

RESSALVA

Atendendo solicitação do autor, o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 27/08/2019.

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO HUMANO E
TECNOLOGIAS

GABRIEL DE PAULA LIRA

**ANÁLISE DA ATIVIDADE MUSCULAR EM DIFERENTES
TIPOS DE LEVANTAMENTO TERRA**

Dissertação apresentado ao Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, para a obtenção do título de mestre pelo programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Humano e Tecnologias

Rio Claro
2018

Gabriel de Paula Lira

**ANÁLISE DA ATIVIDADE MUSCULAR EM DIFERENTES TIPOS DE
LEVANTAMENTO TERRA**

Dissertação apresentada ao Instituto de
Biociências do Campus de Rio Claro,
Universidade Estadual Paulista, para a
obtenção do título de Mestre pelo programa de
Pós- Graduação em Desenvolvimento Humano
e Tecnologias.

Orientador: Prof. Dr. Adalgiso C Cardozo

Rio Claro – SP

2018

796.077 Lira, Gabriel de Paula

L768a Análise da atividade muscular em diferentes tipos de levantamento terra / Gabriel de Paula Lira. - Rio Claro, 2018
62 f. : il., figs., gráfs., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Instituto de Biociências de Rio Claro
Orientador: Adalgiso Coscrato Cardozo

1. Esportes - Treinamento técnico. 2. Levantamento terra.
3. Eletromiografia. 4. Fadiga. I. Título.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: ANÁLISE DA ATIVIDADE MUSCULAR EM DIFERENTES TIPOS DE LEVANTAMENTO TERRA

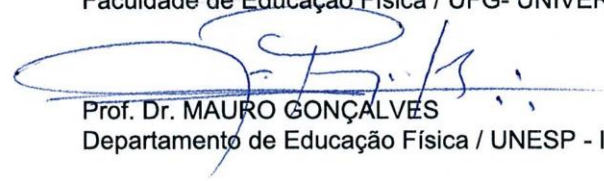
AUTOR: GABRIEL DE PAULA LIRA

ORIENTADOR: ADALGISO COSCRATO CARDOZO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em DESENVOLVIMENTO HUMANO E TECNOLOGIAS, área: TECNOLOGIAS NAS DINÂMICAS CORPORAIS pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. ADALGISO COSCRATO CARDOZO
Departamento de Educação Física / UNESP - Instituto de Biociências de Rio Claro - SP

Prof. Dr. PAULO ROBERTO VIANA GENTIL
Faculdade de Educação Física / UFG- UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS - GO


Prof. Dr. MAURO GONÇALVES
Departamento de Educação Física / UNESP - Instituto de Biociências de Rio Claro - SP

Rio Claro, 27 de fevereiro de 2018

Dedico esse trabalho a minha família, Evilasio Augusto Lira, Margareth Brito de Paula Manssur, Helena de Paula Lira e Eduardo Augusto Schuck Lira, sem o apoio deles nada seria possível, a família sempre será a base para todos conquistas, sempre estarão ao meu lado para o que der e vier.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Adalgiso Coscrato Cardozo, que desde 2012 acreditou e aceitou ser meu orientador em minha primeira iniciação científica, que se estendeu a uma segunda e após ao TCC, o que finalmente gerou este excelente trabalho, o mestrado. Me ensinou muitas coisas importantes, como dar aulas na graduação (estágio docência), e todas as fases que envolvem uma excelente pesquisa acadêmica, independentemente do nível dela, seja Iniciação ou Mestrado, sempre com conversas produtivas e o mais importante, de igual para igual, sem a necessidade de se sobrepor. Muito obrigado “Adal”, por todas essas oportunidades, com toda certeza, são parte do meu crescimento e farão toda diferença em minha atuação.

Aos meus amigos que durante esses 7 anos que estive na UNESP – RC, participaram da minha vida, cada um do seu jeito, seja nos grupos de trabalhos, em festas, reuniões em Repúblicas/Kits, etc. Em especial a minha segunda e eterna família Rep. Santa Pirikita, que tive o privilégio de morar durante os 7 anos que estive em Rio Claro, sem vocês nada teria sido tão “louco” “top” como tenho a certeza de que foi, em homenagem a essa irmandade: “Quem Dividi, Multiplica!”

Aos companheiros de laboratório, Giovana e Renata, que sempre quando tive dúvidas e recorria a elas, nunca negaram ajudar. A Fernanda e Antônio, que no meu início no laboratório, me ajudaram nos primeiros passos.

Ao Prof. Dr. Mauro Gonçalves, pela oportunidade de participar de seu laboratório, onde tive um enorme aprendizado em uma das mais belas e importantes áreas da Educação Física e ao Prof. Dr. Paulo Gentil, por aceitar participar da banca examinadora e contribuir grandiosamente em nosso trabalho.

Me criticam por ser diferente, mas rio deles por serem todos iguais, e loucos como eu vivem pouco, mas vivem como querem pois não me importa se não houver o amanhã, me deram a vida e não a eternidade...

(Bob Marley)

Nunca me esquecerei de que a normalidade é uma ilusão imbecil e estéril.

(Sérgio Antunes de Freitas)

Veni, vidi, vici. ["Vim, vi e venci"]

(Júlio César)

RESUMO

Diante do grande crescimento de praticantes de atividades físicas resistidas o American College of Sports Medicine (ACSM) recomenda que o treinamento resistido faça parte de um programa de aptidão física para adultos, e o levantamento terra tem sido amplamente utilizado em diversos programas, sendo ele um exercício multiarticular, que também pode ser usado em treinos de cargas submáximas e cargas máximas, em uma variedade de configurações, que necessita de maiores pesquisas e informações para ter um melhor aproveitamento nesta gama de utilidades. Portanto, esse projeto teve como objetivo analisar parâmetros biomecânicos relacionados aos músculos de indivíduos que realizaram três estilos de levantamento terra (Convencional, Sumô, Hexagonal). Nesse estudo participaram 24 voluntários, sendo 14 do sexo masculino e 10 do sexo feminino, com idade entre 18 e 35 anos, sendo que os 24 executaram todos os três tipos de levantamento terra. Como critério de inclusão, os voluntários tinham que ter pelo menos 2 anos de experiência em exercícios resistidos. Os voluntários realizaram avaliações para uma coleta de dados eletromiográficos, onde foram analisados seis músculos diferentes, sendo eles o músculo Gastrocnêmio Medial, Tibial Anterior, Bíceps Femoral, Vasto Medial, Multífido Lombar e Reto Abdominal, com e sem a inclusão da fadiga. Para avaliarmos essa fadiga, os candidatos realizaram 12 repetições máximas (12 R.M), sendo assim iremos comparar os valores da média das três primeiras repetições com o valor da média das últimas três repetições. Após a verificação da normalidade e homogeneidade dos dados foi selecionada a análise estatística adequada para a comparação e correlação das variáveis, sendo adotado nível de significância de $\alpha < 0,05$. Como resultados temos para os homens, sem a fadiga, que o estilo Hexagonal ativou mais VM do que o Convencional, e o estilo Sumô ativou mais o BF do que o Hexagonal, já com fadiga, o BF e o ML aumentaram sua ativação nos três estilos. Para as mulheres sem a fadiga, o estilo Sumô teve maior ativação do TA em relação ao Convencional, já com a inclusão da fadiga, o TA se mostra menos ativo nos três estilos e o RA e ML acabaram aumentando sua ativação em todos os estilos. Na Co-Contração sem fadiga, os homens tiveram uma maior ativação de TA/GM e VM/BF no estilo sumo em relação ao Hexagonal, quando com fadiga, as mesmas relações, aumentaram sua ativação para os três estilos e RA/ML aumentou para os estilos Convencional e Hexagonal apenas. Já para as mulheres, quando sem fadiga, a relação TA/GM no estilo Sumô teve maior ativação em relação ao Hexagonal, e quando com fadiga, a mesma relação, teve aumento em sua ativação nos estilos Sumô e Hexagonal. Em vista das várias diferenças encontradas entre as variáveis propostas neste estudo, podemos verificar a efetividade na utilização destes como estratégia na implementação em programas de treinamento e de reabilitação física.

Palavras-chave: Levantamento Terra, Eletromiografia, Fadiga

ABSTRACT

Faced with the great growth of practicing resisted physical activity, the American College of Sports Medicine (ACSM) recommends that resistance training be part of a physical fitness program for adults, and the deadlift has been widely used in other programs, being a multi-joint exercise, which can also be used in training of body, submaximal and maximum loads, in a variety of requirements, which requires more research and information for a better use in this range of utilities. Therefore, this project aimed to analyze biomechanical parameters related to the muscles of individuals who performed three styles of ground survey (Conventional, Sumo, Hexagonal). In this study 24 volunteers participated, being 14 males and 10 females, aged between 18 and 35 years, all 24 of them performing all three types of soil survey. As an inclusion criterion, volunteers had to have at least 2 years of experience in resistance exercises. The volunteers performed evaluations for an electromyographic data collection, in which six different muscles were analyzed: the Medial Gastrocnemius muscle, Anterior Tibial muscle, Femoral Biceps, Vasto Medial, Lumbar Multifido and Abdominal Straight, with and without the inclusion of fatigue. To evaluate this fatigue, the candidates performed 12 maximal repetitions (12 R.M), so we will compare the values of the average of the first three repetitions with the value of the average of the last three repetitions. After checking the normality and homogeneity of the data, we selected the appropriate statistical analysis for the comparison and correlation of the variables, being adopted a level of significance of $\alpha < 0.05$. As results we have for men, without the fatigue, that the Hexagonal style activated more VM than the Conventional one, and the Sumo style activated more the BF than the Hexagonal, already with fatigue, the BF and ML increased their activation in the three styles. For women without fatigue, the Sumo style had greater activation of the TA than the Conventional one, since with the inclusion of fatigue, the TA was less active in all three styles and the RA and ML increased their activation in all styles. In the Co-Contraction without fatigue, the men had a greater activation of TA / GM and VM / BF in sumo style in relation to the Hexagonal, when with fatigue, the same relations, increased their activation for the three styles and RA / ML increased for Conventional and Hexagonal styles only. For women, when without fatigue, the TA / GM relationship in the Sumo style had greater activation in relation to Hexagonal, and when with fatigue, the same relation, there was an increase in its activation in Sumo and Hexagonal styles. In view of the various differences found between the variables proposed in this study, we can verify the effectiveness in the use of these as strategy in the implementation in training programs and physical rehabilitation.

Keywords: Deadlift, Electromyography, Fatigue

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Barra Reta.....	29
Figura 2 - Barra Hexagonal (A: vista superior; B: vista lateral)	29
Figura 3 – Anilhas utilizadas no estudo	30
Figura 4 - Levantamento Terra Convencional (A = vista frontal / B = vista lateral)	31
Figura 5 - Levantamento Terra Sumô (A = vista frontal / B = vista lateral)	32
Figura 6 - Levantamento Terra Hexagonal (A = vista frontal / B = vista lateral)	32
Figura 7 – Valor do Root Mean Square (RMS) para o músculo Tibial Anterior (TA), do grupo dos Homens e Mulheres, para os estilos Convencional, Sumô e Hexagonal, sem e com fadiga (A = Homem / B = Mulher).....	35
Figura 8 – Valor do Root Mean Square (RMS) para o músculo Gastrocnêmio Medial (GM), do grupo dos Homens e Mulheres, para os estilos Convencional, Sumô e Hexagonal, sem e com fadiga (A = Homem / B = Mulher).....	36
Figura 9 – Valor do Root Mean Square (RMS) para o músculo Vasto Medial (VM), do grupo dos Homens e Mulheres, para os estilos Convencional, Sumô e Hexagonal, sem e com fadiga (A = Homem / B = Mulher).....	37
Figura 10 – Valor do Root Mean Square (RMS) para o músculo Bíceps Femoral (BF), do grupo dos Homens e Mulheres, para os estilos Convencional, Sumô e Hexagonal, sem e com fadiga (A = Homem / B = Mulher).....	37
Figura 11 – Valor do Root Mean Square (RMS) para o músculo Reto Abdominal (RA), do grupo dos Homens e Mulheres, para os estilos Convencional, Sumô e Hexagonal, sem e com fadiga (A = Homem / B = Mulher).....	38
Figura 12 – Valor do Root Mean Square (RMS) para o músculo Multífido Lombar (ML), do grupo dos Homens e Mulheres, para os estilos Convencional, Sumô e Hexagonal, sem e com fadiga (A = Homem / B = Mulher).....	39
Figura 13 – Valor do Root Mean Square (RMS) para a Co-Contração Tibial Anterior/Gastrocnêmio Medial (TA/GM) do grupo dos Homens e Mulheres, para os estilos Convencional, Sumô e Hexagonal, sem e com fadiga (A = Homem / B = Mulher)	39
Figura 14 – Valor do Root Mean Square (RMS) para a Co-Contração Vasto Medial/Bíceps Femoral (VM/BF) do grupo dos Homens e Mulheres, para os estilos Convencional, Sumô e Hexagonal, sem e com fadiga (A = Homem / B = Mulher). ..	40

Figura 15 – Valor do Root Mean Square (RMS) para a Co-Contração Reto Abdominal/Multífido Lombar (RAb/ML) do grupo dos Homens e Mulheres, para os estilos Convencional, Sumô e Hexagonal, sem e com fadiga (A = Homem / B = Mulher)41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados antropométricos dos participantes.	34
Tabela 2 - Cargas utilizada em 12 RM em cada estilo de levantamento	34

LISTA DE SIGLAS

ACSM	American College of Sports Medicine
R.M	Repetições Máximas
AAU	União Atlético Amadora
EMG	Eletromiografia
CVM	Contração Voluntária Máxima
RMS	Root Mean Square
TA	Tibial Anterior
GM	Gastrocnêmio Medial
VM	Vasto Medial
BF	Bíceps Femoral
ML	Multífido Lombar
RAb	Reto Abdominal
CM	Centrímetros
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
KG	Quilogramas
IMC	Índice de Massa Corporal

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1	Levantamento Terra.....	15
2.2	Eletromiografia no Levantamento Terra.....	16
3	JUSTIFICATIVA	26
4	OBJETIVOS	27
4.1	Objetivo Geral.....	27
4.2	Objetivos Específicos.....	27
5	MATERIAL E MÉTODOS.....	28
5.1	Amostra	28
5.2	Equipamentos.....	28
5.2.1	Eletromiografia	28
5.2.2	Barras e anilhas.....	29
5.3	Sistemática para coleta de dados	30
5.4	Análise de dados	33
5.5	Análise estatística.....	33
6	RESULTADOS.....	34
7	DISCUSSÃO	42
8	CONCLUSÃO	46
9	LIMITAÇÕES PARA O ESTUDO	47
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
	Apêndices.....	55
	Anexos	59

1 INTRODUÇÃO

Um crescimento demasiado a procura pelo treinamento resistido fez com que se buscasse um maior conhecimento sobre as técnicas aplicáveis nos variáveis tipos de exercícios. O American College of Sports Medicine (ACSM) recomenda que o treinamento de resistência faça parte de um programa de aptidão física para adultos (ACSM, 1998).

Com recomendações de pelo menos uma série de oito a 10 exercícios para os principais grupamentos musculares, com frequência de duas a três vezes por semana, possuindo uma quantidade de oito a 12 repetições, isso para os adultos (ACSM, 1998). Em publicações recentes (ACSM, 2002), o ACSM mostrou melhores detalhes e informações sobre o treinamento resistido e suas variáveis, porém ainda tendo informações incompletas e/ou contraditórias.

O levantamento terra teve seu início na América do Norte, quando era utilizado nos programas de treinamento de atletas de futebol americano (PULLO, 1992; FLECK e KREMER, 1999), na época era conhecido com um dos três levantamentos básicos (Agachamento, Supino e Levantamento Terra), que nos últimos 30 anos ganharam muita popularidade e assim além de serem utilizados nas competições passaram a ser muito utilizados em salas de academias (musculação).

O levantamento terra é um exercício multiarticular amplamente utilizado em treinamentos resistidos, com cargas submáximas e cargas máximas, em uma variedade de configurações como por exemplo o estilo convencional, estilo sumô, barra hexagonal e também com a utilização de halteres, que necessita de maiores pesquisas e informações para ter um melhor aproveitamento nesta gama de variações, para seus devidos objetivos.

O exercício exige que o levantador segure uma barra no nível do solo em uma posição de agachamento e eleve a carga por meio da extensão dos tornozelos, joelho, quadril (SWINTON et al 2011).

Para entender a complexidade deste movimento, é necessária uma observação e análise de todas suas dificuldades, a qual começa com uma avaliação do padrão de movimento específico sendo, esse padrão, nada mais do que uma série de movimentos anatômicos com elementos em comum. Sendo o levantamento terra, considerado um movimento de elevação e puxada (DELONG, 2005).

As principais musculaturas que estão ativas no levantamento terra são os músculos quadríceps (vasto medial), isquiotibiais (bíceps femoral), gastrocnêmico medial, tibial anterior e multífido lombar. Tais músculos ativam para que haja uma flexão e extensão correta das articulações envolvidas (tornozelo, joelho e quadril), evitando possíveis lesões e trazendo um ganho maior de performance.

Estudo como do (ESCAMILLA et al 2002), traz apenas informações da eletromiografia de 2 estilos de levantamento terra (Convencional e Sumô), já o estudo de (CAMARA et al 2016) traz de outros dois estilos (Convencional e Hexagonal), mas nenhum compara os 3 estilos no mesmo estudo, com a mesma sistemática de coleta, o que gera uma defasagem em informações para a utilização pratica destas técnicas de levantamento terra. Também não inserem a fadiga em seus testes, sendo que no meio do treinamento resistido, técnicas de fadiga são muito utilizadas, o que torna de suma importância ser pesquisada para maior conhecimento, além da questão de utilizar os gêneros (homem e mulher), já que atualmente os dois praticam treinamentos resistidos e é interessante termos informações específicas sobre cada individualidade.

Sabendo destas defasagens, torna-se mais seguro sabermos melhor como cada estilo tem sua ação, pois sabendo quais músculos estão mais ativos na opção escolhida, você pode evitar o esforço desnecessário em regiões que já tenha lesionado ou que esteja sentindo algum desconforto. Também entra a situação de eficiência, que no caso de atletas isso se torna de grande importância, sabendo que cada pessoa tem suas individualidades, muitas vezes as mesmas possuem maior desempenho em certos grupamentos musculares, sabendo qual estilo ativa mais esses grupamentos, torna-se possível utilizar o melhor estilo para uma maior performance.

8 CONCLUSÃO

Assim podemos concluir que para os homens, em um treinamento sem utilizar a fadiga, é melhor utilizar o estilo Hexagonal do que o Convencional para ativar o músculo Vasto Medial e o estilo Sumô do que o Hexagonal para ativar o Bíceps Femoral, já em um treinamento com fadiga, o Bíceps Femoral e o Multífido Lombar serão músculos que vão aumentar sua ativação nos três estilos. Para as mulheres em um treinamento sem a situação de fadiga, é melhor utilizar o estilo Sumô em vez do Convencional para uma maior atuação do Tibial Anterior, já com a inclusão da fadiga, o Tibial se mostra menos ativo nos três estilos e o Reto Abdominal e Multífido Lombar acabaram aumentando sua ativação em todos os estilos.

Para se ter um movimento mais estável no estilo sumo é interessante que os homens deem atenção especial para a relação TA/GM e VM/BF, pois obtiveram maior ativação que o estilo Hexagonal na situação sem fadiga e quando com fadiga, dar atenção para as mesmas relações, só que agora para os três estilos, pois em todos aumentaram sua ativação e atenção na relação RA/ML, para os estilos Convencional e Hexagonal apenas. Já para as mulheres, quando sem fadiga, atenção para a relação TA/GM no estilo Sumô, que teve maior ativação em relação ao Hexagonal, e quando com fadiga, foco na mesma relação, nos estilos Sumô e Hexagonal, que foram os estilos onde a ativação teve aumento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

American College of Sports Medicine. Position Stand: The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*; 30:975-91, 1998.

American College of Sports Medicine. Position Stand: Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*; 34:364-80, 2002.

BASMAJIAN, J and De Luca, CJ. *Muscles alive: Their functions revealed by electromyography*. 5th ed. Baltimore: Williams &Wilkins, 1985.

BEZERRA, E. S., SIMÃO, R., FLECK, S. J., PAZ, G., MAIA, M., COSTA, P. B., & SERRÃO, J. C. Electromyographic activity of lower body muscles during the deadlift and still-legged deadlift. *Journal of Exercise Physiology Online*, 16(3), 30-39. Bird, S., & Barrington, 2013.

BIRD, Stephen; BARRINGTON-HIGGS, Benjamin. Exploring the Deadlift.. *Strength & Conditioning Journal*: April 2010 – Volume 32 – Issue 2 – pp 46-51. Disponível em: <http://journals.lww.com/nsca-scj/Fulltext/2010/04000/Exploring_the_Deadlift.4.aspx>. Acesso em: 02 mar. 2015, 2010.

BROWN, E. W., and K. ABANI. Kinematics and kinetics of the dead lift in adolescent power lifters. *Med. Sci. Sports Exerc*. 17:554–566, 1985

BROWN SH AND MCGILL SM. Co-activation alters the linear versus non-linear impression of the EMG–torque relationship of trunk muscles. *J Biomech* 41, 491–497, 2008.

BURKE, R. “Motor units: anatomy, physiology, and functional organization. *Handbook of Physiology*”, American Physiological Society, v. 2, p. 345-422, 1981.

BUSSE ME, WILES CM, VAN DEURSEN WM. Muscle co-activation in neurological conditions. *Phys Ther Rev*. 10(4):247–53.10.1179/108331905X78915, 2005.

CAMARA, K.D., J.W. COBURN, D.D. DUNNICK, L.E. BROWN, A.J. GALPIN, AND P.B. COSTA. An examination of muscle activation and power characteristics while performing the deadlift exercise with straight and hexagonal barbells. *J Strength Cond Res* 30: 1183- 1188, 2016

CASILLO, Francesco. *Kinesiological and Anatomical Approach to Deadlift*. 2008. Disponível em: <<http://www.bodybuilding.com/fun/casi4.htm>>. Acesso em: 02 mar.2014.

CHOLEWICKI, J., S. M. MCGILL, and R. W. NORMAN. Lumbar spine loads during the lifting of extremely heavy weights. *Med. Sci. Sports Exerc*. 23:1179 –1186, 1991.

CHOLEWICKI, J., and S. M. MCGILL. Lumbar posterior ligament involvement during extremely heavy lifts estimated from fluoroscopic measurements. *J. Biomech.* 25:17–28, 1992.

CHRISTENSEN, H. et al. Intramuscular and surface EMG power spectrum from dynamic and static contractions. *J. Electromyogr. Kinesiol.* 5(1):27-36, 1995.

CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE LEVANTAMENTOS BÁSICOS. Livro de Regras Técnicas. São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://www.powerlifting-ipf.com/rulescodesinfo/technical-rules.html>> Acesso em: 05 dez 2017

CORCOS DM, GOTTLIEB GL, PENN RD, MYKLEBUST B, AGARWAL GC. Movement deficits caused by hyperexcitable stretch reflexes in spastic humans. *Brain* (1986) 109(Pt 5):1043–58.10.1093/brain/109.5.1043, 1986.

CORCOS DM, AGARWAL GC, FLAHERTY BP, GOTTLIEB GL. Organizing principles for single-joint movements. IV. Implications for isometric contractions. *J Neurophysiol.* 64(3):1033–42, 1990.

COUTINHO, M. Powerlifting: de volta ao básico. São Paulo: Editora Phorte, 2011.

DARAINY M, OSTRY DJ. Muscle cocontraction following dynamics learning. *Exp Brain Res.* 190(2):153–63.10.1007/s00221-008-1457-y, 2008.

DARLING, W. G., COOKE, J. D., and BROWN, S. H. Control of simple arm movements in elderly humans. *Neurobiol Aging*, 10(2), 149-157, 1989.

DAVIS, J.M. BAILEY, S.P. Possible mechanisms of central nervous system fatigue during exercise. *Med Sci Sports Exerc*, 29: 45-57, 1997.

DELONG, T, H. The effects of the trunk, arm, thigh and shank lengths on the initial lift-off position of the deadlift movement. 2005. 105 f. A Thesis Doctorate in kinesiology – Department of kinesiology, California State University, Long Beach.

DeVRIES, H.A. et al. The relation between critical power and neuromuscular fatigue as estimated from electromyographic data. *Ergonomics.* 25(9): 783-791, 1982.

DELAGI, E. F. et al. Anatomic Guide for the Eletromyographer. Springfield, Illinois, USA: Charles C. Thomas Publisher, 2005.

EDWARDS, R.H.T. Human muscle function and fatigue. Londres. Edic. Whelan, 82:1-18, 1981.

ENOKA, R. M. Bases neuromecânicas da cinesiologia. 2.ed. São Paulo: Manole, 2000.

ENOKA RM, STUART DG. Neurobiology of muscle fatigue. *J Appl Physiol.* 72:1631-1648, 1992.

ESCAMILLA, R. F., A. C. FRANCISCO, G. S. FLEISIG, S. W. BARRENTINE, C. M. WELCH, A. V. KAYES, K. P. SPEER, and J. R. ANDREWS. A three-dimensional

biomechanical analysis of sumo and conventional style deadlifts. *Med. Sci. Sports Exerc.*, Vol. 32, No. 7, pp. 1265–1275, 2000.

ESCAMILLA, R. F., T. M. LOWRY, D. C. OSBAHR, and K. W. SPEER. Biomechanical analysis of the deadlift during the 1999 Special Olympics World Games. *Med. Sci. Sports Exerc.* 33:1345–1353, 2001.

ESCAMILLA, R. F., A. C. FRANCISCO, A. V. KAYES, K. P. SPEER, and C. T. MOORMAN, III. An electromyographic analysis of sumo and conventional style deadlifts. *Med. Sci. Sports Exerc.*, Vol. 34, No. 4, pp. 682–688, 2002.

FALCONER K, WINTER DA. Quantitative assessment of co-contraction at the ankle joint in walking. *Electromyogr Clin Neurophysiol.* 25(2–3):135–49, 1985.

FISHER J, BRUCE-LOW S, SMITH D. A randomized trial to consider the effect of Romanian Deadlift exercise on the development of lumbar extension strength. *Phys Ther Spor*, 2012

FITTS, R.H. Mecanismos de fadiga muscular. In: Prova de esforço e prescrição de exercício. American College of Sports Medicine. São Paulo: Revinter, 73-79, 1994.

FLANDERS M, CORDO PJ. Quantification of peripherally induced reciprocal activation during voluntary muscle contraction. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 67(5):389–94.10.1016/0013-4694(87)90001-0, 1987.

FLECK, S. J. KRAEMER, W. J. Fundamentos do treinamento de força muscular. 2ª edição. 1999. Ed. Artmed.

GENTRY, M., D. PRATT, and T. CATERISANO. Introducing the Trap Bar. *Nat. Strength Cond. Assoc. J.* 9(3):54 - 55. 1987.

GRAHAM, J.F. Exercise: Deadlift. *Strength Cond. J.* 22(5):18 - 20. 2000.

GRANATA KP, SLOTA GP and WILSON SE. Influence of fatigue in neuromuscular control of spinal stability. *Hum Factors*46, 81–91, 2004.

GRANHED, H., R. JONSON, and T. HANSSON. The loads on the lumbar spine during extreme weight lifting. *Spine.* 12:146–149, 1987.

GRIBBLE, P. L., MULLIN, L. I., COTHROS, N., & MATTAR, A. Role of cocontraction in arm movement accuracy. *J Neurophysiol*, 89(5), 2396-2405. doi: 10.1152/jn.01020.2002, 2003.

GROVES, B. Powerlifting: levantamentos básicos. São Paulo: Manole Editora, 2002.

HAGBERG, M. The amplitude distribution of surface EMG in static and intermittent static muscular performance. *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.* 40(4):265-272, 1979.

HAMIL, J.; KNUTZEN, K. M. Bases biomecânicas do movimento humano. São Paulo: Manole, 1999.

HARMAN, E. A., P. N. FRYKMAN, E. R. CLAGETT, and W. J. KRAEMER. Intra-abdominal and intra-thoracic pressures during lifting and jumping. *Med. Sci. Sports Exerc.* 20:195–201, 1988.

HARMAN, E. A., R. M. ROSENSTEIN, P. N. FRYKMAN, and G. A. NIGRO. Effects of a belt on intra-abdominal pressure during weight lifting. *Med. Sci. Sports Exerc.* 21:186–190, 1989.

HORTOBAGYI, T., SOLNIK, S., GRUBER, A., RIDER, P., STEINWEG, K., HELSETH, J., and DEVITA, P. Interaction between age and gait velocity in the amplitude and timing of antagonist muscle coactivation. *Gait Posture*, 29(4), 558-564. doi: 10.1016/j.gaitpost.2008.12.007, 2009.

HUANG, H. J., & AHMED, A. A. Older adults learn less, but still reduce metabolic cost, during motor adaptation. *J Neurophysiol*, 111(1), 135-144. doi: 10.1152/jn.00401.2013, 2014.

JARIC S, BLESIC S, MILANOVIC S, RADOVANOVIC M, LJUBISAVLJEVIC M, ANASTASIJEVIC R. Changes in movement final position associated with agonist and antagonist muscle fatigue. *Eur J Appl Physiol.* 80:467-471, 1999.

KIRKENDALL, D.T. Fatigue from voluntary motor activity. In: *Exercise and sport science*. Lippincott Williams & Wilkins, p.97-104, 2000.

KUMAR, S e MITAL, A. Electromiography in ergonomics. UK: Taylor & Francis, 1996.

LAMONTAGNE A, RICHARDS CL, MALOUIN F. Coactivation during gait as an adaptive behavior after stroke. *J Electromyogr Kinesiol.* 10:407–15. doi: 10.1016/S1050-6411(00)00028-6, 2000.

LOCKIE, R.G.; MORENO, M.R.; LAZAR, A.; RISSO, F.G.; TOMITA, T.M.; STAGE, A.A.; BIRMINGHAM-BABAUTA, S.A.; TORNE, I.A.; STOKES, J.J.; GIULIANO, D.V.; et al. The one-repetition maximum mechanics of a high-handle hexagonal bar deadlift compared to a conventional deadlift as measured by a linear position transducer. *J. Strength Cond. Res.* 2017

MAIOR AS, VARALLO AT, MATOSO AGS, et al. Resposta da força muscular em homens com a utilização de duas metodologias para o teste de 1RM. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.* 9(2):177-82, 2007.

MAIOR AS, MENUCCI T, SOARES V, ET AL. Variação da sobrecarga de treinamento no comportamento da força muscular e da percepção subjetiva de dor em mulheres sedentárias. *Rev Medicina.* 41(2):168-76, 2008.

MATON, B. Human motor unit activity during the onset of muscle fatigue in submaximal isometric isotonic contraction. *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.* 46(3):271-281, 1981.

MATTHEW R. HOLMES, JEFFREY R. GOULD, ILANA PEÑA-GONZÁLEZ, ROGER M. ENOKA. Force steadiness during a co-contraction task can be improved with practice, but only by young adults and not by middle-aged or old adults, First published: 14 January 2015, DOI: 10.1113/expphysiol.2014.083741, 2015.

MCARDLE, W.D. KATCH, F.I. KATCH, V.L. Essentials of exercise physiology. Lippincott Williams & Wilkins, 1994.

MCGUIGAN, M. R. M., and B. D. WILSON. Biomechanical analysis of the deadlift. J. Strength Condit. Res. 10:250 –255, 1996.

MERLETTI, R. e PARKER, P. A. Electromyography – Physiology, Engineering, and Noninvasive Applications. USA: IEEE Press Series in Biom. Eng, 2004.

MILLET, G. Y.; LEPERS, R. Alterations of neuromuscular function after prolonged running, cycling and skiing exercises. Sports medicine (Auckland, N.Z.), v. 34, n. 2, p. 105–16, jan. 2004

NAGAI K., YAMADA M., UEMURA K., YAMADA Y., ICHIHASHI N., TSUBOYAMA T. Differences in muscle coactivation during postural control between healthy older and young adults. Arch. Gerontol. Geriatr. 53, 338–343 10.1016/j.archger.2011.01.003, 2011.

NIJEM, R. M., COBURN, J. W., BROWN, L. E., LYNN, S. K., & CICCONE, A. B. Electromyographic and force plate analysis of the deadlift performed with and without chains. Journal of Strength and Conditioning Research, 30(5), 1177-1182. doi:10.1519/JSC.0000000000001351, 2016.

NORDIN, M.; LORENZ, T.; CAMPELLO, M. Biomechanics of tendons and ligaments. In: NORDIN, M.; FRANKEL, V.H. Basic biomechanics of the musculoskeletal system. 3.ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Williams, 2001.

OSU, R., MORISHIGE, K., MIYAMOTO, H., & KAWATO, M. Feedforward impedance control efficiently reduce motor variability. Neurosci Res, 65(1), 6-10. doi: 10.1016/j.neures.2009.05.012, 2009.

PAULETTO, B. Strength Training for Coaches. Champaign, IL.: Leisure Press, 1991.

PEREZ MA, LUNDBYE-JENSEN J AND NIELSEN JB. Task-specific depression of the soleus H-reflex after cocontraction training of antagonistic ankle muscles. *J Neurophysiol* 98, 3677–3687, 2007.

PIZZAMIGLIO S, DESOWSKA A, SHOJAI P, TAGA M, TURNER DL . Muscle co-contraction patterns in robot-mediated force field learning to guide specific muscle group training. NeuroRehabilitation. ;41(1):17-29. doi: 10.3233/NRE-171453, 2017

POWERS, S.K. HOWLEY, E.T. Exercise physiology, theory and application to fitness and performance. Wm. C. Brown Publishers. p.417-426, 1990.

PULLO, F. M. 1992. A profile of NCAA División I strength and conditioning coaches. *Journal of Applied Sport Science Research* 6:55-62 apud FLECK, S. J. KRAEMER, W. J. Fundamentos do treinamento de força muscular. 2ª edição. 1999. Ed. Artmed.

REEVES ND, SPANJARD M, MOHAGHEGHI AA, BALTZOPOULOS V & MAGANARIS CN. The demands of stair descent relative to maximum capacities in elderly and young adults. *J Electromyogr Kinesiol* 18, 218–227, 2008.

REEVES ND, SPANJARD M, MOHAGHEGHI AA, BALTZOPOULOS V & MAGANARIS CN. Older adults employ alternative strategies to operate within their maximum capabilities when ascending stairs. *J Electromyogr Kinesiol* 19, e57–e68, 2009.

SANTOS M, DEZAN V, SARRAF T. Bases metabólicas da fadiga muscular aguda. *Rev Bras Cien Mov.* 11(1):7-12, 2003.

SCHMITZ, A., SILDER, A., HEIDERSCHEIT, B., MAHONEY, J., & THELEN, D. G. Differences in lower-extremity muscular activation during walking between healthy older and young adults. *J Electromyogr Kinesiol*, 19(6), 1085-1091. doi: 10.1016/j.jelekin.2008.10.008, 2009.

SCHWARTZ, F. P. Análise do Comportamento dos Descritores Biomecânicos e Eletromiográficos de Superfície em Exercício Resistido por Dinamometria Isocinética com Produção de Fadiga. Tese de Doutorado em Engenharia Elétrica, Publicação PPGENE.TD- 053/10, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 115p, 2010.

SEIDLER-DOBRIN, R. D., HE, J., & STELMACH, G. E. Coactivation to reduce variability in the elderly. *Motor Control*, 2(4), 314-330, 1998.

SENDON, Marcelo. Análise Cinesiológica do Levantamento Terra. *Revista Musculação e Fitness*: 14 de junho de 2015. Disponível em: <http://www.musculacaoefitness.com.br/analise-cinesiologica-do-levantamento-terra/>. Acesso: 25 set. 2015, 2015

SHEPARD, G. Bigger, Faster, Stronger. 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 93 – 101, 2009

SILVA, S. R. D., FRAGA, C. H. W., GONÇALVES, M. Efeito da fadiga muscular na biomecânica da corrida: uma revisão. *Motriz*, Rio Claro, v.13 n.3 p.225-235, jul./set. 2007.

STOCK, M.S. and B.J. THOMPSON. Sex comparisons of strength and coactivation following ten weeks of deadlift training. *J Musculoskelet Neuronal Interact.* 14(3):387-397, 2014.

SWINTON, P. A., STEWART, A., AGOURIS, I., KEOGH, J. W. L. and LLOYD, R., A biomechanical analysis of straight and hexagonal barbell deadlifts using submaximal loads. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25 (7), pp. 2000-2009, 2011

TERRADOS, N. FERNÁNDEZ, B. Fatiga muscular. In: Fatiga muscular en el rendimiento deportivo. Síntesis, 1997.

THOROUGHMAN, K. A., & SHADMEHR, R. Electromyographic correlates of learning an internal model of reaching movements. *J Neurosci*, 19(19), 8573-8588, 1999.

VAELLESTAD, N.K. Measurement of human muscle fatigue. *J. Neurosci. Methods*. 74(2):219-227, 1997.

VAN ZUYLEN EJ, GIELEN CC, DENIER VAN DER GON JJ. Coordination and inhomogeneous activation of human arm muscles during isometric torques. *J Neurophysiol*. 60(5):1523-48, 1988.

WINTER DA. Biomechanics and motor control of human movement. 2a ed. New York: John Wiley & Sons; 1990.