

COMPORTAMENTO DA FREQUÊNCIA MEDIANA DO SINAL DE ELETROMIOGRAFIA ENTRE OS MÉTODOS AGONISTA/ANTAGONISTA E O TRADICIONAL EM HOMENS EXPERIENTES NO TREINAMENTO DE FORÇA

Wilson Lobabo Souza¹, Adriane Cristina Silva Sousa¹, Caio dos Reis Façanha³
João Carlos Silva Guimarães¹, José Américo Santos Azevedo², Maria Neide Sadala¹
Wollner Materko^{1,2,3}

RESUMO

A proposta do presente estudo foi analisar o comportamento dos valores da frequência mediana (Fmed) do sinal de eletromiografia (EMG) entre os métodos agonista/antagonista (MAA) e o tradicional (MT) em homens experientes no treinamento de força. Tratou-se de um estudo transversal realizado em 12 voluntários com faixa etária entre 18 a 35 anos. No primeiro dia foram encontradas as cargas de 10 repetições máximas (10RM) para cada voluntário nos exercícios: cadeira extensora, mesa flexora, rosca bíceps e rosca tríceps. No segundo dia foram divididos dois grupos, um grupo realizou no primeiro momento uma série do MT e duas horas depois realizou uma série no MAA, o outro grupo fez o inverso, iniciou no MAA e depois de duas horas realizou o MT, e ao final foi feita uma comparação entre os exercícios cadeira extensora e rosca bíceps. Os valores da Fmed do teste na cadeira extensora com carga de 10RM ($101,6 \pm 20,2$ kg) com MT ($78,1 \pm 4,3$ Hz, IC95% 69,7 – 86,5 Hz) e com MAA ($79,1 \pm 3,4$ Hz, IC95% 75,5 – 85,8 RM), não demonstrando diferença significativa ($p = 0,856$). Os valores da Fmed do teste na rosca bíceps com carga de 10RM ($27,5 \pm 5,1$ kg) com MT ($75,6 \pm 0,96$ Hz, IC95% 73,7 – 77,5 Hz) e com MAA ($77,0 \pm 3,1$ Hz, IC95% 70,9 – 83,2 RM), relatando não diferença significativa ($p = 0,640$). A avaliação da Fmed não resultou em diferenças significativas para ambos os exercícios de membros superiores e inferiores, entre os MAA e o MT em homens experientes no treinamento de força.

Palavras-chave: Exercício físico. Eletromiografia. Educação Física. Treinamento.

1 - Laboratório de Fisiologia do Exercício do Curso de Licenciatura em Educação Física da Universidade Federal do Amapá, Macapá, Amapá-AP, Brasil.

2 - Programa de Pós-Graduação em Residência Multiprofissional em Saúde Coletiva da UNIFAP, Amapá-AP, Brasil.

ABSTRACT

Behavior of the median frequency of the electromyography signal between agonist/antagonist and traditional methods in men experienced in strength training

The purpose of this study was to analyze the behavior of the median frequency values (Fmed) of the electromyography (EMG) signal between the agonist/antagonist (MAA) and the traditional (MT) methods in men experienced in strength training. This was a cross-sectional study performed on 12 volunteers aged 18-35 years. In the first day the loads of 10 maximum repetitions (10RM) were found for each volunteer in the exercises: extensor chair, flexor table, biceps curl and triceps curl. In the second day two groups were divided, a group accomplished in the first moment a MT series and two hours later accomplished a series in MAA, the other group did the inverse, it began in MAA and after two hours accomplished the MT, and at the end a comparison between the exercises extensor chair and biceps thread was done. The Fmed values of the extensor chair test with 10RM load (101.6 ± 20.2 kg) with MT (78.1 ± 4.3 Hz, 95%CI 69.7 - 86.5 Hz) and with MAA (79.1 ± 3.4 Hz, 95%CI 75.5 - 85.8 RM), showed no significant difference ($p = 0.856$). The Fmed values of the test in the biceps curl with 10RM load (27.5 ± 5.1 kg) with MT (75.6 ± 0.96 Hz, 95%CI 73.7 - 77.5 Hz) and with MAA (77.0 ± 3.1 Hz, 95%CI 70.9 - 83.2 Hz), reporting no significant difference ($p = 0.640$). Evaluation of Fmed resulted in no significant differences for both upper and lower limb exercises between MAA and MT in men experienced in strength training.

Key words: Exercise. Electromyography. Physical Education. Training.

3 - Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da UNIFAP, Amapá, Brasil.

INTRODUÇÃO

O treinamento de força é um exercício ou conjunto de exercícios com uma combinação nas técnicas e variações de treinamento (Maestroni e colaboradores, 2020), no qual pode induzir adaptações agudas e crônicas, tais como, o aumento da força (Del Vecchio e colaboradores, 2019; Suchomel e colaboradores, 2018), hipertrofia muscular (Schoenfeld e colaboradores, 2017), aumento na resistência muscular (Mendes e colaboradores, 2020; Silva e colaboradores, 2019; Materko e Santos, 2015; Materko e colaboradores, 2010), aumento na potência muscular (Behm e colaboradores, 2015) e na melhoria e promoção da saúde (Sella e colaboradores, 2019).

Apesar de haver diversos métodos do treinamento de força com respaldo científico na literatura, podemos também notar que nas academias, em geral o método mais utilizado é o tradicional que realiza apenas um grupo muscular com séries variadas (Paz e colaboradores, 2014).

Além disso, o método agonista/antagonista ou método de super-set é o método que consiste na realização de dois exercícios sem intervalos, utilizando dois músculos antagônicos (Gomes e colaboradores, 2014; Nobre e colaboradores, 2012), sendo mais eficiente para ganhos de força ou hipertrofia (Nascimento e colaboradores, 2019; Peuckert e Feldmann, 2017; Paz e colaboradores, 2014; Nobre e colaboradores, 2012) e no desempenho atlético (Anjum e colaboradores, 2016; Nelson e colaboradores, 1986) quando comparado ao método tradicional.

Sendo assim, a fim de comprovar a indicação da literatura a respeito do método agonista/antagonista na melhora do desempenho da força muscular quando comparado ao método tradicional.

Na literatura científica relacionada à fisiológica neuromuscular, a inibição recíproca, ou seja, quando os motoneurônios de um músculo recebem impulsos excitatórios que levam à contração muscular, os motoneurônios do músculo oposto recebem sinais neurais, o que torna menos provável que eles sejam estimulados e produzam contração muscular por inibição antagônica (Geertsen e colaboradores, 2008; Crone, 1993).

A Eletromiografia (EMG) é um do método padrão-ouro quantitativo usado para avaliar a evolução da atividade neuromuscular (Viddeleer e colaboradores, 2012).

A Frequência mediana (Fmed) do sinal EMG é definida como a frequência, a qual divide o espectro de potência do sinal em duas regiões de igual potência e pode ser utilizada para a detecção de fadiga muscular fisiológica (Bandeira e colaboradores, 2009) e para classificar os tipos de fibras musculares predominantes (Pizzato e colaboradores, 2007).

O presente estudo justifica-se como auxílio para profissionais que atuam no treinamento de força em propor um método de treinamento de curta duração e com resultados satisfatórios no desempenho da força muscular avaliada pelo equipamento de eletromiografia (EMG) em voluntários homens treinados em diferentes segmentos, o que diferencia dos estudos anteriores (Nascimento e colaboradores, 2019; Peuckert e Feldmann, 2017; Paz e colaboradores, 2014; Nobre e colaboradores, 2012), tornando-se um trabalho original e de grande relevância para o estudo do treinamento neuromuscular.

Neste sentido, a proposta do estudo foi analisar o comportamento dos valores da Fmed do sinal EMG entre os métodos agonista/antagonista e o tradicional em homens experientes no treinamento de força muscular.

MATERIAIS E METODOS

Amostra

Trata-se de um estudo transversal para ser realizado em uma amostra de 12 voluntários do sexo masculino, com faixa etária entre 18 a 35 anos, selecionados aleatoriamente em uma academia de musculação na cidade de Macapá-AP.

Consideram-se como critérios de seleção que os voluntários tivessem, no mínimo, seis meses de experiência em treino de força, que não utilizassem qualquer recurso ergogênico, não apresentassem lesões osteomioarticulares prévias e qualquer sinal ou sintoma sugestivo de doença cardiopulmonar, ou metabólica.

Todos foram previamente instruídos a não realizar exercícios nas 24 horas precedentes, não consumir composto cafeinado (Hallehandre e Materko, 2018; Materko e Santos, 2011) e a manterem-se bem

hidratados ao longo dos testes. Os procedimentos experimentais tiveram início somente após o consentimento verbal e à assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido, conforme aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Instituição pelo número do parecer 1.886.643, e de acordo com a Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde.

Avaliação da Composição Corporal

Foi realizada a medida da estatura num estadiômetro portátil (Sanny, Brasil) com uma variação de 0,2 cm. A gordura corporal relativa e a massa corporal foi estimada por análise de bioimpedância modelo HBF514C (Omron, Brasil) com uma frequência única de 50 KHz gerando uma corrente alternada constante entre 500 mA, para as recomendações para o uso da bioimpedância foram seguidas as recomendações de Lukaski e colaboradores (1986).

Procedimentos experimentais

O estudo foi dividido em dois dias no intervalo de uma semana entre os dias. No primeiro dia foi realizado um teste de familiarização aos protocolos e equipamentos utilizados para os testes, com o objetivo de minimizar as dificuldades impostas durante o teste de força muscular (Materko e colaboradores, 2007).

Posteriormente aos testes de familiarização, à aplicação do protocolo de testes de repetições máximas iniciou-se com um aquecimento de 15 repetições com 40% da massa corporal.

Após três minutos de descanso, foi aplicado o protocolo para identificar a carga de 10 RM dos voluntários nos exercícios propostos, o protocolo consistiu em cinco tentativas com três minutos de intervalo entre elas com ajustes de carga até o voluntário realizar 10 RM em todos os exercícios.

Consequentemente, um intervalo de 5 minutos de recuperação para fazer o teste de 10 RM entre um exercício e outro, já que envolvia mais de um grupamento muscular.

No segundo dia da coleta de dados, após sete dias do primeiro teste foi explicado aos voluntários qual seria a sequência de exercícios para o método tradicional (MT): (1) cadeira extensora da marca Life Fitness (Inglaterra), (2) rosca bíceps na polia baixa da

marca Star Trac (Canadá) e método agonista/antagonista (MAA): (1) mesa flexora da marca Matrix (Taiwan), (2) cadeira extensora Life Fitness (Inglaterra), (3) tríceps na polia alta Star Trac (Canadá), (4) rosca bíceps na polia alta Star Trac (Canadá), com um intervalo de 30 segundos entre os exercícios antagônicos.

Protocolos de teste de força muscular

Foram divididos dois grupos por meio de um sorteio para garantir a aleatoriedade. Com isso, um grupo realizou primeiro momento uma série do método tradicional e duas horas depois realizou uma série no método agonista/antagonista, o outro grupo fez o inverso, iniciou no agonista/antagonista e depois de duas horas realizou o método tradicional, e ao final foi feita uma comparação entre os exercícios cadeira extensora e rosca bíceps. Os exercícios foram realizados com amplitude total do movimento, com três minutos de recuperação e sem controlar a velocidade de execução.

Execução dos Exercícios de Força Muscular

O teste na rosca bíceps na polia baixa partiu da posição em pé em frente ao aparelho com a barra segura em supinação. A execução teve início com a fase concêntrica com a flexão do antebraço e retornando à posição inicial na fase excêntrica.

O teste no tríceps na polia alta partiu da posição em pé em frente ao aparelho, as mãos sobre o puxador, cotovelos ao longo do corpo.

A execução teve início com a fase concêntrica com a extensão do antebraço e retornando à posição inicial na fase excêntrica.

O teste na mesa flexora partiu da posição em decúbito ventral no aparelho, mãos sobre os pegadores, pernas estendidas, tornozelos sob os apoios. A execução teve início com a fase concêntrica, realizando uma flexão simultânea das pernas tentando tocar as nádegas com os calcanhares e retornar à posição inicial na fase excêntrica.

O teste na cadeira extensora partiu da posição sentada e joelhos flexionados, os indivíduos foram orientados a não deslocarem o quadril do apoio nem inclinarem o tronco para frente. A execução teve início com a fase concêntrica, estendendo o joelho ao máximo e retornando à posição inicial, fase excêntrica.

Todas as sessões foram realizadas entre 13h e 16h. Nos intervalos entre as sessões não foram permitidas a realização de exercícios e alimentação, pois poderia interferir nos resultados dos testes.

Aquisição e Processamento do Sinal de Eletromiografia (EMG)

Para mensurar qualitativamente o potencial de ação da musculatura esquelética foi utilizado a eletromiografia (EMG), caracterizada como uma técnica que tem a capacidade de interpretar sinais elétricos em resposta de estímulos voluntários (Barbosa e Gonçalves, 2017). O presente estudo foi utilizado o Miotool 200 USB (Miotec, Porto Alegre, Brasil) eletromiógrafo de superfície e aquisição de dados de quatro canais com 14 bits de resolução, taxa de aquisição por canal de 2000 amostras por segundo com um ganho de 100 em todos os canais e um filtro passa banda com faixa de passagem de 20 Hz a 500 Hz e seis filtros do tipo notch centrados em 60 Hz e seus harmônicos até 480 Hz, e em seguida foi calculado o valor médio quadrático (RMS) normalizado, realçando os picos do sinal com objetivo de obter a envoltória do sinal. A partir do sinal filtrado, foi calculado o espectro de potência pela transformada rápida de Fourier e a frequência mediana (Fmed) do sinal de EMG (Cerqueira e colaboradores, 2013).

Seguindo as recomendações da SENIAM fez-se necessário a limpeza e abrasão na superfície da pele para a coleta de dados e em seguida, o posicionamento dos eletrodos (Loss e colaboradores, 2010).

Os eletrodos de superfície com 20 mm de largura e 10 mm de espessura possuem canais de entrada e rápida de corrente elétrica que foram aderidos na pele com Eletrodo Meditrace 200, após a assepsia do local, o que permitiu a captação da atividade elétrica dos músculos alvos (Barbosa e Gonçalves, 2017), estes eletrodos apresentam sob a cápsula um circuito pré-amplificador com ganho de 100 db.

Após os eletrodos serem calibrados, a atividade elétrica muscular nos exercícios na cadeira extensora com o posicionamento dos eletrodos no reto femoral e o eletrodo referencial posicionado na patela.

No exercício do bíceps braquial os eletrodos foram posicionados na porção longa e o eletrodo referencial posicionado na ulna, em ambos os exercícios os eletrodos foram posicionados no lado esquerdo.

Mediante isso, os eletrodos foram fixados perpendicularmente na região dos músculos já citados anteriormente, tendo um terceiro foi posicionado na região da proeminência óssea, para melhor qualidade do sinal.

Análise estatística

Para determinar a normalidade da distribuição foi utilizado o teste Shapiro-Wilks. A análise estatística dividiu-se em descritiva e inferencial. A primeira foi buscar a definição do perfil do grupo, sendo expressa como média e desvio padrão, além do intervalo de confiança de 95% (IC95%); a segunda foi realizar a inferência a partir da distribuição amostral, a partir disso, foi aplicado o teste t Student para amostras dependentes com a finalidade de avaliar a diferença entre as médias da Fmed para os exercícios da rosca bíceps direta e na cadeira extensora entre os diferentes tipos de métodos de treinamento para cada voluntário, assim como, o erro padrão em torno da média. Foi considerado o valor de $p \leq 0,05$ em todos os testes. Todas as análises foram realizadas no Matlab versão 2020.b (Mathworks, EUA).

RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta as características físicas e antropométricas do grupo de voluntários. A baixa dispersão dos dados devido aos baixos valores de desvio padrão aponta para um grupo bastante homogêneo, confirmando a normalidade da distribuição ao observar o valor p para cada variável.

Tabela 1 - Características antropométricas e físicas dos voluntários.

Variáveis	Média $\pm$ DP	IC95%	Valor p
Idade (anos)	24,8 $\pm$ 5,8	21,0 – 28,5	0,10
Estatuta (cm)	177,1 $\pm$ 5,2	173,8 – 180,5	0,34
Massa corporal (kg)	85,3 $\pm$ 11,9	77,7 – 92,8	0,20
Percentual de gordura (%)	22,2 $\pm$ 5,4	18,8 – 25,7	0,69

DP é o desvio padrão, IC95% é o intervalo de confiança de 95% em torno da média e o valor é baseado no teste de normalidade de Shapiro-Wilks. Fonte: Dados da pesquisa.

Os valores da Fmed do teste na cadeira extensora com carga de 10 RM (101,6 $\pm$ 20,2 kg) com MT (78,1 $\pm$ 4,3 Hz, IC95% 69,7 – 86,5 Hz) e com MAA (79,1 $\pm$ 3,4 Hz, IC95% 75,5 – 85,8 RM), não demonstrando diferença significativa ($p = 0,856$). Os valores da Fmed do teste na rosca bíceps direta com carga de 10 RM (27,5 $\pm$ 5,1 kg) com MT (75,6 $\pm$ 0,96 Hz, IC95% 73,7 – 77,5 Hz) e com MAA (77,0 $\pm$ 3,1 Hz, IC95% 70,9 – 83,2 Hz), relatando não diferença significativa ($p = 0,640$).

DISCUSSÃO

A proposta do estudo foi analisar o comportamento dos valores da Fmed do sinal EMG entre os métodos agonista/antagonista e o tradicional em homens experientes no treinamento de força muscular, entretanto, não houve diferença significativa na energia do espectro de potência entre os métodos supracitados nos exercícios da cadeira extensora e da rosca bíceps.

Paz e colaboradores (2014) realizaram um estudo utilizando o sinal de EMG, no qual participaram 10 voluntários treinados, o que permitiu comparar o MT com três séries no exercício de supino vertical e, logo em seguida, três séries na remada aberta. No MAA foram realizadas três séries pareadas entre o supino vertical e remada aberta, em ambos os protocolos foram adotados dois minutos de intervalo entre as séries, com isso, observou-se que o MAA foi mais eficiente do que o MT ao analisar o volume de treinamento.

No entanto, o presente estudo avaliou de forma aguda uma única série de carga máxima de 10 RM nos exercícios da cadeira extensora e da rosca bíceps, não resultaram diferenças significativas entre os métodos avaliados.

O método agonista/antagonista consiste na realização de dois exercícios sem intervalos, utilizando dois músculos antagônicos (Gomes e colaboradores, 2014; Nobre e colaboradores, 2012), sendo mais eficiente para ganhos de força ou hipertrofia quando comparado ao método tradicional (Nascimento e colaboradores, 2019; Peuckert e Feldmann, 2017; Paz e colaboradores, 2014; Nobre e colaboradores, 2012) e no desempenho atlético (Anjum e colaboradores, 2016; Nelson e colaboradores, 1986).

Cabe apontar que os estudos supracitados avaliaram o desempenho de repetições máximas nos exercícios investigados o que pode resultar em mecanismos mecânicos, contrariando o presente estudo, no qual investigou a energia do espectro de potência da ação neuromuscular, com intuito de estudar a inibição recíproca (Geertsens e colaboradores, 2008; Crone, 1993) pelo processo de fadiga muscular fisiológica (Bandeira e colaboradores, 2009).

É importante a realização de novos estudos comparando os métodos do treinamento de força com outros indicadores do sinal de EMG, diferentes intervalos de recuperação, a influência do sexo, diferentes faixas etárias, comparando o tempo de experiência no treinamento de força e a resposta aguda e crônica do treinamento de força muscular.

Além disso, entre os diferentes objetivos do treinamento de força, entre os números de séries e entre os diferentes exercícios no treinamento de força muscular, constituindo assim maior fundamentação no que diz respeito a comparar o desempenho neuromuscular entre os métodos agonista/antagonista e o tradicional.

CONCLUSÃO

O presente estudo analisou o comportamento da frequência mediana do sinal de EMG com objetivo de detectar o processo de fadiga muscular fisiológica entre os métodos agonista/antagonista e o tradicional nos exercícios rosca bíceps e cadeira extensora, pois o EMG é o equipamento não-invasivo para a aquisição do sinal elétrico muscular, sendo considerado o padrão-ouro na fisiologia neuromuscular.

O resultado apresentado aqui, não resultou em diferenças significativas no comportamento da frequência mediana do sinal de EMG entre os métodos para ambos os exercícios de membros superiores e inferiores em homens experientes no treinamento de força muscular.

CONFLITO DE INTERESSES

Não há conflito de interesses.

REFERÊNCIAS

- 1-Anjum, H.; Amjad, I.; Malik, A.N. Effectiveness of proprioceptive neuromuscular facilitation techniques as compared to traditional strength training in gait training among transtibial amputees. *Journal of College of Physicians and Surgeons Pakistan*. Vol. 26. Num. 6. 2016. p. 503-506.
- 2-Bandeira, C.C.A.; Berni, K.C.S.; Rodrigues-Bigaton, D. Análise eletromiográfica e força do grupo muscular extensor do punho durante isquemia induzida. *Brazilian Journal of Physical Therapy*. Vol. 13. Num. 1. 2009. p. 31-37.
- 3-Barbosa, F. S. S.; Gonçalves, M. Protocolo para a identificação da fadiga dos músculos eretores da espinha por meio da dinamometria e da eletromiografia. *Fisioterapia em Movimento*. Vol. 18. Num. 4. 2017. p. 77-87.
- 4-Behm, D. G.; Muehlbauer, T.; Kibele, A.; Granacher, U. Effects of strength training using unstable surfaces on strength, power and balance performance across the lifespan: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*. Vol. 45. Num. 12. 2015. p. 1645-1669.
- 5-Cerqueira, L. S.; Carvalho, J. F.; Pompeu, F. A. M. S. Eletromiografia do bíceps braquial em contrações dinâmicas. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. Vol. 19. Num. 6. 2013. p. 457-461.
- 6-Crone, C. Reciprocal inhibition in man. *Danish Medical Bulletin*. Vol. 40. Num. 5. 1993. p. 571-581.
- 7-Del Vecchio, A.; Casolo, A.; Negro, F.; Scorcelletti, M.; Bazzucchi, I.; Enoka, R.; Felici, F.; Farina, D. The increase in muscle force after 4 weeks of strength training is mediated by adaptations in motor unit recruitment and rate coding. *The Journal of Physiology*. Vol. 597. Num. 7. 2019. p. 1873-1887.
- 8-Geertsen, S. S.; Lundbye-Jensen, J.; Nielsen, J. B. Increased central facilitation of antagonist reciprocal inhibition at the onset of dorsiflexion following explosive strength training. *Journal of Applied Physiology*. Vol. 105. Num. 3. 2008. p. 915-922.
- 9-Gomes, F. D.; Vieira, W.; Souza, L. M.; Paz, G. A.; Lima, V. P. Desempenho de repetições máximas após facilitação neuromuscular proprioceptiva aplicada nos músculos agonistas e antagonistas. *ConScientiae Saúde*. Vol. 13. Num. 2. 2014. p. 252-258.
- 10-Hallehandre, L.; Materko, W. Efeito placebo no desempenho da força muscular em homens. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*. São Paulo. Vol. 12. Num. 71. 2018. p. 374-379.
- 11-Loss, J. F.; Maurmann, S. B.; Soares, D. P.; Moraes, L. F.; Souza Castro, F. A. Função do bíceps braquial durante flexão de cotovelo com rádio-ulnar em pronação. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*. Vol. 31. Num. 2. 2010. p. 31-44.
- 12-Lukaski, H. C.; Bolonchuk, W. W.; Hall, C. B.; Siders, W. A. Validation of tetrapolar bioelectrical impedance method to assess human body composition. *Journal of Applied Physiology*. Vol. 60. Num. 4. 1986. p. 1327-1332.
- 13-Maestroni, L.; Read, P.; Bishop, C.; Papadopoulos, K.; Suchomel, T. J.; Comfort, P.; Turner, A. The benefits of strength training on musculoskeletal system health: practical applications for interdisciplinary care. *Sports Medicine*. Vol. 50. Num. 8. 2020. p. 1431-1450.

- 14-Materko, W.; Santos, E. L. Prediction of one repetition maximum strength (1RM) based on a submaximal strength in adult males. *Isokinetics and Exercise Science*. Vol. 17. Num. 4. 2009. p. 189-195.
- 15-Materko, W.; Duarte, M.; Santos, E. L.; Junior, H. S. Comparação entre dois sistemas de treino de força no desenvolvimento da força muscular máxima. *Motricidade*. Vol. 6. Num. 2. 2010. p. 5-13.
- 16-Materko, W.; Santos, E. L. Efeito agudo da suplementação da cafeína no desempenho da força muscular e alterações cardiovasculares durante o treinamento de força. *Motricidade*. Vol. 7. Num. 3. 2011. p. 29-36.
- 17-Materko, W.; Santos, E. L. Comportamento da força muscular e o ciclo circalunar. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*. São Paulo. Vol. 9. Num. 52. 2015. p. 159-165.
- 18-Mendes, H. L.; Reis Façanha, C. C.; Gomes, C. R. M.; Fernandes, D. F.; Materko, W. Influência de diferentes intervalos de recuperação entre as séries para exercícios de membros superiores e inferiores, em homens experientes em treinamento de força muscular. *Biomotriz*. Vol. 14. Num. 1. 2020. p. 55-64.
- 19-Nascimento, C. E. R.; Silva, J. B.; Paz, G. A.; Gomes, F.D.; Souza Vale, R. G.; Nunes, R. A.; Lima, V. P. Efeito subsequente do treinamento de facilitação neuromuscular proprioceptiva nos antagonistas na força dos agonistas em séries múltiplas. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*. São Paulo. Vol. 13. Num. 83. 2019. p. 383-388.
- 20-Nelson, A. G.; Chambers, R. S.; McGown, C. M.; Penrose, K. W. Proprioceptive neuromuscular facilitation versus weight training for enhancement of muscular strength and athletic performance. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. Vol. 7. Num. 5. 1986. p. 250-253.
- 21-Nobre, M.; Figueiredo, T.; Simão, R. Influência do método agonista-antagonista no desempenho do treinamento de força para membros inferiores. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*. São Paulo. Vol. 4. Num. 22. 2012. p. 397-401.
- 22-Paz, G. Efeito do método agonista-antagonista comparado ao tradicional no volume e ativação muscular. *Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde*. Vol. 19. Num. 1. 2014. p. 54-54.
- 23-Peuckert, E. W. B.; Feldmann, L. R. A. Efeito agudo do método agonista/antagonista sobre o número de repetições no movimento de flexão do joelho com carga de 10 RMs. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*. São Paulo. São Paulo. Vol. 11. Num. 67. 2017. p. 478-484.
- 24-Pizzato, L.M.; Arakaki, J. C.; Vasconcelos, R. A.; Sposito, G. D. C.; Oliveira, A. S. D.; Paccola, C. J.; Grossi, D. B. Análise da frequência mediana do sinal eletromiográfico de indivíduos com lesão do ligamento cruzado anterior em exercícios isométricos de cadeia cinética aberta e fechada. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. Vol. 13. Num. 1. 2007. p. 1-5.
- 25-Schoenfeld, B. J.; Grgic, J.; Ogborn, D.; Krieger, J. W. Strength and hypertrophy adaptations between low-vs. high-load resistance training: a systematic review and meta-analysis. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. Vol. 31. Num. 12. 2017. p. 3508-3523.
- 26-Sella, F. S.; McMaster, D. T.; Beaven, C. M.; Gill, N. D.; Hébert-Losier, K. Match demands, anthropometric characteristics, and physical qualities of female rugby sevens athletes: a systematic review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 33, n. 12, p. 3463-3474. 2019.
- 27-Silva, C. L. A.; Reis, C. C. F.; Belfort, D. R.; Materko, W. Efeito do alongamento no desempenho na força e de resistência muscular em homens experientes em treinamento de força. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*. São Paulo. Vol. 13. Num. 85. 2019. p. 831-837.
- 28-Suchomel, T. J.; Nimphius, S.; Bellon, C. R.; Stone, M. H. The importance of muscular strength: training considerations. *Sports Medicine*. Vol. 48. Num. 4. 2018. p. 765-785.

29-Viddeleer, A. R.; Sijens, P. E.; van Ooyen, P. M.; Kuypers, P. D.; Hovius, S. E.; Oudkerk, M. Sequential MR imaging of denervated and reinnervated skeletal muscle as correlated to functional outcome. Radiology. Vol. 264. Num. 2. 2012. p. 522-530.

Autor Correspondente:

Prof. Wollner Materko.

wollner.materko@gmail.com

Laboratório de Fisiologia do Exercício do Curso de Licenciatura em Educação Física da Universidade Federal do Amapá.

Rod. Juscelino Kubitschek de Oliveira - Km 02. Jardim Marco Zero, Campus Marco Zero, Macapá-AP, Brasil.

CEP: 68903-419

Tel: +55 (96) 3312-1730.

Recebido para publicação em 27/12/2021

Aceito em 06/03/2022