, Brasil) com o indivíduo sentado, apoiando o peitoral no suporte. Na posição inicial do exercício os cotovelos estavam estendidos e os ombros fletidos, então os ombros estenderam e os cotovelos flexionaram na fase concêntrica do movimento. Durante todo o movimento, devido ao objetivo principal do estudo (analisar o efeito da instrução verbal na atividade eletromiográfica muscular), o antebraço se manteve em supinação visto que nessa posição o bíceps braquial atua mais na flexão de cotovelo (STEWART; PEAT; YAWORSKI, 1981; NAITO et al., 1995; SOARES et al., 2015) e a intenção do projeto foi verificar o efeito da instrução verbal na atividade eletromiográfica nesse músculo e nos extensores de ombro. Além disso, durante o exercício o indivíduo posicionou-se de maneira que a pegada no equipamento aconteceu abaixo da altura dos ombros (LANTZ; MCNAMARA, 2003) conforme ilustra a Figura 1.

Figura 1. Posicionamento do voluntário no início da fase concêntrica (A) e no final da fase concêntrica (B) durante a execução do exercício remada sentada.

Em relação ao exercício *pullover*, ele foi realizado na polia do aparelho *cross over* (*Flex Fitness Equipament*, Cedral, São Paulo, Brasil). O posicionamento da mão (pegada) aconteceu na barra reta com o antebraço em pronação. Inicialmente os ombros estavam fletidos com uma leve flexão de cotovelos. No movimento concêntrico houve a extensão de ombros ainda com os cotovelos levemente fletidos. O tronco permaneceu sempre na posição anatômica, os joelhos ficaram fletidos assim como o quadril (Figura 2). Esse exercício foi usado com o intuito de pré fadigar principalmente o músculo latíssimo do dorso para que fosse possível verificar se os extensores de ombros (latíssimo do dorso, redondo maior e deltoide posterior) ou os flexores de cotovelo (bíceps braquial) teriam aumento na atividade eletromiográfica no exercício multiarticular subsequente de remada sentada, que engloba a extensão de ombro juntamente com a flexão de cotovelo.

Figura 2. Posicionamento do voluntário no início da fase concêntrica (A) e no final da fase concêntrica (B) durante a execução do exercício *pullover*.

4.3.1 – Quantificação de cargas

Para a realização do teste de quantificação de cargas individuais, não houve sessão de familiarização com os exercícios (remada sentada e *pullover*), pois isso poderia interferir no objetivo principal do estudo. Inicialmente os voluntários receberam uma demonstração

simples do movimento a ser realizado nos exercícios sem o uso de nenhuma instrução verbal específica. Em seguida, eles realizaram o aquecimento específico que consistiu em 2 séries de 12 repetições na remada sentada e outras 2 séries de 12 repetições no *pullover*. A cadência nos exercícios foi de dois segundos na fase concêntrica e dois segundos na fase excêntrica do movimento (GENTIL et al., 2007; SNYDER; FRY, 2012; SOARES et al., 2016a; CALATAYUD et al., 2016; CASTANHEIRA et al., 2017). Tal cadência foi controlada por um metrônomo eletrônico (*Pro metronome - EUMLab - Xanin Technology GmbH, Hangzhou, China*). Todos os voluntários foram instruídos a não pausar durante cada batida do metrônomo, mantendo o movimento sempre constante na velocidade estipulada.

Como não havia referência da carga máxima sustentada pelos participantes, a carga utilizada no aquecimento específico foi de 40% de 1RM da carga máxima estimada como 75% da massa corporal do indivíduo (GUEDES, 2006). Entre cada série do aquecimento, houve 90 segundos de intervalo passivo. Ao final de todas as séries do aquecimento, houve 5 minutos de intervalo e foi iniciado o teste para quantificação de cargas na remada sentada e no *pullover*. Foi estipulado que durante o teste de quantificação de cargas, as repetições deveriam ocorrer entre 6 e 10 movimentos. Esse número máximo de repetições foi escolhido pois a confiabilidade para a estimativa das cargas utilizando a equação de Brzycki (1993) é maior quando realizado o máximo de 10 repetições (LESUER et al., 1997). Nas poucas situações em que os voluntários ultrapassaram as 10 repetições, um intervalo de 5 minutos foi oferecido e posteriormente uma nova tentativa ocorreu. Nessas situações apenas uma nova tentativa foi o suficiente para registrar a carga.

Ao final de todas as séries foi anotado a carga utilizada pelos voluntários em cada um dos exercícios, bem como o número de repetições realizadas. Isso foi realizado para que fosse possível predizer as cargas equivalentes a 40 e 70% de 1RM a fim de usá-las nos testes seguintes (Teste 1 e Teste 2). A tabela 1 mostra a média da carga (kg) sustentada pelos voluntários. Essas cargas foram estimadas pela equação de Brzycki (1993):

$$1RM (kg) = PS \times 100 / (102,78 - 2,78 \times REP)$$

Equação de Brzycki (1993) para predição de peso máximo levantado em uma repetição. RM= repetição máxima; PS= peso sustentado; REP= número de repetições com peso sustentado.

Tabela 1. Médias e desvios-padrão referentes a carga sustentada (kg) durante a remada sentada e o *pullover* no aquecimento (40% 1RM) e nas séries (70% 1RM).

	Exercício			
	Pullover		Remada sentada	
	40% 1RM	70% 1RM	40% 1RM	70% 1RM
Intensidade				
Carga (kg)	18,30 ± 4,82	29,90 ± 7,70	27,10 ± 4,47	47,00 ± 7,53

4.3.2 – Preparação dos eletrodos

Sucessivamente ao teste de quantificação de cargas, houve um intervalo mínimo de dois e máximo sete dias (PIRAUÁ et al., 2017) antes da realização dos Teste 1 e Teste 2, que também respeitaram esse período de intervalo entre eles. Durante os testes 1 e 2 foi investigado o efeito da atividade eletromiográfica durante o exercício de remada sentada em quatro diferentes condições (SISP, SICP, CISP e CICP). Para medir a atividade eletromiográfica foi utilizado um eletromiógrafo (*Trigno Lab Wireless Inc, Boston, Massachusetts, EUA*) que contém 16 canais com 16 *bits* de resolução. Os dados foram coletados na frequência de aquisição de 2000Hz por meio do *software* (*EMGworks® Acquisition – Delsys Inc. Boston, Massachusetts, EUA*). Para isso sensores (conjunto de eletrodos de superfície) compostos por quatro barras de contato de prata (10 x 1 mm) com distância de 10 mm entre elas foram posicionados na pele dos voluntários por um único pesquisador, após os devidos processos de seleção dos eletrodos, higienização e tricotomia da pele, e determinação da localização do eletrodo seguindo as recomendações da “*Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles*” (SENIAM) (HERMENS et al., 2000).

Os eletrodos foram fixados sobre a pele nos músculos bíceps braquial, deltoide posterior, latíssimo do dorso e redondo maior com uma fita adesiva de face dupla (APAMED, São Caetano do Sul, São Paulo, Brasil) conforme mostra a Figura 3. Os sensores foram posicionados no músculo bíceps braquial seguindo as orientações da SENIAM (HERMENS et al., 2000). No músculo latíssimo do dorso, o posicionamento do eletrodo aconteceu obliquamente 4 cm abaixo do ângulo inferior da escápula (ESCAMILLA et al., 2006). Já no músculo deltoide posterior os sensores foram colocados aproximadamente 4 cm por trás do ângulo do acrômio (SCHOENFELD et al., 2013; FRANKE et al., 2015). Por fim, no músculo

redondo maior os sensores foram fixados no meio do feixe muscular ao longo da borda lateral da escápula (KONRAD, 2005).

Figura 3. Posicionamento dos sensores (eletrodos de superfície) nos músculos deltoide posterior, redondo maior e latíssimo do dorso no plano frontal vista posterior (A) e do músculo bíceps braquial no plano frontal vista anterior (B).

A fim de captar os dados eletromiográficos da melhor forma possível, os eletrodos foram fixados no mesmo sentido das fibras musculares, visto que o potencial de ação (sinal elétrico) possui trajetória na direção das fibras (HERMENS et al., 2000). Após todos os eletrodos terem sido fixados sobre a pele dos voluntários, foi realizado um teste para verificar se todos os sensores estavam captando sinal sem ruídos para posterior análise. Pedimos para que os voluntários realizassem os movimentos dos exercícios de remada sentada e *pullover* sem nenhuma carga externa. Na ocasião em que foi detectada a existência de ruídos, os sensores foram trocados e testados novamente, até que tudo estivesse de acordo para o início da coleta. Fatores como temperatura e o horário da coleta de dados de todos os voluntários foram controlados para que fossem o mais próximo possível em todos os testes realizados para evitar possíveis variações no sinal captado (KONRAD, 2005).

4.3.3 – Protocolo experimental

O Teste 1 verificou o efeito da pré exaustão muscular nas condições SISP e SICP durante a execução do exercício de remada sentada. Todos os dados eletromiográficos coletados durante esse teste foram normalizados pela contração isométrica voluntária máxima (CIVM) de cada músculo. Inicialmente os participantes realizaram o protocolo de aquecimento específico com 40% de 1RM como sugere Kraemer e Fry (1995) e Castanheira et al. (2017). O protocolo de aquecimento foi o similar ao utilizado no teste de quantificação de cargas. A pequena diferença foi em relação a carga do aquecimento. No Teste 1 o aquecimento foi na intensidade de 40% de 1RM da carga máxima estimada no teste de quantificação de cargas.

Após o aquecimento os voluntários tiveram um intervalo passivo de cinco minutos e realizaram três CIVMs com duração de cinco segundos (DE LUCA, 1984; CRESSWELL; LOSCHER; THORSTENSSON, 1995; MAMAGHANI et al., 2001; MULLANEY et al., 2017) para os músculos selecionados. Entre cada CIVM foi fornecido um intervalo passivo de 90 segundos. Para os músculos latíssimo do dorso e redondo maior a CIVM aconteceu na máquina do exercício de remada sentada (*Flex Fitness Equipament*, Cedral, São Paulo, Brasil). Os voluntários realizaram a CIVM com os braços posicionados paralelamente de forma supinada e com os cotovelos mantidos em 90° de flexão (LEHMAN et al., 2004). Antes dos voluntários realizarem o esforço de contração isométrica máxima, uma corda foi utilizada para delimitar a amplitude do movimento que permaneceu exatamente no ângulo de 90° de flexão de cotovelo. A corda permitiu que os voluntários realizassem a força máxima sem que o implemento do aparelho se movesse (Figura 4).

Figura 4. Posicionamento do voluntário durante a execução da CIVM dos músculos latíssimo do dorso e redondo maior.

O teste de CIVM para o músculo deltoide posterior aconteceu com a abdução horizontal de ombros com pegada neutra (SCHOENFELD et al., 2013; FRANKE et al., 2015) na máquina *peck deck* (*Flex Fitness Equipament*, Cedral, São Paulo, Brasil). Nesse exercício toda a carga (kg) do aparelho foi utilizada e esta carga foi suficiente para que todos os voluntários realizassem força máxima de forma isométrica (Figura 5).

Figura 5. Posicionamento do voluntário durante a execução da CIVM do músculo deltoide posterior.

Por fim a terceira CIVM realizada foi para o músculo bíceps braquial, que aconteceu com o cotovelo fletido em 90° (KUHTZ-BUSCHBECK; JING, 2012; ALENABI et al., 2013) com pegada supinada na polia do aparelho *cross over* (*Flex Fitness Equipament*, Cedral, São Paulo, Brasil) (Figura 6).

Figura 6. Posicionamento do voluntário durante a execução da CIVM do músculo bíceps braquial.

As angulações de todas articulações foram medidas com um goniômetro (*Shopfisio*, Mogi Guaçu, São Paulo, Brasil). Em todas CIVMs os voluntários eram verbalmente motivados a realizarem o máximo de força que conseguissem (MCNAIR et al., 1996; SOARES et al., 2016b; CALATAYUD et al., 2017).

Ao final do registro do sinal eletromiográfico de todas as CIVMs, houve um intervalo passivo de cinco minutos (SCHOENFELD, 2013; GOLAS et al., 2017; SNARR et al., 2017). Em seguida os participantes realizaram uma série no exercício remada sentada nas condições SISP (somente a remada sentada) e SICP (imediatamente antes de executar a remada sentada eles realizaram o exercício *pullover*). Ambas as séries foram aleatoriamente randomizadas pelo aplicativo (*Random sequence generator – RANDOM.ORG*, Dublin, Ireland). O intervalo passivo entre as condições foi de 20 minutos como sugere os estudos de Augustsson et al. (2003) e Gentil et al. (2007). Esse grande intervalo foi realizado com intuito de evitar a fadiga muscular, fator que interfere o sinal eletromiográfico.

A intensidade estabelecida para a realização das duas séries foi de 70% de 1RM e elas foram realizadas com repetições máximas. Os voluntários foram instruídos a buscar sempre a falha muscular concêntrica, definida como “a incapacidade de executar mais contrações

concêntricas sem mudança significativa na postura ou duração das repetições” (FISHER et al., 2011; STEELE et al., 2017). Desta forma quando os indivíduos alteraram o padrão de movimento e/ou saíram da cadência previamente estipulada, a série foi interrompida. Todas as repetições foram contabilizadas e anotadas na ficha de coleta (APÊNDICE B).

As outras duas condições CISP e CICP foram testadas em outro dia, durante a aplicação do Teste 2, que seguiu os mesmos procedimentos de coleta do Teste 1. Houve apenas o acréscimo do fator instrução verbal. Portanto nesse dia de teste, avaliou-se o efeito da instrução verbal na atividade eletromiográfica dos durante a remada sentada nas condições com e sem pré exaustão. A instrução verbal pré-estabelecida e padronizada “Concentre-se em estender o ombro, puxe com as costas” foi fornecida no início de cada série, e a cada três repetições ela era repetida aos voluntários como um reforço. A instrução ofertada enfatizou a extensão de ombro. Além das instruções inicial e de reforço, a região específica (latíssimo do dorso) foi apalpada concomitantemente ao instante em que as instruções eram ditas. O toque na região específica para indicar a região na qual os indivíduos deveriam enfatizar a contração ocorreu com base no método dos estudos prévios de Snyder e Leech (2009) e Calatayud et al. (2016). Ao final das séries, foi perguntado aos participantes se eles compreenderam a instrução ofertada como sugere Kristiansen et al. (2018). A figura 7 apresenta o delineamento experimental do estudo.

Figura 7. Representação esquemática do desenho experimental do estudo.

5. TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS

Para manter a estabilidade e melhorar a estacionariedade (média e variância do sinal não mudam no decorrer do tempo) o sinal eletromiográfico foi cortado em uma frequência baixa (DE LUCA, 1997). Portanto os dados coletados com o eletromiógrafo foram cortados utilizando o filtro digital *Butterworth* passa banda numa frequência de 10Hz a 500Hz (DE FREITAS MAIA et al., 2015). Logo em seguida, para mensurar a magnitude de atividade eletromiográfica muscular (análise do sinal no domínio temporal) foi calculada a raiz quadrada média dos quadrados (*Root mean square* - RMS) do sinal eletromiográfico do lado dominante dos voluntários. Esse método de análise da EMG avalia o valor de cada amplitude individual elevada ao quadrado, assim encontra-se a média dos quadrados das amplitudes e por fim é calculada a raiz quadrada. Todos os valores de RMS foram normalizados pela média dos valores RMS obtidos durante as três CIVMs. Em todas as CIVMs os dados foram coletados durante 5 segundos, mas para realização da análise, foi descartado o primeiro e o último segundo para calcular o RMS.

Além da análise no domínio temporal, também foi analisado o sinal eletromiográfico no domínio espectral (frequência do sinal). Foi escolhido para análise a frequência mediana pois ela é menos sensível aos ruídos (DE LUCA, 1997, 2008). Foram observadas as duas repetições iniciais, as duas repetições intermediárias e as duas repetições finais das condições com e sem pré exaustão muscular por meio de rotinas desenvolvidas no *software* (*Matlab R2016b* - *The Mathworks Inc., Natick, Massachusetts, EUA*). Também foi mensurado o número de repetições realizadas em todas as condições experimentais. Foram consideradas válidas apenas as repetições realizadas dentro da cadência previamente estipulada e que não modificaram o padrão correto de movimento dos exercícios.

A amplitude do sinal mioelétrico e a frequência de disparo das unidades motoras foram verificadas por meio de análises realizadas nos domínios temporal e espectral em três intervalos diferentes ao longo da série de repetições múltiplas. Levando em consideração o número de repetições válidas de cada série, foi recortado as duas repetições iniciais de cada série (considerada como intervalo inicial) e foram calculados o RMS e a frequência mediana desse intervalo. O mesmo aconteceu para o intervalo intermediário, representado pelas duas repetições medianas; e para o intervalo final, considerado como as duas últimas repetições.

6. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a análise estatística utilizou-se análises de variância multivariadas (MANOVAs). Nem todos os pressupostos de homogeneidade de variância e homocedasticidade foram atendidos. Desta forma os dados foram transformados em log10 e as análises foram feitas novamente. Como os resultados não se mostraram diferentes entre os dados não transformados e os dados transformados, as análises finais ocorreram com os dados não transformados.

Sendo assim, foram realizadas seis MANOVAs, sendo elas: três para a magnitude e três para a frequência mediana do sinal mioelétrico. Para a magnitude e frequência mediana do sinal, cada MANOVA representou uma janela temporal diferente (repetições iniciais, repetições intermediárias e repetições finais). Os fatores foram a condição de instrução (sem instrução verbal x com instrução verbal) e a condição de exaustão (sem pré exaustão muscular x com pré exaustão muscular). Ambos foram tratados como medidas repetidas. As variáveis dependentes foram a frequência mediana e a magnitude de ativação (RMS) dos músculos bíceps braquial, deltoide posterior, latíssimo do dorso e redondo maior. Para comparar o

número de repetições realizadas entre cada condição de instrução (sem instrução verbal x com instrução verbal) e de exaustão (sem pré exaustão muscular x com pré exaustão muscular) foi realizada uma análise de variância de dois fatores (ANOVA *two way*).

7. RESULTADOS

O número de repetições de todas as séries realizadas foi contabilizado e anotado na ficha de coleta (APÊNDICE B) ao final de cada série. Foram consideradas válidas apenas as repetições realizadas dentro da cadência previamente estipulada. ANOVA indicou diferença para pré exaustão [$F(1,76) = 39,999$, $p = 0,000$, $\eta^2 = 0,345$, $\text{power} = 1,000$] mas não apontou efeito para instrução verbal [$F(1,76) = 0,043$, $p = 0,836$, $\eta^2 = 0,001$, $\text{power} = 0,055$] no número de repetições realizadas. Na condição com pré exaustão muscular (exercício *pullover* antes), o número de repetições durante o exercício de remada sentada mostrou ser significativamente menor quando comparado a condição sem pré exaustão. Isso ocorreu independente do fator instrução verbal conforme mostra a Tabela 2.

Tabela 2. Médias e desvios-padrão referentes ao número de repetições realizadas durante a remada sentada em cada condição.

Condições	Número de repetições
Sem instrução sem pré exaustão	11,70 $\pm$ 2,43
Sem instrução com pré exaustão	8,75 $\pm$ 2,02 *
Com instrução sem pré exaustão	11,90 $\pm$ 1,92
Com instrução com pré exaustão	8,75 $\pm$ 2,22 *

*Diferença significativa entre condições com e sem pré exaustão para $p < 0,001$.

Nas condições em que a instrução verbal foi fornecida aos voluntários, foi perguntado no final de cada série realizada no exercício de remada sentada o que eles entenderam após receberem a instrução verbal. Os próprios voluntários responderam na ficha de coleta (APÊNDICE B) ao final de cada série o que eles entenderam e 70% deles compreenderam exatamente o que era proposto pela instrução verbal. Os outros voluntários mencionaram que a instrução verbal serviu para correção postural durante a execução do exercício, mas não entenderam explicitamente que era para enfatizar o músculo latíssimo do dorso.

Para facilitar a visualização, os resultados foram divididos de acordo com análises realizadas (domínio temporal e domínio espectral).

7.1 – Domínio temporal

A figura 8 apresenta uma série temporal do sinal eletromiográfico do músculo latíssimo do dorso no domínio temporal durante uma série do exercício remada sentada sem pré exaustão muscular e sem instrução verbal realizada por um participante. Já as figuras 9, 10 e 11 representam o sinal eletromiográfico no domínio temporal nos três diferentes intervalos (repetições iniciais, intermediárias e finais, respectivamente) durante uma série do exercício remada sentada sem pré exaustão muscular e sem instrução verbal.

Figura 8. Exemplo do sinal eletromiográfico no domínio temporal ao longo de uma série do exercício remada sentada.

Figura 9. Exemplo do sinal eletromiográfico no domínio temporal nas repetições iniciais durante o exercício remada sentada.

Figura 10. Exemplo do sinal eletromiográfico no domínio temporal nas repetições intermediárias durante o exercício remada sentada.

Figura 11. Exemplo do sinal eletromiográfico no domínio temporal nas repetições finais durante o exercício remada sentada.

Analisando as repetições iniciais, os resultados apontaram que a atividade eletromiográfica foi alterada quando a instrução verbal foi fornecida. MANOVA indicou diferença para instrução verbal [Wilks' Lambda = 0,469, $F(4,13) = 3,673$, $p = 0,033$, $\eta^2 = 0,531$, power = 0,730] mas não apontou diferença para a pré exaustão muscular [Wilks' Lambda = 0,856, $F(4,13) = 0,549$, $p = 0,703$, $\eta^2 = 0,144$, power = 0,142].

A ANOVA apontou que o músculo latíssimo do dorso aumentou a atividade eletromiográfica quando a instrução verbal foi fornecida [$F(1,16) = 4,532$, $p = 0,049$] e apontou interação entre instrução verbal e pré exaustão muscular para o músculo redondo maior [$F(1,16) = 6,682$, $p = 0,020$]. Testes post hoc indicaram que na situação com pré exaustão, o músculo redondo maior apresentou maior atividade eletromiográfica com a utilização da instrução verbal (Figura 12).

maior que sem instrução verbal ($p = 0,049$)

* maior que sem instrução verbal com pré exaustão muscular ($p = 0,020$)

Figura 12. Médias e desvios-padrão da atividade eletromiográfica durante as duas repetições iniciais nas diferentes condições de realização do exercício remada sentada.

Durante as repetições intermediárias, a MANOVA não apontou diferença para instrução verbal [Wilks' Lambda = 0,531, $F(4,14) = 3,087$, $p = 0,051$, $\eta^2 = 0,469$, power = 0,657] nem para exaustão muscular [Wilks' Lambda = 0,676, $F(4,14) = 1,680$, $p = 0,210$, $\eta^2 = 0,324$, power = 0,387]. A atividade eletromiográfica foi similar em todas as condições (Figura 13).

Figura 13. Médias e desvios-padrão da atividade eletromiográfica durante as duas repetições intermediárias nas diferentes condições de realização do exercício remada sentada.

Com relação as repetições finais, esse mesmo padrão se repetiu. Os resultados mostraram que não houve diferenças para instrução verbal [Wilks' Lambda = 0,623, $F(4,13) = 1,968$, $p = 0,159$, $\eta^2 = 0,377$, power = 0,438] nem para exaustão muscular [Wilks' Lambda = 0,679, $F(4,13) = 1,535$, $p = 0,249$, $\eta^2 = 0,321$, power = 0,347] (Figura 14).

Figura 14. Médias e desvios-padrão da atividade eletromiográfica durante as duas repetições finais nas diferentes condições de realização do exercício remada sentada.

7.2 – Domínio espectral

Em relação ao domínio espectral, as figuras 15, 16 e 17 mostram exemplos do comportamento da frequência (Hz) do sinal eletromiográfico durante o exercício remada sentada sem pré exaustão e sem instrução verbal nos intervalos inicial, intermediário e final, respectivamente.

Figura 15. Exemplo da frequência do sinal eletromiográfico no domínio espectral nas repetições iniciais durante o exercício remada sentada.

Figura 16. Exemplo da frequência do sinal eletromiográfico no domínio espectral nas repetições intermediárias durante o exercício remada sentada.

Figura 17. Exemplo da frequência do sinal eletromiográfico no domínio espectral nas repetições finais durante o exercício remada sentada.

Durante as repetições iniciais, MANOVA não apontou diferença para a instrução verbal [Wilks' Lambda = 0,744, $F(4,13) = 1,117$, $p = 0,390$, $\eta^2 = 0,256$, power = 0,258] mas indicou diferença para pré exaustão muscular [Wilks' Lambda = 0,293, $F(4,13) = 7,853$, $p = 0,002$, $\eta^2 = 0,707$, power = 0,975].

A ANOVA mostrou que os músculos redondo maior [$F(1,16) = 14,466$, $p = 0,002$] e deltoide posterior [$F(1,16) = 17,940$, $p = 0,001$] reduziram os valores da frequência mediana (Hz) durante as condições com pré exaustão muscular e também apontou interação entre instrução verbal e pré exaustão muscular para o músculo latíssimo do dorso [$F(1,16) = 5,242$, $p = 0,036$]. Testes post hoc indicaram que o latíssimo do dorso reduziu a frequência mediana de atividade eletromiográfica na condição com pré exaustão quando fornecida a instrução verbal (Figura 18).

menor que sem pré exaustão muscular ($p < 0,002$)

* menor que sem instrução verbal com pré exaustão muscular ($p = 0,036$)

Figura 18. Médias e desvios-padrão da frequência mediana durante as repetições iniciais nas diferentes condições de realização do exercício remada sentada.

Para as repetições intermediárias, MANOVA não apontou efeito da instrução verbal [Wilks' Lambda = 0,673, $F(4,14) = 1,700$, $p = 0,206$, $\eta^2 = 0,327$, power = 0,391] mas apontou efeito para pré exaustão muscular [Wilks' Lambda = 0,369, $F(4,14) = 5,981$, $p = 0,005$, $\eta^2 = 0,631$, power = 0,929].

A ANOVA mostrou que os músculos redondo maior [$F(1,17) = 12,700$, $p = 0,002$] e deltoide posterior [$F(1,16) = 18,563$, $p = 0,000$] reduziram os valores da frequência mediana (Hz) durante as condições com pré exaustão muscular, mostrando um indicativo de fadiga muscular nesses músculos (Figura 19).

Figura 19. Médias e desvios-padrão da frequência mediana durante as repetições intermediárias nas diferentes condições de realização do exercício remada sentada.

Para as últimas repetições MANOVA não mostrou diferenças nem para instrução [Wilks' Lambda = 0,704, $F(4,13) = 1,363$, $p = 0,300$, $\eta^2 = 0,296$, power = 0,310] nem para pré exaustão muscular [Wilks' Lambda = 0,692, $F(4,13) = 1,444$, $p = 0,275$, $\eta^2 = 0,308$, power=0,328]. Em todas as condições a frequência mediana foi similar (Figura 20).

Figura 20. Médias e desvios-padrão da frequência mediana durante as repetições finais nas diferentes condições de realização do exercício remada sentada.

8. DISCUSSÃO

O presente estudo buscou analisar o efeito da interação entre a utilização da instrução verbal e o método de pré exaustão muscular no domínio temporal (amplitude do sinal) e no domínio espectral (frequência mediana) do sinal eletromiográfico durante a realização do exercício remada sentada na intensidade de 70% de 1RM. O efeito da instrução verbal assim como o efeito da pré exaustão muscular também foram analisados separadamente sobre esses parâmetros.

O principal resultado encontrado no presente estudo foi em relação ao efeito da instrução verbal no domínio temporal. Nossa hipótese era que a instrução verbal aumentaria a amplitude do sinal eletromiográfico no músculo específico latíssimo do dorso e os resultados mostraram que realmente houve esse aumento significativo. A instrução verbal “concentre-se

em estender os ombros, puxe com as costas” fornecida aos voluntários, mostrou aumento de 7,44% na atividade eletromiográfica do latíssimo do dorso e 15,63% na atividade eletromiográfica do redondo maior na condição com pré exaustão.

Tal resultado complementa estudos anteriores encontrados na literatura. Havia o consenso de que a instrução verbal possuía efeitos positivos no aumento da amplitude do sinal eletromiográfico do músculo específico (alvo) com cargas até 60% de 1RM (BRESSEL et al., 2009; SNYDER; LEECH, 2009; SNYDER; FRY, 2012; CALATAYUD et al., 2016). Outros estudos mostraram que a instrução verbal teve seu efeito na atividade eletromiográfica reduzido (SNYDER; FRY, 2012) ou não mostrou efeito durante a realização do supino reto com carga de 80% de 1RM (CALATAYUD et al., 2016; DANIELS; COOK, 2017). Os resultados encontrados no presente estudo ampliam o entendimento sobre o papel instrução verbal, mostrando que seu efeito também é positivo quando fornecida aos indivíduos durante o exercício com a intensidade de 70% de 1RM.

A presente pesquisa foi a primeira a analisar o efeito da instrução verbal em diferentes intervalos ao longo da série de repetições máximas realizada. Os resultados mostraram que a instrução verbal aumentou a atividade do músculo específico na intensidade de 70% de 1RM somente no intervalo inicial (primeiras duas repetições) da série. Neste intervalo de repetições houve efeito da instrução verbal para aumentar a atividade eletromiográfica do latíssimo do dorso e redondo maior (somente na condição de pré exaustão muscular). Durante as repetições intermediárias e finais a atividade não alterou em nenhum músculo analisado. Uma possível explicação seria que ao longo da série, provavelmente houve declínio da capacidade de produção de força e consequentemente redução do rendimento do exercício, explicados pelo comprometimento do processo de acoplamento de excitação-contração da fibra muscular (BIGLAND-RITCHIE et al., 1983). Tal comprometimento é uma possível explicação do porquê a instrução verbal não surtiu efeito durante os intervalos intermediário e final. Sabe-se que em decorrência à fadiga muscular ocorre aumento generalizado da excitação dos motoneurônios, elevando a magnitude do sinal eletromiográfico (CONTESSA; DE LUCA; KLINE, 2016). Nossos resultados mostraram que esse aumento da magnitude do sinal mioelétrico aparentemente aconteceu conforme a fadiga foi se instalando. Provavelmente nesses intervalos de repetições os músculos envolvidos foram recrutados ao máximo, por isso não houve diferenças significativas entre a atividade eletromiográfica dos músculos analisados durante as repetições intermediárias e finais na intensidade de 70% de 1RM independentemente dos fatores pré exaustão e instrução verbal.

Os achados do presente estudo ainda corroboram os resultados encontrados por Snyder e Fry (2009). Nesse estudo as voluntárias conseguiram elevar 17,6% a atividade do músculo latíssimo do dorso após receberem as instruções verbais específicas para enfatizar a contração deste músculo durante o exercício de puxada frontal. No entanto esses autores observaram que o conceito de ativação seletiva (aumento da atividade eletromiográfica do músculo desejado com a concomitante redução do músculo acessório) não ocorreu. No presente estudo o bíceps braquial não mostrou redução de sua atividade quando a instrução foi ofertada para enfatizar o latíssimo do dorso. Apesar do músculo latíssimo do dorso e do redondo maior elevarem sua atividade eletromiográfica com a instrução fornecida que enfatizou a contração do latíssimo do dorso, o bíceps braquial não reduziu sua atividade.

Além disso, em relação ao efeito da instrução verbal na frequência mediana do sinal, nosso estudo apresenta-se como pioneiro pois foi o único que investigou o efeito da instrução verbal sobre o domínio espectral. O que já se sabia na literatura em relação ao efeito da instrução verbal estava relacionado apenas a análise no domínio temporal (amplitude do sinal mioelétrico). Nossos resultados mostraram que a utilização da instrução verbal não influenciou a frequência mediana do sinal eletromiográfico em nenhum dos três intervalos observados (repetições iniciais, repetições intermediárias e repetições finais). O efeito da instrução verbal mostrou ser existente apenas para o domínio temporal, como citado anteriormente. Normalmente o acréscimo do sinal mioelétrico é atribuído pelo aumento do recrutamento de outras unidades motoras, bem como pelo aumento na taxa de disparo das fibras já ativas (EDWARDS; LIPPOLD, 1956; LIND; PETROFSKY, 1979). Esse aumento do sinal ocorre principalmente em decorrência do recrutamento de novas unidades e não pelo aumento da taxa de disparo das unidades motoras (BIGLAND-RITCHIE et al., 1983). Os resultados do presente estudo corroboram essa hipótese.

Em relação ao método de pré exaustão muscular os resultados mostraram que a amplitude do sinal eletromiográfico não foi influenciada com a utilização do método pré exaustão muscular em nenhum dos três intervalos analisados. Era esperado que a atividade eletromiográfica do músculo acessório (bíceps braquial) aumentasse na situação com pré exaustão, mas isso não ocorreu. Os quatro músculos observados não mostraram diferenças estatísticas na atividade eletromiográfica nas situações com e sem pré exaustão muscular. Os resultados encontrados no presente estudo nos revelam que diferentemente do proposto pelo método, a atividade eletromiográfica do músculo agonista principal (latíssimo do dorso) não aumentou quando realizado um exercício monoarticular (*pullover*) previamente a um exercício multiarticular (remada sentada). Esses resultados corroboram estudos anteriores

realizados por Gentil et al. (2007) e Brennecke et al. (2009) revelaram que a pré exaustão (exercício *peck deck* anteriormente ao supino reto) não alterou a atividade eletromiográfica do músculo principal (peitoral maior).

Embora os resultados do presente estudo corroborem os resultados encontrados por Gentil et al. (2007) e Brennecke et al. (2009) em relação a pré exaustão muscular não ser capaz de aumentar a atividade eletromiográfica no músculo principal, estes estudos também mostraram que o músculo acessório teve sua atividade aumentada. Nesse aspecto nossos resultados divergem desses estudos assim como de nossa hipótese inicial. Apesar da proximidade entre a intensidade de 10RM utilizada nesses estudos (equivalente a 75% de 1RM) com a intensidade utilizada neste projeto (70% de 1RM), a divergência entre os resultados encontrados no presente estudo em relação a literatura pode estar relacionada com a interação entre o método de pré exaustão muscular e a utilização da instrução verbal. Os estudos anteriores não utilizaram a instrução verbal para indicar qual músculo deveria ser enfatizado durante a execução da pré exaustão. Gentil et. al (2007) mencionaram que o tríceps braquial aumentou sua atividade para compensar a fadiga do peitoral maior, possibilitando os voluntários continuarem a realização do movimento. Caso a instrução verbal fosse utilizada (exemplo: durante esse exercício se concentre em fazer força no peitoral) talvez a musculatura acessória não aumentaria sua atividade. O presente estudo revelou que apesar da pré exaustão não aumentar a atividade do músculo principal, também não houve aumento da atividade na musculatura acessória. A instrução verbal utilizada para enfatizar o músculo latíssimo do dorso influenciou para aumentar a atividade deste músculo e também pode ter influenciado para não elevar a atividade do bíceps braquial na condição com pré exaustão.

Nossos resultados ainda divergem dos estudos de Rocha Junior et al. (2010) e Pirauá et al. (2017). Rocha Junior et al. (2010) mostraram que a pré exaustão na cadeira extensora com intensidades submáximas de 30 e 60% de 1RM antes do *leg press* na intensidade de 60% de 1RM apresentaram valores de RMS de 59,46% e de 67,36% respectivamente. Em ambas as intensidades a atividade foi significativamente maior do que na condição sem pré exaustão que mostrou apenas 27,61% de atividade eletromiográfica no músculo vasto lateral. Já o estudo de Pirauá et al. (2017) mostrou que a pré exaustão utilizando a adução horizontal de ombro em decúbito dorsal (“crucifixo com halteres”) na intensidade de 30% de 1RM aumentou a atividade eletromiográfica do peitoral maior durante e realização do supino reto com intensidade de 60% de 1RM. O que pode explicar o efeito positivo da pré exaustão em ambos os estudos, são as intensidades submáximas e moderadas utilizadas nos exercícios.

É notório que em intensidades baixas e moderadas o recrutamento de poucas unidades motoras é suficiente para realizar o movimento (HENNEMAN, 1979). Muito provavelmente isso aconteceu nestes estudos quando os exercícios analisados foram realizados sem pré exaustão muscular. O diferente volume de repetições entre as séries com e sem pré exaustão muscular utilizadas nestes estudos é o fator que pode explicar o aumento da atividade eletromiográfica na situação de pré exaustão muscular. Quando a pré exaustão foi acrescentada, o maior volume de repetições possibilitou os voluntários a fadigarem mais do que na série sem pré exaustão e isso interferiu diretamente para o aumento da atividade eletromiográfica. Desta forma a atividade eletromiográfica elevou-se provavelmente em decorrência da necessidade de mais unidades motoras serem ativadas para manter realizarem mais repetições (HENNEMAN, 1979). Além disso, a pré exaustão nesses dois estudos não foi realizada até a falha muscular concêntrica, conforme o método proposto por inúmeros autores (DARDEN, 1983; TAN, 1999; BRENNECKE et al., 2009; HACKETT; JOHNSON; CHOW, 2013; FLECK; KRAEMER, 2014). O exercício monoarticular foi submáximo e não pré fadigou o músculo principal antes do exercício multiarticular.

Outro resultado expressivo apontou que a pré exaustão muscular reduziu significativamente a frequência mediana do sinal mioelétrico nos músculos redondo maior e deltoide posterior em 11,21% e 8,58% respectivamente durante as repetições iniciais. Para o músculo latíssimo do dorso também houve redução (8,33%), porém isso aconteceu somente na condição com instrução verbal. Durante as repetições intermediárias, também houve redução da frequência mediana para os músculos redondo maior (5,85%) e deltoide posterior (4,57%). O fato de o volume de repetições ser maior nas condições com pré exaustão (*pullover* seguido de remada sentada na máquina) pode explicar a redução significativa da frequência mediana na condição com pré exaustão. Ao iniciar a remada sentada nessas condições, os voluntários já estavam pré fadigados após terem realizado o *pullover*. A literatura mostra que com o monitoramento e a quantificação da modificação espectral ao longo de uma série sustentada, é possível obter informações a respeito dos índices de fadiga antes mesmo que o indivíduo chegue a fadiga contrátil (incapacidade de realizar mais repetições) (DE LUCA, 1997). O índice de fadiga indicado pela alteração do espectro da frequência é representado pela diminuição dos valores de frequência mediana ao longo da série. Nossos resultados corroboram estudos prévios encontrados na literatura, que mostraram valores mais baixos de frequências nas situações em que a fadiga muscular começa a aparecer (LINDSTROM, 1970; VIITASALO; KOMI, 1977; KOMI; TESCH, 1979; DE LUCA, 1984, 1997; MASUDA et al., 1999).

Entretanto, durante as repetições finais não houve redução significativa nos valores da frequência mediana quando comparado as condições com e sem pré exaustão muscular. Mesmo o volume de repetições das séries nessas condições terem sido diferentes, as séries foram executadas até a falha muscular concêntrica como proposto pelo método. Isso pode ter feito com que durante as últimas repetições da remada sentada em ambas as condições (com e sem pré exaustão), os músculos envolvidos tenham sido fadigados de forma similar, não mostrando diferenças significativas para os valores de frequência mediana entre essas condições.

Os resultados também mostraram redução no número de repetições durante o exercício de remada sentada quando foi precedida da pré exaustão no exercício *pullover*. Essa redução era esperada levando em consideração pesquisas anteriormente citadas (AUGUSTSSON et al., 2003; GENTIL et al., 2007; BRENNECKE et al., 2009; VILACA-ALVES et al., 2014; SOARES et al., 2016b, 2016a; RIBEIRO et al., 2018). Sabe-se que o exercício realizado ao final de uma sequência ou de uma sessão de treinamento tem sua performance afetada, e como consequência há uma redução no número de repetições (SIMÃO et al., 2005; GENTIL et al., 2007). Isso explica o fato da remada sentada com pré exaustão ter mostrado um número menor de repetições quando foi comparada a remada executada em uma série simples. Os resultados do presente estudo reforçam a ideia de que os exercícios principais do treinamento devem ser realizados primeiro, pois desta maneira há possibilidade de dar maior ênfase nesses exercícios e consequentemente é possível realizar mais repetições com a mesma carga (SIMÃO et al., 2005; SPREUWENBERG et al., 2006).

9. CONCLUSÃO

O presente estudo revelou que o método de pré exaustão muscular não tem efeito positivo no aumento da amplitude do sinal eletromiográfico no músculo específico como propõe o método. Os resultados ainda mostraram pouca relevância do fator instrução verbal sobre a amplitude do sinal eletromiográfico, visto que houve aumento da amplitude do sinal em apenas duas repetições iniciais ao longo de uma série de múltiplas repetições. A instrução verbal não altera a frequência do sinal eletromiográfico. Por fim os achados do presente estudo mostraram que realizar a pré exaustão reduz o desempenho do exercício multiarticular.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACSM. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. **Med Sci Sports Exerc**, p. 687–708, 2009.

ADAM, A.; DE LUCA, C. J. Firing rates of motor units in human vastus lateralis muscle during fatiguing isometric contractions. **Journal of Applied Physiology**, v. 99, n. 1, p. 268–280, 2005.

ADAMS, K. et al. The effect of six weeks of squat, plyometric and squat-plyometric training on power production. **Journal of applied sport science research**, v. 6, n. 1, p. 36–41, 1992.

ALENABI, T. et al. Electromyographic Activity in the Immobilized Shoulder Musculature during Ipsilateral Elbow, Wrist, and Finger Movements While Wearing a Shoulder Orthosis. **Journal of shoulder and elbow surgery**, v. 22, n. 10, p. 1400–1407, out. 2013.

ANDERSEN, J. L.; SCHJERLING, P.; SALTIN, B. Muscle, genes and athletic performance. **Scientific American**, v. 283, n. 3, p. 48–55, 2000.

AUGUSTSSON, J. et al. 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, maio 2003.

BARROSO, R.; TRICOLI, V.; UGRINOWITSCH, C. Adaptações neurais e morfológicas ao treinamento de força com ações excêntricas. **Revista brasileira de ciência e movimento**, v. 13, n. 2, p. 111–122, 2008.

BIGLAND-RITCHIE, B. et al. Contractile Speed and EMG Changes during Fatigue of Sustained Maximal Voluntary Contractions. **Journal of neurophysiology**, v. 50, n. 1, p. 313–324, jul. 1983.

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, p. 1933–1940, out. 2009.

BRESSEL, E. et al. Effect of Instruction, Surface Stability, and Load Intensity on Trunk Muscle Activity. **Journal of electromyography and kinesiology : official journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology**, v. 19, n. 6, p. e500-4, dez. 2009.

BRZYCKI, M. Strength Testing—Predicting a One-Rep Max from Reps-to-Fatigue. **Journal of Physical Education, Recreation & Dance**, v. 64, n. 1, p. 88–90, 1 jan. 1993. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/07303084.1993.10606684>>.

CADORE, E. L.; PINTO, R. S.; KRUEL, L. F. M. Adaptações neuromusculares ao treinamento de força e concorrente em homens idosos. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**. Florianópolis, SC. Vol. 14, n. 4 (2012), p. 483-495, 2012.

CALATAYUD, J. et al. Importance of Mind-Muscle Connection during Progressive Resistance Training. **European journal of applied physiology**, v. 116, n. 3, p. 527–533, mar. 2016.

CALATAYUD, J. et al. Mind-Muscle Connection Training Principle: Influence of Muscle Strength and Training Experience during a Pushing Movement. **European journal of applied physiology**, v. 117, n. 7, p. 1445–1452, jul. 2017.

CALATAYUD, J. et al. Attentional Focus and Grip Width Influences on Bench Press Resistance Training. **Perceptual and motor skills**, v. 125, n. 2, p. 265–277, abr. 2018a.

CALATAYUD, J. et al. Influence of Different Attentional Focus on EMG Amplitude and Contraction Duration during the Bench Press at Different Speeds. **Journal of sports sciences**, v. 36, n. 10, p. 1162–1166, maio 2018b.

CAMPENELLA, B.; MATTACOLA, C.; KIMURA, I. Effect of visual feedback and verbal encouragement on concentric quadriceps and hamstrings peak torque of males and females. **Isokinetics and exercise science**, v. 8, n. 1, p. 1-6, 2000.

CASTANHEIRA, R. P. M. et al. Effects of Synergist vs. NonSynergist Split Resistance Training Routines on Acute Neuromuscular Performance in Resistance-Trained Men.

Journal of strength and conditioning research, v. 31, n. 12, p. 3482–3488, dez. 2017.

CONTESSA, P.; DE LUCA, C. J. Neural control of muscle force: indications from a simulation model. **Journal of neurophysiology**, v. 109, n. 6, p. 1548–1570, 15 mar. 2013. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23236008>>.

CONTESSA, P.; DE LUCA, C. J.; KLINE, J. C. The compensatory interaction between motor unit firing behavior and muscle force during fatigue. **Journal of neurophysiology**, v. 116, n. 4, p. 1579–1585, 2016.

CORDEIRO, R. C. et al. Concordância entre observadores de um protocolo de avaliação fisioterapêutica em idosas institucionalizadas. **Fisioterapia e Pesquisa**; v. 9, n. 2 (2002) DO - 10.1590/fpusp.v9i2.79663, 2002. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/fpusp/article/view/79663/83669>>.

COSSENZA, C. E. Musculação: métodos e sistemas. **Rio de Janeiro, Sprint**, 1995.

COSTILL, D. L.; WILMORE, J. H. **Fisiologia do esporte e do exercício**. São Paulo, ed. Manole, c, v. 2, p. 28-51, 2001.

CRESSWELL, A. G.; LOSCHER, W. N.; THORSTENSSON, A. Influence of Gastrocnemius Muscle Length on Triceps Surae Torque Development and Electromyographic Activity in Man. **Experimental brain research**, v. 105, n. 2, p. 283–290, 1995.

DANIELS, R. J.; COOK, S. B. Effect of Instructions on EMG during the Bench Press in Trained and Untrained Males. **Human movement science**, v. 55, p. 182–188, out. 2017.

DARDEN, E. The pre-exhaustion principle in strength training. **Athletic. J**, v. 63, p. 66–67, 1983.

DE FREITAS MAIA, M. et al. Maximal Repetition Performance, Rating of Perceived Exertion, and Muscle Fatigue during Paired Set Training Performed with Different Rest Intervals. **Journal of exercise science and fitness**, v. 13, n. 2, p. 104–110, dez. 2015.

DE LUCA, C. J. Myoelectrical Manifestations of Localized Muscular Fatigue in Humans. **Critical reviews in biomedical engineering**, v. 11, n. 4, p. 251–279, 1984.

DE LUCA, C. J. The Use of Surface Electromyography in Biomechanics. **Journal of Applied Biomechanics**, v. 13, n. 2, p. 135–163, 1 maio 1997. Disponível em: <<https://doi.org/10.1123/jab.13.2.135>>.

DE LUCA, C. J. A practicum on the use of sEMG signals in movement sciences. **Delsys Inc**, 2008.

DE LUCA, C. J. et al. Filtering the Surface EMG Signal: Movement Artifact and Baseline Noise Contamination. **Journal of biomechanics**, v. 43, n. 8, p. 1573–1579, maio 2010.

DE RUITER, C. J. et al. Changes in force, surface and motor unit EMG during post-exercise development of low frequency fatigue in vastus lateralis muscle. **European journal of applied physiology**, v. 94, n. 5–6, p. 659–669, 2005.

EDWARDS, R. G.; LIPPOLD, O. C. The relation between force and integrated electrical activity in fatigued muscle. **The Journal of physiology**, v. 132, n. 3, p. 677–681, 28 jun. 1956. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/13332603>>.

ENOKA, R. M.; DUCHATEAU, J. Muscle fatigue: what, why and how it influences muscle function. **The Journal of physiology**, v. 586, n. 1, p. 11–23, 2008.

ENOKA, R. M.; ROBINSON, G. A.; KOSSEV, A. R. Task and Fatigue Effects on Low-Threshold Motor Units in Human Hand Muscle. **Journal of neurophysiology**, v. 62, n. 6, p. 1344–1359, dez. 1989.

ERIM, Z. et al. Rank-Ordered Regulation of Motor Units. **Muscle & nerve**, v. 19, n. 5, p. 563–573, maio 1996.

ESCAMILLA, R. F. et al. Electromyographic Analysis of Traditional and Nontraditional Abdominal Exercises: Implications for Rehabilitation and Training. **Physical therapy**, v. 86, n. 5, p. 656–671, maio 2006.

FATOUROS, I. G. et al. The effects of strength training, cardiovascular training and their combination on flexibility of inactive older adults. **International journal of sports medicine**, v. 23, n. 02, p. 112–119, 2002.

FISHER, J. et al. Evidence-based resistance training recommendations. **Med Sport**, v. 15, n. 3, p. 147–162, 2011.

FLECK, S. J.; KRAEMER, W. **Designing Resistance Training Programs**, (4th ed). Illinois: Human Kinetics, 2014.

FLECK, S. J.; KRAEMER, W. J. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. Artmed Editora, 2017.

FLETCHER, G. F. et al. Exercise Standards for Testing and Training: A Statement for Healthcare Professionals from the American Heart Association. **Circulation**, v. 104, n. 14, p. 1694–1740, out. 2001.

FRANKE, R. D. A. et al. Analysis of Anterior, Middle and Posterior Deltoid Activation during Single and Multijoint Exercises. **The Journal of sports medicine and physical fitness**, v. 55, n. 7–8, p. 714–721, 2015.

GANDEVIA, S. C. Spinal and Supraspinal Factors in Human Muscle Fatigue. **Physiological reviews**, v. 81, n. 4, p. 1725–1789, out. 2001.

GENTIL, P. et al. Effects of Exercise Order on Upper-Body Muscle Activation and Exercise Performance. **Journal of strength and conditioning research**, v. 21, n. 4, p. 1082–1086, nov. 2007.

GOLAS, A. et al. Effects of Pre-Exhaustion on the Patterns of Muscular Activity in the Flat Bench Press. **Journal of strength and conditioning research**, v. 31, n. 7, p. 1919–1924, jul. 2017.

GUEDES, D. P. **Manual prático para avaliação em educação física**. Editora Manole Ltda, 2006.

HACKETT, D. A.; JOHNSON, N. A.; CHOW, C.-M. Training practices and ergogenic aids used by male bodybuilders. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 27, n. 6, p. 1609–1617, 2013.

HENNEMAN, E. Functional organization of motoneuron pools: the size-principle. **Integration in the nervous system**, p. 13–25, 1979.

HERMENS, H. J. et al. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 10, n. 5, p. 361–374, 2000. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1050641100000274>>.

HICKSON, R. C. Interference of strength development by simultaneously training for strength and endurance. **European journal of applied physiology and occupational physiology**, v. 45, n. 2–3, p. 255–263, 1980.

JONES, A. **Nautilus Training Principles**: Bulletin No. 1. Chapter 37., 1970

KARST, G. M.; WILLETT, G. M. Effects of Specific Exercise Instructions on Abdominal Muscle Activity during Trunk Curl Exercises. **The Journal of orthopaedic and sports physical therapy**, v. 34, n. 1, p. 4–12, jan. 2004.

KOMI, P. V; TESCH, P. EMG Frequency Spectrum, Muscle Structure, and Fatigue during Dynamic Contractions in Man. **European journal of applied physiology and occupational physiology**, v. 42, n. 1, p. 41–50, set. 1979.

KONRAD, P. The abc of emg. **A practical introduction to kinesiological electromyography**, v. 1, p. 30–35, 2005.

KRAEMER, W.; FRY, A. Strength Testing: Development and Evaluation of Methodology. **Physiological assessment of human fitness**, p. 115–138, 1 jan. 1995.

KRAEMER, W. J. et al. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine and science in sports and**

exercise, v. 34, n. 2, p. 364–380, 2002.

KRAEMER, W. J.; RATAMESS, N. A. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 36, n. 4, p. 674–688, 2004.

KRISTIANSEN, M. et al. External and Internal Focus of Attention Increases Muscular Activation During Bench Press in Resistance-Trained Participants. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 32, n. 9, p. 2442–2451, 2018.

KUHTZ-BUSCHBECK, J. P.; JING, B. Activity of upper limb muscles during human walking. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 22, n. 2, p. 199–206, 2012. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1050641111001404>>.

LANTZ, J.; MCNAMARA, S. Modifying the seated row exercise for athletes with shoulder injury. **Strength & Conditioning Journal**, v. 25, n. 5, p. 53–56, 2003.

LEHMAN, G. J. et al. Variations in muscle activation levels during traditional latissimus dorsi weight training exercises: An experimental study. **Dynamic medicine : DM**, v. 3, p. 4, 30 jun. 2004. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC449729/>>.

LESUER, D. A. et al. The Accuracy of Prediction Equations for Estimating 1-RM Performance in the Bench Press, Squat, and Deadlift. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 11, n. 4, 1997.

LIND, A. R.; PETROFSKY, J. S. Amplitude of the Surface Electromyogram during Fatiguing Isometric Contractions. **Muscle & nerve**, v. 2, n. 4, p. 257–264, 1979.

LINDSTROM, L. Muscular fatigue and action potential conduction velocity changes studied with frequency analysis of EMG signals. **Electromyography**, v. 10, n. 4, p. 341–356, 1970.

MAGILL, R. A. **Aprendizagem motora: conceitos e aplicações**. Edgard Blücher, 2008.

MAIOR, A. S.; ALVES, A. A contribuição dos fatores neurais em fases iniciais do treinamento de força muscular: uma revisão bibliográfica. **Motriz**, v. 9, n. 3, p. 161–168,

2003.

MAMAGHANI, N. K. et al. Changes in Surface EMG and Acoustic Myogram Parameters during Static Fatiguing Contractions until Exhaustion: Influence of Elbow Joint Angles. **Journal of physiological anthropology and applied human science**, v. 20, n. 2, p. 131–140, mar. 2001.

MANNION, A. F.; DOLAN, P.; MANNION, A. F. Relationship between myoelectric and mechanical manifestations of fatigue in the quadriceps femoris muscle group. **European journal of applied physiology and occupational physiology**, v. 74, n. 5, p. 411–419, 1996.

MARCHANT, D. C.; GREIG, M. Attentional focusing instructions influence quadriceps activity characteristics but not force production during isokinetic knee extensions. **Human movement science**, v. 52, p. 67–73, 2017.

MARCHANT, D. C.; GREIG, M.; SCOTT, C. Attentional Focusing Instructions Influence Force Production and Muscular Activity during Isokinetic Elbow Flexions. **Journal of strength and conditioning research**, v. 23, n. 8, p. 2358–2366, nov. 2009.

MASUDA, K. et al. Changes in Surface EMG Parameters during Static and Dynamic Fatiguing Contractions. **Journal of electromyography and kinesiology : official journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology**, v. 9, n. 1, p. 39–46, fev. 1999.

MCNAIR, P. J. et al. Verbal encouragement: effects on maximum effort voluntary muscle: action. **British journal of sports medicine**, v. 30, n. 3, p. 243–245, 1996.

MELONI, V. H. M. O papel da hiperplasia na hipertrofia do músculo esquelético. **Rev. Bras. Cine. Des. Hum. ISSN**, v. 1415, p. 8426, 2005.

METTLER, J. A.; GRIFFIN, L. Muscular endurance training and motor unit firing patterns during fatigue. **Experimental brain research**, v. 234, n. 1, p. 267–276, 2016.

MORITANI, T. Time course of adaptations during strength and power training. **Strength and**

power in sport, p. 266–278, 1992.

MORITANI, T.; DEVRIES, H. A. NEURAL FACTORS VERSUS HYPERTROPHY IN THE TIME COURSE OF MUSCLE STRENGTH GAIN. **American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation**, v. 58, n. 3, 1979. Disponível em: <https://journals.lww.com/ajpmr/Fulltext/1979/06000/NEURAL_FACTORS_VERSUS_HYPERTROPHY_IN_THE_TIME.1.aspx>.

MORITANI, T.; MURO, M.; NAGATA, A. Intramuscular and Surface Electromyogram Changes during Muscle Fatigue. **Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)**, v. 60, n. 4, p. 1179–1185, abr. 1986.

MORITANI, T.; NAGATA, A.; MURO, M. Electromyographic Manifestations of Muscular Fatigue. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 14, n. 3, p. 198–202, 1982.

MULLANEY, M. J. et al. EMG OF SHOULDER MUSCLES DURING REACTIVE ISOMETRIC ELASTIC RESISTANCE EXERCISES. **International journal of sports physical therapy**, v. 12, n. 3, p. 417–424, jun. 2017.

NAITO, A. et al. Electromyographic (EMG) Study of the Elbow Flexors during Supination and Pronation of the Forearm. **The Tohoku Journal of Experimental Medicine**, v. 175, n. 4, p. 285–288, 1995.

PIRAUÁ, A. et al. Analysis of muscle activity during the bench press exercise performed with the pre-activation method on stable and unstable surfaces. **Kinesiology**, v. 49, jul. 2017.

POLLOCK, M. L. et al. Resistance Exercise in Individuals With and Without Cardiovascular Disease. **Circulation**, v. 101, n. 7, p. 828 LP-833, 22 fev. 2000. Disponível em: <<http://circ.ahajournals.org/content/101/7/828.abstract>>.

RATAMESS, N. A. **ACSM's foundations of strength training and conditioning**. Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins, 2011.

RIBEIRO, A. et al. The potential role of pre-exhaustion training in maximizing muscle

hypertrophy: A review of the literature. **Strength & Conditioning Journal**, v. 41, n. 1, p. 75-80, 2019.

ROBERTSON, G. et al. **Research methods in biomechanics**, 2E. Human Kinetics, 2013.

ROCHA JÚNIOR, V. A. et al. Análise eletromiográfica da pré-ativação muscular induzida por exercício monoarticular. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 14, p. 158–165, 2010.

SAHALY, R. et al. Surface Electromyograms of Agonist and Antagonist Muscles during Force Development of Maximal Isometric Exercises--Effects of Instruction. **European journal of applied physiology**, v. 89, n. 1, p. 79–84, mar. 2003.

SALE, D. G. Neural adaptation to resistance training. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 20, n. 5 Suppl, p. S135-45, 1988.

SCHOENFELD, B. et al. Effect of Hand Position on EMG Activity of the Posterior Shoulder Musculature during a Horizontal Abduction Exercise. **Journal of strength and conditioning research**, v. 27, n. 10, p. 2644–2649, out. 2013.

SCHOENFELD, B. J. Potential mechanisms for a role of metabolic stress in hypertrophic adaptations to resistance training. **Sports medicine**, v. 43, n. 3, p. 179–194, 2013.

SFORZO, G. A.; TOUEY, P. R. Manipulating Exercise Order Affects Muscular Performance During a Resistance Exercise Training Session. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 10, n. 1, 1996. Disponível em: <https://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/1996/02000/Manipulating_Exercise_Order_Affects_Muscular.4.aspx>.

SIMÃO, R. et al. Influence of Exercise Order on the Number of Repetitions Performed and Perceived Exertion during Resistance Exercises. **Journal of strength and conditioning research**, v. 19, n. 1, p. 152–156, fev. 2005.

SIMÃO, R. et al. Influence of Exercise Order on the Number of Repetitions Performed and Perceived Exertion during Resistance Exercise in Women. **Journal of strength and**

conditioning research, v. 21, n. 1, p. 23–28, fev. 2007.

SIMÃO, R. et al. The Influence of Strength, Flexibility, and Simultaneous Training on Flexibility and Strength Gains. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 25, n. 5, 2011. Disponível em: <https://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/2011/05000/The_Influence_of_Strength_Flexibility_and.21.aspx>.

SIMÃO, R. et al. Exercise Order in Resistance Training. **Sports medicine** (Auckland, N.Z.), v. 42, n. 3, p. 251–265, mar. 2012.

SNYDER, B. J.; FRY, W. R. Effect of Verbal Instruction on Muscle Activity during the Bench Press Exercise. **Journal of strength and conditioning research**, v. 26, n. 9, p. 2394–2400, set. 2012.

SNYDER, B. J.; LEECH, J. R. Voluntary Increase in Latissimus Dorsi Muscle Activity during the Lat Pull-down Following Expert Instruction. **Journal of strength and conditioning research**, v. 23, n. 8, p. 2204–2209, nov. 2009.

SOARES, E. G. et al. Breve Revisão dos Aspectos Cinesiológicos do exercício Remada. **Centro de Pesquisas Avançadas em Qualidade de Vida**, v. 6, n. 3, p. 1–10, 2014.

SOARES, E. G. et al. Efeito agudo da ordem de exercícios tradicional e pré-exaustão no treinamento de força. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 22, n. 1, p. 27-30, 2016a.

SOARES, E. G. et al. Comparison Between Pre-Exhaustion and Traditional Exercise Order on Muscle Activation and Performance in Trained Men. **Journal of sports science & medicine**, v. 15, n. 1, p. 111–117, mar. 2016b.

SOARES, S. et al. Dissociated Time Course of Muscle Damage Recovery Between Single- and Multi-Joint Exercises in Highly Resistance-Trained Men. **Journal of strength and conditioning research**, v. 29, n. 9, p. 2594–2599, set. 2015.

SONCIN, R. et al. Influence of Exercise Order on Electromyographic Activity During Upper

Body Resistance Training. **Journal of Human Kinetics**, v. 44, p. 203–210, 9 dez. 2014.
Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4327372/>>.

SPREUWENBERG, L. P. B. et al. Influence of Exercise Order in a Resistance-Training Exercise Session. **Journal of strength and conditioning research**, v. 20, n. 1, p. 141–144, fev. 2006.

STEELE, J. et al. Clarity in reporting terminology and definitions of set endpoints in resistance training. **Muscle & nerve**, v. 56, n. 3, p. 368–374, 2017.

STEWART, O. J.; PEAT, M.; YAWORSKI, G. R. Influence of resistance, speed of movement, and forearm position on recruitment of the elbow flexors. **American journal of physical medicine**, v. 60, n. 4, p. 165–179, 1981.

TAN, B. Manipulating resistance training program variables to optimize maximum strength in men: a review. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 13, n. 3, p. 289–304, 1999.

VANCE, J. et al. EMG Activity as a Function of the Performer's Focus of Attention. **Journal of motor behavior**, v. 36, n. 4, p. 450–459, dez. 2004.

VIGOTSKY, A. D. et al. Interpreting Signal Amplitudes in Surface Electromyography Studies in Sport and Rehabilitation Sciences. **Frontiers in Physiology**, v. 8, p. 985, 4 jan. 2017. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5758546/>>.

VIITASALO, J. H.; KOMI, P. V. Signal Characteristics of EMG during Fatigue. **European journal of applied physiology and occupational physiology**, v. 37, n. 2, p. 111–121, set. 1977.

VILA-CHA, C. et al. Adjustments in Motor Unit Properties during Fatiguing Contractions after Training. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 44, n. 4, p. 616–624, abr. 2012.

VILACA-ALVES, J. et al. Effects of Pre-Exhausting the Biceps Brachii Muscle on the

Performance of the Front Lat Pull-down Exercise Using Different Handgrip Positions. **Journal of human kinetics**, v. 42, p. 157–163, set. 2014.

WATHEN, D. Exercise order. *Essentials of strength training and conditioning*. T. Baechlet, eds. Champaign, IL: **Human Kinetics**, p. 431–434, 1994.

WEIDER, J.; REYNOLDS, B. **Joe Weider's ultimate bodybuilding**. McGraw-Hill Companies, 1989.

11. ANEXO A – Aprovação do comitê de ética em pesquisa

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Efeito da instrução verbal no recrutamento muscular durante o exercício de remada sentada com e sem pré-exaustão muscular

Pesquisador: Matheus Machado Gomes

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 83879516.7.0000.5659

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE DE SAO PAULO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.940.743

Apresentação do Projeto:

Vide parecer anterior.

Objetivo da Pesquisa:

Vide parecer anterior.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Vide parecer anterior.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Vide parecer anterior.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Vide parecer anterior.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há pendências.

Considerações Finais a critério do CEP:

O projeto encontra-se APROVADO para execução. Pedimos atenção aos seguintes itens:

- 1) De acordo com a Resolução CNS n.º 466/2012, o pesquisador deverá apresentar relatórios semestrais (parciais e final, em função da duração da pesquisa);

Endereço: Avenida Bandeirantes, 3900
Bairro: VILA MONTE ALEGRE **CEP:** 14.040-907
UF: SP **Município:** RIBEIRAO PRETO
Telefone: (16)3315-0494 **E-mail:** cep90@usp.br

Continuação do Parecer: 1.940.743

- 2) Eventuais emendas (modificações) ao protocolo devem ser apresentadas, com justificativa, ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada. Neste caso, o pesquisador deve aguardar nova aprovação do CEP para realizar os procedimentos de acordo com as mudanças solicitadas;
- 3) Sobre o TCLE: caso o termo tenha DUAS páginas ou mais, lembramos que no momento da sua assinatura, tanto o participante da pesquisa (ou seu representante legal) quanto o pesquisador responsável deverão RUBRICAR todas as folhas, colocando as assinaturas na última página;
- 4) Caso haja instituição(ões) coparticipante(s) no projeto, atender a solicitação da carta n.º 0212/CONEP/CNS, de 21 de outubro de 2010.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_847750.pdf	23/02/2017 15:12:39		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_2.docx	23/02/2017 15:11:27	Matheus Machado Gomes	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETOFUJITA.docx	27/12/2016 14:22:49	Rafael Akira Fujita	Aceito
Folha de Rosto	folha_rostoassinada.pdf	27/12/2016 14:19:16	Rafael Akira Fujita	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

RIBEIRAO PRETO, 23 de Fevereiro de 2017

Assinado por:
Carlos Roberto Bueno Júnior
(Coordenador)

12. APÊNDICE A – Termo de consentimento livre e esclarecido

Você está sendo convidado a participar do estudo intitulado “Efeito da instrução verbal na atividade eletromiográfica durante o exercício de remada sentada com e sem pré exaustão muscular”.

A ordem de execução dos exercícios na sessão de treinamento e as instruções fornecidas pelo instrutor são fatores fundamentais para estímulo adequado dos músculos que se deseja treinar. Visando cobrir lacunas na literatura que mostram trabalhos comprovando apenas a efetividade da instrução verbal e da pré exaustão no recrutamento muscular de forma separada, objetivamos avaliar o efeito da instrução verbal no recrutamento muscular durante a realização do exercício de remada fechada nas situações com e sem pré exaustão. Por isso esse estudo está sendo realizado buscando avaliar o efeito da instrução verbal no recrutamento muscular durante a realização do exercício de remada sentada nas situações sem e com pré exaustão. Esta pesquisa não lhe trará nenhum benefício direto, porém, esperamos que ela possa trazer benefícios indiretos, tendo em vista que auxiliará os profissionais da área da saúde a compreenderem melhor o papel da instrução verbal no recrutamento muscular em situações com e sem pré-exaustão muscular.

Portanto, se você concordar em participar do estudo, algumas avaliações serão realizadas. Inicialmente você responderá um questionário com perguntas sobre históricos de lesões ou qualquer problema de saúde que impossibilite sua participação em realizar os exercícios propostos. Em seguida, ocorrerá o teste de quantificação de cargas, no qual você realizará os exercícios de remada sentada e *pull over* após uma simples demonstração de como realizá-los. Com esse procedimento ajustaremos as cargas para que você realize esses mesmos exercícios nos testes. Com as cargas ajustadas, haverá dois dias de coletas de dados com intervalo mínimo de 2 dias e máximo de 7 dias entre eles. Será realizado em cada um dos dias, 2 séries com repetições máximas com 70% da carga máxima encontrada no teste de quantificação de cargas. Durante o teste sensores (eletrodos) serão fixados na sua pele. É um procedimento indolor e permitirá coletar os dados necessários para a pesquisa. Todos os procedimentos dos testes acontecerão no Laboratório de Cineantropometria e Desempenho Humano da Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto na Universidade de São Paulo. Os testes levarão cerca de 1 hora para serem realizados em seus respectivos dias.

Os riscos para participação nesta pesquisa são mínimos e estão relacionados com dor muscular ou desconfortos inerentes à prática de exercícios de musculação. Mesmo assim, durante todo experimento uma pessoa permanecerá ao seu lado para eventual auxílio. Você terá direito a reembolso conforme as leis vigentes no país caso ocorra dano decorrente de sua participação na pesquisa. Além disso, a qualquer momento você poderá pedir para interromper a participação no experimento sem que isso lhe acarrete qualquer prejuízo ou penalização.

A sua participação não é obrigatória. Garantimos que as informações obtidas nessa pesquisa não serão de maneira alguma associadas à sua identidade. Pela sua participação você não receberá

qualquer valor em dinheiro e não terá nenhum tipo de seguro de saúde ou de vida que possa beneficiá-lo. As despesas com transporte serão ressarcidas, caso seja necessário. Caso você aceite participar do estudo deverá assinar este documento de consentimento.

Eu, _____, declaro que estou devidamente esclarecido sobre os procedimentos envolvidos no estudo intitulado “Efeito da instrução verbal na atividade eletromiográfica durante o exercício de remada sentada com e sem pré exaustão muscular” e aceito participar desta pesquisa. Fui informado que os dados do estudo serão utilizados para fins científicos e que minha identidade será mantida em sigilo. Sei que não sou obrigado a participar do estudo, que não terei nenhum prejuízo caso não queira participar e que terei liberdade em retirar meu consentimento a qualquer momento. Estou recebendo uma via deste termo de consentimento. Poderei me informar sobre o andamento do estudo na Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto e sobre dúvidas relacionadas à ética da pesquisa no Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto. Telefone para contato com os pesquisadores: (11) 99163-5023; (16) 3315-0345. Telefone do Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto: (16) 3315-0494.

Ribeirão Preto, _____ de _____ de 2018.

Assinatura do Participante

Prof. Rafael Akira Fujita
Pesquisador Responsável

Prof. Dr. Matheus Machado Gomes
Orientador

13. APÊNDICE B – Ficha de coleta

FICHA DE COLETA

EFEITO DA INSTRUÇÃO VERBAL NA ATIVIDADE ELETROMIOGRÁFICA DURANTE O EXERCÍCIO DE REMADA SENTADA COM E SEM PRÉ EXAUSTÃO MUSCULAR

Prof. Rafael Akira Fujita

Prof. Dr. Matheus Machado Gomes

DATA 1º DIA: ____/____/____

DATA 2º DIA: ____/____/____

DATA 3º DIA: ____/____/____

NOME: _____

DATA DE NASCIMENTO: ____/____/____ IDADE: _____

TELEFONE: _____

ENDEREÇO: _____

MASSA CORPORAL (kg): _____ ESTATURA (cm): _____

LESÃO OSTEOMIOARTICULAR: _____

EXPERIÊNCIA EM MUSCULAÇÃO: _____

TEMPO DE PRÁTICA: _____

1º DIA: TESTE DE QUANTIFICAÇÃO DE CARGA

Aquecimento: 2x12 remada sentada + 2x12 pullover (40% de 1RM – 75% massa corporal)

Cadência 2:2 segundos. (5 minutos de intervalo para começar o teste).

Remada sentada:

Carga:

Repetições:

1RM:

70% 1RM:

40% 1RM:

Pullover:

Carga:

Repetições:

1RM:

70% 1RM:

40% 1RM:

$$1RM \text{ (kg)} = PS \times 100 / (102,78 - 2,78 \times REP)$$

CONTRAÇÃO ISOMÉTRICA VOLUNTÁRIA MÁXIMA

(3 x 5 segundos - 90 segundos de intervalo passivo):

Latíssimo do dorso – remada sentada na máquina

Redondo maior - remada sentada na máquina

Deltoide posterior – abdução horizontal dos ombros no peck deck

Tríceps braquial cabeça longa e lateral - extensão de cotovelo na polia a 90° com pegada pronada em pé

Deltoide anterior – flexão de ombro na polia pegada pronada

Bíceps braquial – flexão de cotovelo a 90° na polia

Aquecimento: 2x12 remada sentada + 2x12 pullover 40%1RM / Cadência 2:2 segundos

(5 minutos de intervalo para começar o teste)

2º DIA: TESTE DE PRÉ EXAUSTÃO MUSCULAR**RANDOMIZADO – Random sequence generator**

* Remada sentada sem instrução verbal e sem pré-exaustão []

- 1 x 70% de 1RM

nº de repetições = ____

20 minutos de intervalo

* Remada sentada sem instrução verbal e com pré-exaustão (pullover) []

- 1 x 70% de 1RM

nº de repetições = ____ pullover

nº de repetições = ____ remada sentada

3º DIA: TESTE DE PRÉ EXAUSTÃO MUSCULAR E INSTRUÇÃO VERBAL**RANDOMIZADO Random sequence generator**

* Remada sentada com instrução verbal e sem pré-exaustão []

- 1 x 70% de 1RM

nº de repetições = ____

20 minutos de intervalo

* Remada sentada com instrução verbal e com pré-exaustão (pullover) []

- 1 x 70% de 1RM

nº de repetições = ____ pullover

nº de repetições = ____ remada sentada

***Instrução verbal:** Concentre-se em estender o ombro, “puxe com as costas”.

***Toque na região alvo**

Ofertada no início de cada tentativa e a cada 3 repetições

O que você entendeu com a instrução verbal?

ANOTAÇÕES

Data: / /

Assinatura do Aluno: _____

Assinatura do Orientador: _____