

ANÁLISE DOS ESTIMADORES DE FADIGA DO ELETROMIOGRAMA DURANTE O TREINAMENTO RESISTIDO DE ELEVADA INTENSIDADE EXECUTADO SOB DIFERENTES INTERVALOS DE SÉRIES

Rayane Maria Pessoa de Souza¹, José Edgley Guimarães Lopes¹
Luana de Moraes Bernardo¹, Renata Gouveia Nunes¹
Marcos Antonio de Araújo Leite Filho¹, Ramon Cunha Montenegro¹
Cybelle de Arruda Navarro Silva², Luís Paulo Nogueira Cabral Borges¹

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi analisar em praticantes de musculação (n=20) os estimadores de fadiga eletromiográficos durante o treinamento resistido, avaliado com diferentes intervalos de séries. Os protocolos foram realizados na Escola de Treinamento Resistido e Laboratório de Fisiologia do Movimento do UNIPÊ, sendo coletados os valores de: massa corporal, estatura, carga máxima (1RM), valor RMS e frequência mediana (f_{med}) do eletromiograma (EMG). Foram avaliados os músculos: quadríceps femoral (vasto lateral - VL), na cadeira extensora e; bíceps braquial (BB), na rosca Scott. Os testes foram executados com 80% de 1RM. Entre as séries, foram avaliados três diferentes intervalos de recuperação: 30, 60 e 90s, com, no mínimo, 48 horas de intervalos entre cada avaliação. A análise do EMG exibiu que o BB, mostrou-se indiferente quanto à variação dos estimadores de fadiga (valor RMS e f_{med}) quando avaliado sob os três intervalos de recuperação, ou seja, os estimadores variaram na mesma proporção em todas as avaliações. Enquanto para o VL, a avaliação realizada com um intervalo de 30s exibiu uma magnitude de variação dos estimadores significativamente maior ($p < 0,05$) do que quando utilizados os intervalos de 60 e 90s, não havendo diferença significativa entre estas últimas. Os dados do presente estudo sugerem que deve-se adotar intervalos de recuperação diferenciados conforme o grupo muscular trabalhado, com as variações dos estimadores de fadiga eletromiográficos sendo indiferentes aos intervalos de descanso (30, 60 e 90s) para o BB, e estando na dependência de curtos (30s) ou longos intervalos (60 e 90s) para o VL.

Palavras-chave: eletromiografia, fadiga muscular, treinamento de resistência

1-Laboratório de Fisiologia do Movimento do Centro Universitário de João Pessoa (UNIPÊ), Laboratório de Avaliação Física (LAF), UNIPÊ/SANNY, João Pessoa-PB, Brasil.
2-Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa-PB, Brasil.

ABSTRACT

Analysis of electromyogram fatigue estimators during the resistant training of high intensity performed under different series intervals

This research is going to analyze in (n=20) bodybuilders the electromyographic fatigue estimators during the resistance training, evaluated with different sets ranges. The protocols were performed at the Resisted Training Center and Physiology Laboratory of the Movement of UNIPÊ and it was collected the values referring to: body mass, height, maximum load (1RM), RMS value and median frequency (f_{med}) electromyogram (EMG). The muscles were: femoral quadriceps (vastus lateral - VL), in the extensor chair and; brachial biceps (BB), on the Scott thread. All tests were performed with 80% of 1RM. Between the series, three different recovery intervals were evaluated: 30, 60 and 90s, with at least 48 hours of intervals between each evaluation. The EMG analysis showed that BB was indifferent to the variation of the fatigue estimators (RMS value and f_{med}) when evaluated under the three recovery intervals, that is, the RMS value and the f_{med} value varied in the same proportion in all the evaluations. While for the VL, the evaluation performed with a 30s interval exhibited a magnitude of variation of the RMS value and of the f_{med} significantly higher ($p < 0.05$) than when using the 60 and 90s intervals, there being no significant difference between these. The data of the present study suggest that differentiated recovery intervals should be adopted according to the muscle group worked, with the variations of the electromyographic fatigue estimators being indifferent to the rest intervals (30, 60 and 90s) for BB, and being depending on short (30s) or long intervals (60 and 90s) for the VL.

Key words: electromyography, muscle fatigue, resistance training

E-mail dos autores:
rayanemariaps@gmail.com
edgley_personal@outlook.com
luanab.morais@hotmail.com
renatagouveianunes@hotmail.com
marcosaraujof@hotmail.com
proframmon_cunha@hotmail.com
cybelle.navarro@hotmail.com
pauloncb08@gmail.com

INTRODUÇÃO

De acordo com Moretti e colaboradores (2009) e Bunout e colaboradores (2009), dentre os exercícios neuromusculares resistidos, o método musculação se destaca por ser capaz de proporcionar melhora da força e resistência muscular, além de manter ou aumentar a massa corporal magra, melhorar a coordenação, o tempo de reação, a velocidade, o equilíbrio, prevenir e tratar lesões e deficiências físicas.

Tais exercícios apresentam como fatores intervenientes a sobrecarga de trabalho, o volume de treinamento (séries, número de séries e número de repetições), a velocidade de movimentação corporal, a amplitude articular, a respiração, o intervalo de descanso entre as sessões de treino e o intervalo de descanso entre as séries (grupo de repetições de movimentos específicos), sendo este último o foco principal de análise do presente estudo.

Simão e colaboradores (2006) verificaram que diferentes intervalos de recuperação podem levar a diferenças nas cargas de execução dos exercícios realizados com membros superiores e inferiores. O intervalo de descanso entre as séries deve ser entendido como o momento de recuperação da musculatura exigida em determinado movimento (exercício) e, conseqüente, reposição do substrato energético.

Valendo-se ressaltar que, são necessários níveis mínimos de substratos energéticos para que a próxima ação muscular (série) possa ser executada com a mesma qualidade e capacidade da anterior, ou pelo menos muito próximo disto. O intervalo de recuperação entre as séries nos exercícios de musculação, quando os treinos são executados em alta intensidade, parece ser em torno de 30 a 90 segundos de descanso, a fim de remover os metabólitos suficientemente para permitir que a próxima série seja executada com qualidade igual ou próxima da série anterior.

Em relação à intensidade de carga no treinamento resistido, Simão e colaboradores (2006) e Gentil (2005), apontam que a sobrecarga adequada pode variar em torno de 80 a 90%, ou de 70 a 80%. Os melhores resultados, quando tratamos de intensidade-hipertrofia, são obtidos quando se aplica sobrecarga tensional, isto é, baixas repetições (3-5) e cargas elevadas (Gentil, 2005;

Marchand, 2003; Simão e colaboradores, 2006).

Entendendo-se que, para cada modelo de prescrição de cargas há diferentes respostas na execução dinâmica e recuperação realizada pelo indivíduo em intervalos diferenciados, a questão base deste estudo é: será que os intervalos de recuperação devem se diferenciar conforme o grupo muscular estimulado em treinamento resistido, a partir da utilização do mesmo percentual de carga máxima?

Assim, o objetivo deste estudo foi analisar o padrão de atividade elétrica muscular do bíceps braquial e quadríceps femoral e o índice de fadiga, através do valor RMS (*Root Mean Square*) e da frequência mediana (f_{med}) do sinal eletromiográfico (EMG), como também o número de repetições, com os grupos musculares submetidos a diferentes intervalos de descanso (30, 60 e 90s) durante o treinamento resistido com 80% da carga máxima.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho caracteriza-se por ser um estudo transversal com dados primários e abordagem quantitativa, de caráter descritivo, visando estabelecer as relações entre variáveis, envolvendo o uso de técnicas padronizadas de coleta de dados (Thomas, Nelson e Silverman, 2012).

O universo da pesquisa foi de estudantes universitários, treinados e praticantes de musculação em academias da cidade de João Pessoa - PB.

A amostra foi composta por 20 indivíduos do sexo masculino, com idade entre 20 e 25 anos, que se encontravam entre um a dois anos ininterruptos de treinamento no método musculação, sendo considerados praticantes no estágio avançado.

Para participação da pesquisa, os indivíduos obedeceram aos seguintes critérios de inclusão: estar, no mínimo, um ano e, no máximo, dois anos, realizando treinamento de musculação para os grupos musculares quadríceps femoral e bíceps braquial; não ter limitação osteomioarticular; não ter ingerido bebida alcoólica nas 48 horas antecedentes aos testes; ter dormido em média oito horas na noite anterior; não ter realizado exercício físico intenso nas 48 horas antecedentes aos testes; não ter feito uso de cigarros ou qualquer tipo de droga que comprometa a função neuromuscular 48 horas antes do treino; ter se

alimentado, no máximo, duas horas antes da coleta; não ter exercitado, no mesmo dia, os grupos musculares a serem exigidos nos testes; e não estar sentindo qualquer tipo de dor nos locais a serem mobilizados.

Todos os participantes foram informados sobre os procedimentos metodológicos e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), informando os possíveis riscos e a utilização das informações obtidas. Além disso, o estudo respeitou os procedimentos de intervenção e preceitos éticos para pesquisa em seres humanos preconizados pela resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde e foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) do Centro Universitário de João Pessoa – UNIPÊ (CAAE: 60965516.5.0000.5176).

Procedimentos

Após a seleção dos participantes, os mesmos foram encaminhados ao Laboratório de Fisiologia do Movimento do Centro Universitário de João Pessoa - UNIPÊ (João Pessoa, Paraíba, Brasil) para mensuração das variáveis antropométricas.

Em seguida, os voluntários compareceram à Escola de Treinamento Resistido do UNIPÊ (ETRES - UNIPÊ), em quatro momentos distintos, para as avaliações e análises desejadas, a saber: dia um - avaliação da força muscular, pelo método da estimativa de uma repetição máxima (1RM), como previsto por Brzycki (1993) e Dias e colaboradores (2005), para os músculos bíceps braquial e quadríceps femoral, o intervalo de avaliação entre os músculos foi de 20 minutos; dias dois, três e quatro - foram coletados os dados referentes ao EMG (valor RMS e f_{med}), e número de repetições de uma série para outra, dos dois músculos estudados, utilizando, em cada dia, um dos três intervalos de descanso propostos (30, 60 e 90s). Todos os quatro dias foram intervalados por, no mínimo, 48 horas.

Em cada dia de coleta (dias dois, três e quatro) os voluntários realizaram um exercício para o bíceps braquial e um para quadríceps femoral, sendo cada exercício composto por três séries, onde cada série foi executada até a falha mecânica, com 80% de 1RM, em uma cadência de quatro segundos na fase concêntrica e quatro segundos na fase excêntrica no movimento (cadência 4040).

O intervalo de repouso dado aos voluntários entre os exercícios executados

para cada músculo analisado, em cada dia de coleta, foi de 20 a 25 minutos.

O músculo bíceps braquial foi testado através da rosca *Scott* (RS) e o quadríceps femoral (vasto lateral) através da cadeira extensora (CE). Foram utilizados para a coleta do EMG eletrodos de Ag/AgCl (Skintact®), com o posicionamento seguindo as recomendações do SENIAM. Para a captação do sinal eletromiográfico foi utilizado o software MiotecSuite® que dispõe de oito canais de entrada, conversão A/D de 16 bits de resolução, frequência de amostragem de 3000 amostras/segundo, amplificação com uma razão de rejeição de modo comum de 126dB. Durante as captações, foram utilizados os filtros *online* passa-alta de 20Hz e passa-baixa de 500Hz.

A análise do comportamento das variáveis do sinal eletromiográfico, valor RMS e f_{med} , foi realizada utilizando-se a média das duas primeiras (da primeira série) e duas últimas (da terceira série) contrações concêntricas do membro dominante, superior e inferior, de cada voluntário, sendo avaliado o percentual de alteração dessas variáveis entre esses dois pontos da escala temporal. Foram selecionadas para análise a mesma época de cada contração. O valor RMS e f_{med} resultantes dos cálculos das médias foi utilizado para plotar a variação total dos estimadores eletromiográficos ao longo de cada exercício.

Para análise estatística, a amostra foi testada quanto à normalidade através do teste de Shapiro-Wilk. Para a análise da f_{med} e do valor RMS, para cada exercício (em relação aos três intervalos avaliados: 30, 60 e 90s), utilizou-se o teste de Bonferrone.

Para o decaimento do número de repetições de cada set utilizou-se o teste de Friedman. Os dados foram analisados a partir do software SPSS versão 22.0, e expressos em gráficos utilizando o software GraphPad Prism 7.0.

RESULTADOS

Os dados foram obtidos de um total de 20 voluntários com média de idade de $23,32 \pm 1,74$ anos, massa corporal $75,35 \pm 7,72$ kg, estatura de $1,73 \pm 0,07$ m, e IMC $25,29 \pm 2,22$ Kg/m². Os dados referentes ao valor RMS e f_{med} apresentaram distribuição normal e variâncias homogêneas, enquanto a análise do número de repetições não apresentou distribuição normal.

As tabelas 1 e 2 trazem a magnitude de queda do número de repetições para os músculos bíceps braquial e vasto lateral. O protocolo de contração isotônica com 80% de 1RM levou a uma queda do número de repetições entre as séries. As médias da magnitude total de queda foram similares para os três intervalos de recuperação avaliados para o bíceps braquial (30s: $6,25 \pm 1,55$ rep.; 60s: $7,00 \pm 2,10$ rep.; e 90s: $7,25 \pm 2,78$ rep.).

Em relação ao vasto lateral, nota-se que o intervalo de descanso de 30s ($3,80 \pm 1,31$ rep.) exibiu uma média da magnitude total de queda ligeiramente maior que os intervalos de 60s ($2,91 \pm 1,51$ rep.) e 90s ($3,03 \pm 1,76$ rep.).

Contudo, não houve diferença estatística na comparação dos decaimentos do número de repetições entre as séries para cada músculo e intervalo de descanso.

Tabela 1 - Queda do número de repetições mensurada durante os três intervalos de descanso avaliados para o bíceps braquial.

Série	Nº de repetições por intervalo de descanso (Média ± DP)		
	30s	60s	90s
1º	$11,00 \pm 3,01$	$10,50 \pm 3,68$	$11,25 \pm 1,98$
2º	$5,50 \pm 2,03$	$3,75 \pm 2,21$	$5,50 \pm 2,25$
3º	$4,75 \pm 1,64$	$3,50 \pm 1,94$	$4,00 \pm 2,67$
Queda total (Média ± DP)	$6,25 \pm 1,55$	$7,00 \pm 2,10$	$7,25 \pm 2,78$

Legenda: DP: Desvio Padrão.

Tabela 2 - Queda do número de repetições mensurada durante os três intervalos de descanso avaliados para o vasto lateral.

Série	Nº de repetições por intervalo de descanso (Média ± DP)		
	30s	60s	90s
1º	$7,64 \pm 1,96$	$8,52 \pm 2,75$	$8,64 \pm 2,94$
2º	$4,93 \pm 1,53$	$6,81 \pm 2,27$	$6,35 \pm 2,26$
3º	$3,84 \pm 1,07$	$5,61 \pm 1,74$	$5,61 \pm 2,14$
Queda total (Média ± DP)	$3,80 \pm 1,31$	$2,91 \pm 1,51$	$3,03 \pm 1,76$

Legenda: DP: Desvio Padrão.

DISCUSSÃO

O presente estudo utilizou os estimadores eletromiográficos (valor RMS e f_{med}) para avaliação da ocorrência da fadiga muscular, os quais refletiram a instalação da fadiga nos três intervalos de descanso utilizados (30, 60 e 90s) para o bíceps braquial e vasto lateral, realizados com intensidade de

carga característica de um treinamento de hipertrofia (80% de 1 RM).

Os resultados apresentados apontam que, independentemente dos intervalos de descanso entre as séries, os exercícios para bíceps braquial mostraram-se indiferentes quanto à instauração e magnitude da fadiga.

Em contrapartida, os resultados para o vasto lateral mostram que intervalos de descanso mais longos (60 e 90s) estão relacionados a uma menor magnitude de variação dos estimadores eletromiográficos para fadiga, como verificado pelo percentual de decaimento da f_{med} e acréscimo do valor RMS, e intervalos de recuperação mais curtos (30s) estão relacionados com percentual de decaimento da f_{med} e acréscimo do RMS em maior magnitude.

Assim, o presente estudo contribui em afirmar que, para os exercícios avaliados, o período de recuperação deve se diferenciar conforme o grupo muscular trabalhado. Os dados obtidos a partir dos estimadores eletromiográficos estão em linha com a magnitude de queda do número de repetições para o vasto lateral, que embora não tenham exibido diferença estatisticamente significativa, apresentaram média ligeiramente maior no número de queda para o intervalo de 30s, quando comparado aos intervalos de 60 e 90s.

Gonçalves (2006), destacou que a fadiga é um processo com relação dependente do tempo e da intensidade da sobrecarga imposta ao sistema neuromuscular. Isso indica que quanto mais intenso o exercício, menos tempo o indivíduo pode suportar.

Segundo West e colaboradores (1995), a diminuição do desempenho em séries de exercícios resistidos pode estar relacionada com a diminuição das concentrações de substratos energéticos como a glicose e de enzimas como a creatinaquinase, bem como pelo acúmulo de metabólicos (lactato, fosfato inorgânico), os quais necessitam de diferentes tempos para recuperar-se após um exercício, e esses aspectos se agravam quando diversas séries são executadas (Simão e colaboradores, 2006).

Para justificar esse acontecimento, devemos considerar, que a determinação do tempo de exercício mantido e, principalmente a quantidade de glicogênio acumulada no músculo é decorrente da carga utilizada (Guyton e Hall, 2012).

Assim, quanto maior a carga, mais intenso é o exercício, aumentando

consideravelmente o consumo de glicose e demais nutrientes, fazendo com que seus estoques se esgotem mais rápido e a produção de energia decaia, reduzindo o tempo de instalação da fadiga.

Embora alguns estudos como os de Claflin (2011) e Sayers e Gibson (2010) tenham evidenciado que o ganho de força é independente da velocidade de execução do exercício, Watanabe e colaboradores (2014), estudando jovens praticantes de musculação, concluíram que o treinamento com uma cadência lenta, 4040, pode aumentar consideravelmente a hipertrofia e a força muscular.

Na presente pesquisa optou-se pela utilização da cadência 4040, essa escolha se deu com o objetivo de manter o músculo sob um maior tempo de tensão mecânica durante as execuções das fases concêntricas e excêntricas. Adicionalmente, essa janela de tempo de 4 segundos de execução de cada fase do exercício facilitou a extração, para análise, da mesma época do EMG em cada uma das repetições.

Observando o comportamento do valor RMS do EMG no presente estudo, o aumento da amplitude do sinal ocorreu nos dois grupos musculares analisados, sendo esse percentual de aumento equivalente nos três intervalos de descanso analisado para o bíceps braquial, e acontecendo com um percentual de acréscimo significativamente maior ($p < 0,05$) para avaliação durante o intervalo de 30s, quando comparado aos intervalos de 60 e 90s, para o vasto lateral. Estudos também descrevem que o aumento desse parâmetro é um indicio de instalação da fadiga muscular (Gonçalves, 2006; Paula, Vale e Dantas, 2006).

O aumento da atividade elétrica muscular registrada pelo RMS é uma resposta fisiológica ao processo de instalação da fadiga.

Silverthorn (2003) relata que as contrações sustentadas exigem a liberação contínua de potenciais de ação que aumentam gradativamente com o transcorrer dessas contrações, e o aumento na taxa de estimulação de uma fibra muscular resulta em somação de suas contrações, o que pode levar à fadiga.

Como mecanismo de compensação fisiológica para manter a mesma carga percentual, próxima ao valor exigido, o sistema nervoso realiza o recrutamento sincrônico, que consiste em recrutar mais fibras musculares e alternar a ativação das unidades motoras.

De modo que, o aumento tempo-dependente da amplitude do sinal eletromiográfico, em função da fadiga muscular, pode ocorrer devido a uma associação de diversos fatores que envolvem o aumento da amplitude do potencial de ação, mudanças na ordem de recrutamento das unidades motoras após os primeiros segundos de contração, o aumento do recrutamento de unidades motoras ou ao aumento das taxas de disparo do neurônio motor (DeVries e colaboradores, 1982; Edwards e Lippold, 1956; Eason, 1960; Gonçalves, 2000; Tarkka, 1984), sendo estes fatores, utilizados como estratégia de compensação da perda da função motora (DeVries, 1968).

A frequência mediana (f_{med}) do EMG é usualmente utilizada para detectar a fadiga muscular, onde o decréscimo dos valores da f_{med} ao longo do tempo indica que os músculos estão passando por este processo (Bandeira, Berni e Rodrigues-Bigaton, 2009; Silva, Fraga e Gonçalves, 2009).

Como verificado no presente estudo, houve uma redução nos valores da f_{med} tanto para os exercícios realizados com o bíceps braquial como para os realizados com vasto lateral, com essa redução acontecendo na mesma proporção para o bíceps nos três intervalos de descanso analisados e acontecendo em proporção significativamente maior ($p < 0,05$) no intervalo de 30s, comparado aos intervalos de 60 e 90s, para o vasto lateral.

A redução da f_{med} comprova a instalação da fadiga (Gonçalves, 2006; Oliveira e colaboradores, 2006; Paula, Vale e Dantas, 2006).

Os indicadores espectrais de fadiga constituem uma proposta de representação mais direta da fadiga muscular do que os parâmetros de amplitude.

O'Sullivan e Schmitz (2004), comprovaram que durante a realização de um exercício exaustivo, se o espectro de frequência não diminui é sinal de que outros grupos musculares estão sendo responsáveis pela execução do exercício, e que o mesmo ocorre se houver uma queda da frequência sem a diminuição da produção de força.

A instalação da fadiga muscular é um processo que altera as funções fisiológicas do sistema neuromuscular, sendo que a condução do estímulo elétrico despolarizante fica comprometido ao longo de uma unidade motora, com esse comprometimento sendo apontado como uma das causas principais

para o deslocamento, em direção as bandas de menor valor, do espectro de frequência do EMG.

Como já citado anteriormente, vemos que este processo é decorrente do aumento na concentração de potássio e resíduos metabólicos como fosfato inorgânico e lactato, alterando a funcionalidade das bombas de sódio e potássio, causando prejuízo na excitabilidade das fibras musculares (Blackwell, Kornat e Heath, 1999; Lind e Petrofsky, 1979).

Sendo assim, os resultados do presente estudo indicam que, quando um exercício é executado sob elevado percentual de 1RM, essas alterações metabólicas acontecem com maior intensidade para o vasto lateral quando este trabalha com curtos intervalos de recuperação (30s), e que não dependem do intervalo de recuperação para os exercícios realizados com o bíceps braquial, provavelmente pelo fato deste último tender a promover um maior acúmulo de metabólitos.

Parâmetros de amplitude e frequência do sinal eletromiográfico, como o valor RMS e a f_{med} , têm sido utilizados para análise da fadiga muscular e para análise do tempo de recuperação (Silva, Fraga e Gonçalves, 2007).

Particularmente para o tempo de recuperação do valor RMS e da f_{med} foram encontrados resultados controversos em relação a estudos anteriores, sendo encontrados em alguns estudos aumentos do RMS e concomitantes diminuições da f_{med} , Ebersole e colaboradores (1999), e em outros estudos diferenças quanto a estes parâmetros, onde o valor RMS pode não se alterar, contrariamente aos parâmetros de frequência, tais diferenças entre os parâmetros eletromiográficos foram verificadas apenas em contrações dinâmicas até a exaustão e que apresentam maiores tempos de recuperação em comparação a estudos que não induzem à exaustão (Clarke, 1971).

Além da contribuição para a ciência da fisiologia neuromuscular, este estudo contribui também para a área prática esportiva, pois os treinamentos, de um modo geral, têm como característica a manutenção de alta intensidade por tempo prolongado, uma vez que para se ter êxito em uma modalidade esportiva, geralmente é necessário manter repetidas ações musculares por períodos prolongados, o que favorece a instauração do processo de fadiga, acarretando em diversas

alterações na função neuromuscular (Lind e Petrofsky, 1979).

Tais alterações têm sido descritas na literatura e podem ter repercussão na magnitude, direção e sentido das forças aplicadas durante o exercício, afetando assim a técnica da prática esportiva e, conseqüentemente o desempenho do executor (Diefenthalerr e Vaz, 2008).

Por fim, os dados do presente estudo indicam que as variáveis eletromiográficas utilizadas para mensuração da fadiga muscular (valor RMS e f_{med}) se comportam de forma similar para o grupo muscular bíceps braquial, submetido ao exercício dinâmico com 80% de 1RM quando avaliado sob intervalos de descanso de 30, 60 e 90s. Diferentemente, o músculo vasto lateral exhibe menor alteração das variáveis eletromiográficas quando os intervalos de descanso são maiores (60 e 90s), enquanto em intervalos de descanso de menor duração (30s) o percentual de alteração das variáveis eletromiográficas é significativamente maior.

Os resultados sugerem que se deve adotar intervalos de recuperação diferenciados conforme o tipo de grupo muscular trabalhado, pois os exercícios para membros inferiores mostraram maior sensibilidade às alterações das variáveis eletromiográficas que são indicativas da instalação da fadiga.

Limitações do estudo

O presente estudo apresenta como limitação o fato dos estimadores eletromiográficos serem medidas indiretas da fadiga muscular.

Este fato pode comprometer uma interpretação mais direta dos resultados.

REFERÊNCIAS

- 1-Bandeira, C.C.A.; Berni, K.C.S.; Rodrigues-Bigaton, D. Análise eletromiográfica e força do grupo muscular extensor do punho durante isquemia induzida. *Revista Brasileira de Fisioterapia*. Vol. 13. Num. 1. 2009. p. 31-37.
- 2-Blackwell, J.R.; Kornat, K.W.; Heath, E.M. Effect of grip span on maximal grip force and fatigue of flexor digitorum superficialis. *Applied Ergonomics*. Vol. 1. Num. 30. 1999. p. 401-405.
- 3-Brzycki, M. Strength Testing - Predicting a One-Rep Max from Repts-to-fatigue. *Journal of*

- Physical Education. Recreation & Dance. Vol. 64. 1993. p. 88-90.
- 4-Bunout, D.; Barrera, G.; De La Maza, P.; Gattas, V.; Hirsch S. Seasonal variation in insulin sensitivity in healthy elderly people. *Nutrition*, Vol. 19. Num. 4. 2003. p. 310.
- 5-Claflin, D.R.; Larkin, L.M.; Cederna, O.S.; Worowitz, J.F.; Alexander, N.B.; Cole, N.M.; Galecki, A.T.; Chen, S.; Nyquist, L.V.; Carlson, B.M.; Faulkner, J.A.; Ashton-Miller, J.A. Effects of high- and low-velocity resistance training on the contractile properties of skeletal muscle fibers from young and older humans. *Journal of Applied Physiology*. Vol. 111. Núm. 4. p.1021-1030. 2011.
- 6-Clarke, D.H. The influence on muscular fatigue patterns of the intercontraction rest interval. *Med Sci Sports*. Vol. 3. Num. 2. 1971. p. 83-88.
- 7-DeVries, H.A. Method for evaluation of muscle fatigue and endurance from electromyographic fatigue curves. *Am. J. Phys. Med.* Vol. 47. Num. 3. 1968. p. 125-135.
- 8-Dias, R.M.R.; Cyrino, E.S.; Salvador, E.P.; Caldeira, L.F.S; Nakamura, F.Y.; Papst, R.R; Bruna, N.; Gurjão, A.L.D. Influência do processo de familiarização para avaliação da força muscular em testes de 1 RM. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. Vol.11. Num. 1. 2005. p.34-38.
- 9-Diefenthalerr, F.; Vaz, M.A. Aspectos relacionados à fadiga durante o ciclismo: uma abordagem biomecânica. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. Vol. 14. Num. 5. 2008. p. 472-477.
- 10-Eason, R.G. Electromyographic study of local and generalized muscular impairment. *J. Appl. Physiol*. Vol. 15. Num. 3. 1960. p. 479-482.
- 11-Ebersole, K.T.; Housh, T.J.; Johnson, G.O.; Evetovich, T.K.; Smith, D.B.; Perry, S.R. EMG responses of the superficial quadriceps femoris muscles. *J. Electromyogr. Kinesiol. Oxford*. Vol. 9. Num. 3. 1999. p. 219-227.
- 12-Edwards, R.G.; Lippold, O.C. The relation between force and integrated electrical activity in fatigued muscle. *J. Physiol*. Vol. 132. Num. 3. 1956. p. 677-681.
- 13-Gentil, P. Bases Científicas do Treinamento de Hipertrofia. Rio de Janeiro. Sprint. 2005.
- 14-Gonçalves, M. Eletromiografia e a identificação da fadiga muscular. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*. Vol. 20. Num. 5. 2006. p. 91-93.
- 15-Gonçalves, M. Limiar de fadiga eletromiográfica. In: Denadai, B. S. Avaliação aeróbia: determinação indireta da resposta do lactato sanguíneo. Rio Claro. Motriz. 2000. Cap. 7. p. 129-154.
- 16-Guyton, A.C.; Hall, J.E. Tratado de Fisiologia Médica. 12ª edição. Rio de Janeiro. Elsevier. 2012.
- 17-Lind, A.R.; Petrofsky, J.S. Amplitude of the surface electromyogram during fatiguing isometric contractions. *Muscle Nerve*. Vol. 2. Num. 4. 1979. p. 257-264.
- 18-Marchand, E.A.A. Melhoras na força e hipertrofia muscular, provenientes dos exercícios resistidos. *Revista Digital*. Buenos Aires. Ano 8. Num. 57. 2003. p. 1-6.
- 19-Moretti, T.; Moretti, M.P.; Moretti, M.; Sakae, D.Y.; Araújo, D. Estado nutricional e prevalência de dislipidemias em idosos. *Arquivos Catarinenses de Medicina*. Vol. 38. Num. 3. 2009. p. 12-16.
- 20-O'Sullivan, S.B.; Schmitz, T.J. Fisioterapia: avaliação e tratamento. 4ª edição. Manole. 2004.
- 21-Oliveira, A.; Gonçalves, M.; Cardozo, A.; Barbosa, F. Exercício rosca bíceps: influência do tempo de execução e da intensidade da carga na atividade eletromiográfica de músculos lombares. *Rev. Port. Cien. Desp*. Vol. 6. Num. 2. 2006. p. 170-178.
- 22-Paula, R.H.; Vale, R.G.S.; Dantas, E.H.M. Relação entre o nível de autonomia funcional de adultos idosos com o grau de fadiga muscular aguda periférica verificado pela eletromiografia. *Fitness & Performance Journal*. Vol. 5. Num. 2. 2006. p. 95-100.
- 23-Sayers, S.P.; Gibson, K.A. Comparison of high-speed power training and traditional slow-speed resistance training in older men and women. *Journal of Strength and Conditioning*

Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

ISSN 1981-9900 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbpex.com.br

Research. Vol. 24. Num. 12. 2010. p.3369-3380.

24-Silva, S.R.D.; Fraga, C.H.W.; Gonçalves, M. Efeito da fadiga muscular na biomecânica da corrida: uma revisão. *Matriz*. Vol. 13. Num. 3. 2007. p. 225-235.

25-Silverthorn, D.U. *Fisiologia Humana: uma abordagem integrada*. 2ª edição. Manole. 2003.

26-Simão, R.; Polito, M.; Miranda, H.; Camargo, A.; Hoeller, H.; Elias, M.; Maior, A.S. Análise de diferentes intervalos entre as séries em um programa de treinamento de força. *Fitness & Performance Journal*. Rio de Janeiro. Vol. 5. Num. 5. 2006a. p. 290-294.

27-Simão, R.; Stenbach, C.; Caceres, J.M.; Viveiros, L.; Maior, A. S. Influência do intervalo entre séries e exercícios no número de repetições e percepção subjetiva de esforço no treinamento de força. *Fitness & Performance Journal*. Rio de Janeiro. Vol. 5. Num. 4. 2006b. p.05-10.

28-Tarkka, I.M. Power spectrum of electromyography in arm and leg muscles during isometric contractions and fatigue. *J. Sports Med. Phys.* Vol. 24. Num. 3. 1984. p. 189-194.

29-Thomas, J.R.; Nelson, J.K.; Silverman, S.J. *Métodos de Pesquisa em Atividade Física*. 6ª edição. São Paulo. Artmed. 2012.

30-Watanabe, Y.; Madarame, H.; Ogasawara, R.; Nakazato, K.; Ishii, N. Effect of very low-intensity resistance training with slow movement on muscle size and strength in healthy older adults. *Clinical Physiology and Functional imaging*. Vol. 34. Num. 6.2014. p. 463-470.

31-West, W.; Hicks, A.; Clements, L.; Dowling, J. The relationship between voluntary electromyogram, endurance time and intensity of effort in handgrip exercise. *Eur J Appl Physiol*. Vol. 71. Num. 30.1995. p. 1-5.

Endereço para correspondência:

Rayane Maria Pessoa de Souza
Rua José Firmino Ferreira, 1020, Jardim São Paulo, João Pessoa, Paraíba, Brasil.
CEP: 58053-022.

Recebido para publicação 18/10/2018

Aceito em 27/01/2019