

ÍNDICE DE CO-CONTRAÇÃO DOS MÚSCULOS BÍCEPS BRAQUIAL E TRÍCEPS BRAQUIAL DURANTE A REALIZAÇÃO DO EXERCÍCIO DE APOIO SOBRE O SOLO

Éber Cardozo

Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, Rio Grande do Sul.

Marcelo La Torre

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul.

Matias Noll

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul.

Fabiana Chaise

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul.

William Pegorini

Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, Rio Grande do Sul.

Cláudia Tarragô Candotti

Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, Rio Grande do Sul.

Resumo: O objetivo deste estudo foi comparar o índice de co-contração muscular dos músculos bíceps braquial e tríceps braquial em indivíduos praticantes e não praticantes de exercício físico regular durante a realização do exercício de apoio de frente sobre o solo. A amostra foi constituída por vinte indivíduos do sexo masculino, sendo destes divididos em praticantes (n=10) e não praticantes (n=10) de exercícios físicos regulares. O protocolo de avaliação consistiu em realização (1) de duas contrações voluntárias máximas isométricas dos músculos bíceps braquial e tríceps braquial e (2) de dez repetições do exercício de apoio de frente sobre o solo, sendo simultaneamente coletado o sinal eletromiográfico (EMG). A análise do sinal EMG foi realizada utilizando o envelope RMS. Para análise estatística, o índice de co-contração muscular médio obtido durante a realização do exercício de apoio de frente sobre o solo foi submetido a uma *Anova One-Way*, com fator grupo, para verificar as diferenças entre os grupos ($\alpha=0,05$). Os resultados durante a realização do exercício de apoio de frente sobre o solo demonstraram um maior índice de co-contração para o grupo não praticante de exercício físico regular ($p=0,01$).

Palavras-chaves: Contração muscular. Eletromiografia. Esforço Físico.

Introdução

Na busca por hábitos de vida mais saudáveis, o treinamento de força (TF) surge como uma opção de exercício físico (KRAEMER; RATAMESS, 2004), podendo ser definido como uma metodologia de treinamento que busca o desenvolvimento da capacidade força (GUEDES Jr., 2007), a qual pode ser relacionada a uma melhora da qualidade de vida, a prevenção de doenças crônico-degenerativas, a melhoria do desempenho nas atividades da

vida diária, ao tratamento não medicamentoso de algumas doenças, entre outros benefícios (BIRD et al., 2005; HASS et al., 2001; ACSM, 2003; BERNHARDT et al., 2001; KRAEMER; RATAMESS, 2004).

No TF, o desenvolvimento da força ocorre por meio da adaptação do sistema neural e muscular (hipertrofia) em relação a uma sobrecarga (WEINECK, 1999; HAKKINEN, 1994; ENOKA, 2000; DIAS et al., 2005). A adaptação do sistema neural torna-se predominante durante as fases iniciais do treinamento de força (MORITANI; DEVRIES, 1979). Assim considera-se que os fatores neurais são os principais responsáveis pelo ganho de força na primeira fase do treinamento, devido principalmente, à melhora na coordenação intramuscular e intermuscular, ocorrendo um maior recrutamento de unidades motoras para uma mesma carga (SOUTO MAIOR; ALVES, 2003).

Nesse sentido, em indivíduos não-treinados, o aumento dos níveis de força muscular ocorre, aparentemente, de forma mais acentuada durante as primeiras semanas de treinamento, o que tem sido atribuído por muitos pesquisadores às adaptações neurais. Dessa forma, especula-se que a maior parte dos ganhos de força muscular nos períodos iniciais de um programa TF sejam resultantes do aumento na ativação muscular total, aumento na frequência de disparos e sincronização das unidades motoras ou, ainda, pela redução da co-ativação dos músculos antagonistas durante o exercício (HAKKINEN et al., 1998).

Durante a fase de adaptação do sistema neural, a diminuição da co-contração muscular, definida como a contração de vários músculos em torno de uma mesma articulação (FONSECA et al., 2001), caracteriza-se como um dos processos adaptativos que pode contribuir para o aumento da força muscular em resposta ao treinamento. Tal fato está fortemente associado à aprendizagem motora, proteção articular e a estabilidade (MORITANI; DEVRIES 1979; ALENCAR, 2006; ERVILHA, 2004). O ajuste dinâmico e contínuo da rigidez por meio da co-contração muscular permite que o indivíduo esteja preparado para lidar com as perturbações impostas durante as atividades funcionais. Esse ajuste dinâmico por meio da co-contração parece ser o mecanismo mais eficiente no controle da estabilidade, que depende não somente do papel mecânico das estruturas passivas da articulação, mas também de um mecanismo neural que regula a ação dos músculos (AQUINO et al., 2004).

Assim, eletromiografia (EMG) de superfície, por ser uma ferramenta que investiga a atividade neuromuscular por meio da representação gráfica da atividade elétrica do músculo (CORREA; SANTOS; VELOSO, 1993), vem sendo a técnica biomecânica mais utilizada para quantificação temporal da co-contração muscular (FONSECA et al., 2001, PASSARO et al., 2008, PULZATTO et al., 2005; BARBANTI; TRICOLI; UGRIONOWITSCH, 2004). Neste sentido, com a finalidade de entender melhor a resposta adaptativa do sistema neuromuscular às perturbações sofridas pelo corpo, a partir da eletromiografia, estudos avaliando o papel da co-contração muscular vem sendo realizados (FONSECA et al., 2001; ERVILHA, 2004; ALENCAR, 2006; PASSARO et al., 2008; DAMIANO et al., 2000) em várias atividades físicas, como na marcha de adultos (FALCONER; WINTER, 1985) e crianças (FROST et al., 1997), exercício de flexão e extensão do joelho (GRIBBLE et al., 2003), salto vertical (DOORENBOSCH; HARLLAR, 2003), corrida de atletas (BASIER et al., 2003), entre outros.

No entanto, percebe-se uma carência deste tipo de estudo na literatura, diferenciando diferentes exercícios e grupos musculares e distinguindo as diferenças entre praticantes e não praticantes de treinamento de força. Assim, visto que os autores não encontraram nenhum estudo que objetivou verificar a co-contração em exercício de flexão no solo, muito realizado em clubes, academias, como instrumento de avaliação em seleções, como provas práticas, e

também nas forças armadas, justifica-se o presente estudo. Desta forma, o objetivo do presente estudo foi comparar o índice de co-contracção muscular dos músculos bíceps braquial e tríceps braquial durante a realização do exercício de apoio de frente sobre o solo entre dois grupos distintos: praticantes regulares de exercícios físicos e não praticantes.

Metodologia

Amostra

A amostra foi intencional, constituída por vinte estudantes universitários, do sexo masculino, com médias de $23,5 \pm 3,1$ anos, 177 ± 13 cm de estatura, $75,6 \pm 27,8$ kg de massa corporal e $14,5 \pm 8$ % de percentual de gordura, de acordo com o protocolo de Faulkner (MARINS; GIANNICHI, 2003).

A amostra foi dividida em grupo de praticantes (GP) (n=10) e grupo de não praticantes (GNP) (n=10) de exercício físico regular. Os critérios de inclusão foram: (1) praticar treinamento de força regular há pelo menos três meses, com frequência mínima de 2 treinos semanais, para participar do GP; e (2) não praticar treinamento de força e exercícios físicos regulares há pelo menos três meses, para participar do GNP. O estudo foi aprovado no Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade onde foi realizado e respeitou a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, sendo garantido o sigilo dos dados pessoais e confidenciais. Além disso, foram fornecidas, antes dos testes, informações detalhadas a respeito dos procedimentos do estudo. Todos os participantes participaram voluntariamente da pesquisa e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Informado.

A avaliação da atividade eletromiográfica (EMG) foi realizada em uma sala devidamente equipada, do Laboratório de Biomecânica da Instituição de origem dos pesquisadores. A EMG dos músculos bíceps braquial e tríceps braquial foi coletada durante a realização das contrações voluntárias máximas isométricas (CVMI) e durante o exercício de apoio de frente sobre o solo.

Protocolo de Avaliação

O protocolo de avaliação foi dividido em três etapas: (1) preparação para coleta; (2) teste isométrico que consistiu na realização de duas CVMI para cada músculo analisado, e (3) teste dinâmico que consistiu na realização do exercício de apoio de frente sobre o solo.

Etapa 1

Foi realizado um aquecimento dos membros superiores, que consistiu em exercícios de movimentação das articulações de ombros e cotovelos, e cinco repetições do exercício de apoio de frente sobre o solo, as quais serviram para familiarização do gesto, totalizando aproximadamente 15 min. Posteriormente, para minimização da impedância (aceita quando inferior a $5K\Omega$) do conjunto eletrodo-pele, a fim de garantir validade e precisão dos sinais eletromiográficos, foi realizada a tricotomia e a limpeza da pele com álcool (KONRAD, 2005). Após a preparação da pele foi procedida a colocação dos eletrodos de superfície (Ag/AgCl; com diâmetro de 2,2 cm; com adesivo de fixação), na configuração bipolar, sendo colocados sobre o ventre muscular, posicionados longitudinalmente às fibras musculares. Foram avaliados os músculos Bíceps Braquial (BB) e o Tríceps Braquial (TB), bilateralmente.

A localização dos eletrodos seguiu as recomendações do Seniam (2009). Para o músculo BB os eletrodos foram posicionados a 1/3 distal entre a linha do acrômio e a fossa do rádio, no sentido das fibras musculares. Já para o músculo TB os eletrodos foram posicionados no ponto médio da linha entre a crista posterior do acrômio e o olécrano, a dois dedos medialmente dessa linha, na direção das fibras musculares. O eletrodo de referência foi colocado sobre o processo espinhoso da sétima vértebra cervical.

Etapa 2

Para avaliação da atividade EMG máxima dos músculos BB e TB, a qual foi utilizada para a normalização dos sinais adquiridos durante o exercício, os indivíduos foram submetidos a um teste de contração voluntária máxima isométrica (CVMI). Para a realização da CVMI os voluntários foram posicionados sentados com o braço estabilizado sobre uma superfície com as articulações do cotovelo e ombro a 90° de flexão. As Figuras 1 (A) e (B) demonstram a posição adotada para realização da CVMI dos músculos BB e TB respectivamente. A resistência foi realizada em um aparelho de musculação utilizando-se de um cabo de aço rígido.



Figura 1 – Posição para realização da CVMI: (A) Músculo BB e (B) Músculo TB. A seta preta representa o sentido de aplicação da força muscular realizada pelo indivíduo e a seta branca representa o sentido da força de resistência.

Foram realizadas duas CVMI's para cada músculo de ambos os braços, com duração de oito segundos cada, sendo desconsiderados o primeiro e o último segundo de cada CVMI. Para normalização do sinal EMG adquirido durante o exercício de apoio de frente sobre o solo foi utilizado o maior valor do envelope RMS obtido nas duas CVMI. Entre cada CVMI foi realizado um intervalo de 4 minutos para recuperação.

Etapa 3

Nesta etapa, após um descanso de 10 min, os avaliados realizaram o exercício de apoio de frente sobre o solo. A partir da posição inicial em decúbito ventral com as mãos apoiadas sobre o solo em uma amplitude igual à distância entre os ombros, cotovelos flexionados e tronco próximo ao solo, o movimento consistiu da realização da flexo-extensão da articulação do cotovelo e glenoumeral afastando e aproximando o tronco do solo.

A execução do exercício de apoio de frente sobre o solo foi dividida em duas fases. A Fase 1 (F1), consistiu na flexão da articulação glenoumeral e uma extensão da articulação do cotovelo afastando o tronco do solo, e a Fase 2 (F2), consistiu numa extensão da articulação glenoumeral e uma flexão da articulação do cotovelo retornando a posição inicial. Foram realizadas 10 repetições do exercício de apoio de frente sobre o solo. Cada repetição teve

duração total de quatro segundos, sendo dois para cada fase. A velocidade de execução do movimento foi controlada por meio de um sinal sonoro contínuo (com duração de 4s) fornecido por equipamento eletrônico portátil.

Aquisição dos Dados

Durante as CVMI's e durante a execução do exercício de apoio de frente sobre o solo foi avaliada a atividade eletromiográfica dos músculos BB e TB, bilateralmente. Para a aquisição dos dados eletromiográficos (EMG) foi utilizado um eletromiógrafo de 4 canais (Miotec Equipamentos Biomédicos, Porto Alegre, BR) conectado a um *notebook* (Sony Vaio 4GB, HD de 500GB). A aquisição dos sinais eletromiográficos foi realizada com o *Software* Miograph 2.0 (Miotec Equipamentos Biomédicos, Porto Alegre, BR). A frequência de amostragem utilizada foi de 2000 Hz para cada canal do eletromiógrafo.

Simultaneamente à coleta EMG foi realizada a filmagem, por meio de uma filmadora conectada ao computador (30Hz), integrada ao sistema de aquisição de dados (Miotec Equipamentos Biomédicos, Porto Alegre, Brasil), para quantificação temporal da terceira etapa do protocolo. As imagens adquiridas foram sincronizadas com o sinal eletromiográfico automaticamente pelo *Software* Miograph 2.0. Essa sincronização possibilitou a divisão das fases (F1 e F2) e repetições do exercício de apoio de frente sobre o solo.

Processamento dos Sinais

Os sinais de EMG coletados foram processados utilizando o sistema de aquisição de dados SAD32 (versão 2002 - www.ufgrs.br/lmm), sendo inicialmente submetidos a um procedimento de filtragem digital, por meio de um filtro *Butterworth* passa banda de 3ª ordem, com banda de frequência entre 20 a 500 Hz. Depois de filtrado, o sinal EMG foi processado no domínio do tempo, a partir do cálculo do envelope RMS (*Root Mean Square*), com janelamento móvel do tipo *hamming* de 0,05 segundos. Para normalização da amplitude do sinal EMG, foi utilizado como critério o maior valor do envelope RMS atingido durante a realização de duas contrações voluntárias máximas isométricas (CVMI's).

Análise dos dados

Após determinação do envelope RMS e normalização das curvas de atividade eletromiográficas dos músculos avaliados foi realizado o cálculo da co-contração. O cálculo do índice de co-contração dos músculos BB (antagonista) e TB (agonista) durante o exercício de apoio de frente sobre o solo foi determinado por meio de uma rotina de programação desenvolvida no *Software* MATLAB®. A rotina desenvolvida realizou os seguintes procedimentos para o cálculo do índice de co-contração: (1) determinação da curva que engloba a área comum entre as curvas da musculatura agonista e antagonista; (2) determinação da área sob a curva dos músculos agonistas e antagonistas; (3) determinação da área da curva comum entre as curvas dos músculos agonista e antagonista avaliados e (4) cálculo do índice de co-contração por meio da equação 1, proposta por Winter (2005):

$$\text{Índice de co-contração} = \frac{\text{Área sob a curva comum}}{\text{Área sob a curva dos músculos agonistas e antagonistas}} \quad (1)$$

onde:

% *COCON* = percentual de co-contracção entre os dois músculos antagonistas.

area A = área abaixo do sinal EMG envelopado da curva do músculo A.

area B = área abaixo do sinal EMG envelopado da curva do músculo B.

areacomum A & B = área comum de atividade entre dois músculos antagonistas.

Cabe ressaltar que o índice de co-contracção foi calculado em ambas as fases, concêntrica e excêntrica, para cada uma das dez repetições do exercício de apoio de frente sobre o solo, e para o exercício completo (média da fase concêntrica e excêntrica). Entretanto, para avaliação final do índice de co-contracção foram desprezadas a primeira e a última repetição, totalizando assim, um total de 8 repetições.

Tratamento Estatístico

A análise estatística foi realizada no *Software* SPSS18.0 a partir do índice de co-contracção muscular médio obtido durante a realização do exercício de apoio de frente sobre o solo. Em um primeiro momento foram confirmadas a normalidade dos dados e a homogeneidade das variâncias por meio dos testes *Shapiro-wilk* e *Levene*, respectivamente. Após foi realizada *Anova One-Way*, a qual permitiu verificar as diferenças do índice de co-contracção entre os grupos, para cada fase do movimento, a partir do post hoc de Tukey ($\alpha=0,05$).

Resultados

A Tabela 1 apresenta os resultados do nível de co-contracção dos grupos de praticantes (GP) e não praticantes de exercício físico (GNP), sendo verificado que durante a realização do exercício de apoio de frente sobre o solo há um maior índice de co-contracção para o grupo de não praticantes de exercícios físicos, em comparação com os praticantes regulares de exercício físico. Verifica-se também na Tabela 1 o índice de co-contracção para o GP e GNP para as duas fases do exercício: F1 (contracção concêntrica) e F2 (contracção excêntrica).

Tabela 1 – Valores do índice de co-contracção geral, da fase concêntrica (F1) e fase excêntrica (F2) do grupo praticante (GP) e não praticante de exercício físico regular (GNP).

	GP	GNP	Valor de <i>p</i>
% Co-contracção Geral	20,58 ± 7,28	22,88 ± 10,16	0,010 *
% Co-contracção F1	18,66 ± 5,96	22,32 ± 5,51	0,001 *
% Co-contracção F2	22,51 ± 7,95	23,33 ± 9,80	0,367

* Diferença significativa entre os grupo ($p < 0,05$).

Discussão

Este estudo teve como objetivo comparar o índice de co-contracção muscular em indivíduos praticantes (GP) e não praticantes (GNP) de exercício físico regular durante a realização do exercício de apoio de frente sobre o solo. O principal resultado encontrado demonstrou que houve uma diferença entre os grupos ($p=0,001$), demonstrando um maior

índice de co-contracção para o GNP, em comparação com o GP (Tabela 1). Especula-se que este resultado é proveniente da aprendizagem motora relacionada à melhora das habilidades motoras, obtida por meio da prática, causando uma mudança permanente da *performance* do indivíduo, ou seja, uma melhora na coordenação entre o sistema nervoso central e o sistema muscular (PELLEGRINI, 2000).

A literatura atual demonstra que o treinamento da força muscular provoca adaptações neurais e estruturais no sistema neuromuscular (HAKKINEN, 1994; ENOKA, 2000; SOUTO MAIOR; ALVES, 2003). Na fase inicial do treinamento, especificamente, os ganhos de força estão relacionados basicamente às respostas do sistema nervoso em decorrência das adaptações neurais (MORITANI; DEVRIES, 1979), visto que, após algumas semanas iniciais de treinamento, há uma melhora na coordenação intramuscular e intermuscular, desenvolvendo assim uma melhor sincronização entre fibras musculares e músculos agonistas e antagonistas (SOUTO MAIOR; ALVES 2003). Além das evidências do presente estudo, Moritani e Devries (1979), em um estudo pioneiro, ao avaliar o índice de co-contracção em indivíduos que realizaram treinamento resistido evidenciaram também que a co-contracção muscular diminuiu a partir das primeiras 3 a 5 semanas de treinamento resistido, devido as adaptações neurais. Especula-se que esta diminuição da co-contracção muscular ocorreu devido à prática e, que tende a diminuir ao longo do treinamento, gerando uma economia de energia para a realização do gesto (ERVILHA, 2006; TEIXEIRA-SALMELA et al., 2000; BROUWER; PENN, 1991).

No presente estudo o GNP apresentou um maior índice de co-contracção. Especula-se que esse maior índice para este grupo possa ter ocorrido devido a uma falta de familiarização com o gesto bem como uma maior necessidade de atividade da musculatura antagonista para fornecer estabilidade e protecção a articulação durante a realização do movimento. De acordo com o resultado do presente estudo, Sale (1988) afirma que a contracção simultânea do músculo agonista e do seu antagonista pode ser evidenciada quando a tarefa necessita de precisão ou quando o sujeito não for treinado para a tarefa. Já Teixeira-Salmela et al. (2000) entendem que a evolução do treinamento contribui para a diminuição do índice de co-contracção. Watkins, Harris e Kozlowski (1984) afirmam que a prática do treinamento de força reduz o índice de co-contracção, o que resulta em uma maior geração de força na direcção do movimento desejado.

Nesse sentido, Hakkinen et al. (1998), mediante análises eletromiográficas, verificaram a ativação muscular e a co-ativação dos músculos antagonistas de homens e mulheres acompanhados durante seis meses de treinamento com pesos (TP). Os resultados parciais indicaram que após dois meses de TP já havia ocorrido aumento significativo na ativação muscular total (iEMG), conjuntamente com a redução na co-ativação dos músculos antagonistas em ambos os grupos, resultando em aumentos acentuados nos níveis de força muscular.

Sob outra perspectiva de análise, a co-contracção pode ser caracterizada como importante para a protecção articular e para manter a estabilidade (MORITANI; DEVRIES, 1979; ALENCAR, 2006; PASSARO, 2004), indicando que o ajuste dinâmico e contínuo da rigidez corporal por meio da co-contracção muscular permite ao praticante de atividade física estar apto a realizar as atividades funcionais ao longo do dia, tornando-se um mecanismo eficiente no controle da estabilidade articular (AQUINO et al., 2004). Referente a esta perspectiva, Alencar (2006), ao avaliar idosos e jovens, demonstrou que durante a marcha os idosos apresentam um índice de co-contracção mais elevado em comparação aos jovens, sugerindo

essa ser uma estratégia do sistema motor a qual permite ao idoso aumentar a estabilidade articular.

Atualmente, não se sabe até que ponto o aumento da co-contração pode ser benéfico ou não para o desempenho de exercícios físicos. Alguns autores citam implicações negativas de níveis aumentados de co-contração na prática de exercícios físicos (MILNER-BROWN; PENN, 1979; ERVILHA, 2004). Esses aspectos estão relacionados ao aumento do custo energético e à fadiga, atribuídos à sua presença durante tarefas funcionais. Além disso, também é referido na literatura que níveis elevados de co-contração podem aumentar a sobrecarga sobre os tecidos e poderiam diminuir a qualidade do movimento (SALE, 1988; TEIXEIRA-SALMELA et al., 2000; ERVILHA, 2004). Entretanto, na perspectiva da estabilidade articular, a co-contração tem um papel positivo visto que pode evitar determinadas lesões, limitando os graus de liberdade dos movimentos e aumentando a congruência das superfícies articulares e a capacidade de absorção de energia (ALENCAR, 2006).

Um desses mecanismos, a co-ativação dos músculos antagonistas ao movimento executado, foi confirmado por Carolan e Cafarelli (1992), que verificaram, após oito semanas de TP, aumentos significantes na força de extensão de joelhos concomitantemente com a redução da co-ativação dos músculos antagonistas (flexores do joelho). Vale destacar que as maiores reduções na co-ativação dos músculos antagonistas ocorreram na primeira semana de treinamento.

Os protocolos de reabilitação de joelho após lesões ligamentares, muito freqüentes no cenário esportivo, preconizam o uso de exercícios que levem a um ganho de co-contração. Isto é baseado no pressuposto de que esta co-contração conduz a um aumento de estabilidade articular dinâmica (JOHASSON; SOJKA, 1990). Outro pressuposto é a associação entre a co-contração e aquisição de habilidades motoras (VEREIJKEN et al., 1992), como o aprendizado de um novo esporte ou de uma nova técnica esportiva, por exemplo. A quantificação da co-contração permitirá a avaliação objetiva destes e de outros pressupostos que se baseiam na coativação muscular, o que levará a uma melhor compreensão do movimento humano.

A partir dos resultados encontrados no presente estudo, concluiu-se que houve diferença no índice de co-contração entre os grupos (grupo de praticantes e grupo de não praticantes), sendo verificado um maior índice para o grupo de não praticantes de exercícios físicos. Contudo, o presente estudo não objetivou esgotar o debate sobre co-contração e treinamento. Desse modo, entende-se ser relevante a realização de novos estudos de co-contração muscular em exercícios resistidos, principalmente estudos longitudinais, avaliando as alterações da co-contração ao longo de um programa de treinamento.

INDEX OF CO-CONTRACTION OF THE BICEPS BRACHII AND TRICEPS DURING PERFORMING THE EXERCISE IN SUPPORT OF THE GROUND

Abstract: The aim of this study was to compare the rate of muscle co-contraction of the biceps brachial and triceps in practitioners and non-practitioners of regular exercise subjects while performing the exercise in support of front on the ground. The sample consisted of twenty male subjects, these being divided into practitioners (n=10) and non-practitioners (n=10) of regular exercise. The assessment protocol consisted of accomplishment (1) two isometric maximum of the biceps and triceps and (2) ten repetitions of the exercise in support of front over ground voluntary contractions while being collected electromyographic signal (EMG). The analysis of the EMG signal was performed using the RMS envelope. For statistical analysis, the index of average muscle co-contraction obtained while performing the exercise in support of front on the ground was subjected to a One-Way Anova with factor group to detect differences between groups. Results while performing

the exercise in support of front on the ground showed a higher rate of co-contraction for the group not practicing regular exercise ($p=0.01$).

Key-words: Muscle Contraction. Electromyography. Physical Exertion.

ÍNDICE DE CO-CONTRACCIÓN DEL BÍCEPS BRAQUIAL Y TRÍCEPS EN EL EJERCICIO EN APOYO DE LA PLANTA

Resumen: El objetivo de este estudio fue comparar la co-contracción muscular del bíceps braquial y tríceps en practicantes y no practicantes de temas regulares de ejercicio realiza el ejercicio en apoyo de la frente en el suelo. La muestra consistió en veinte varones, éstos se dividen en practicantes ($n = 10$) y los no practicantes ($n = 10$) de ejercicio regular. El protocolo de evaluación consistió en la realización (1) dos isométrica máxima del bíceps braquial y tríceps y (2) a diez repeticiones del ejercicio en apoyo de la frente sobre las contracciones voluntarias de tierra mientras son recogidos señal electromiográfica (EMG). Se realizó el análisis de la señal EMG usando el sobre RMS. Para el análisis estadístico, el índice de muscular medio co-contracción obtenida mientras realiza el ejercicio en apoyo de la frente en el suelo fue sometido a un ANOVA de una vía con factor grupo para detectar diferencias entre los grupos. Resultados del ejercicio en apoyo de la frente en el suelo mostraron una mayor tasa de co-contracción para el grupo de no practicar ejercicio regular ($p = 0,01$).

Palabras clave: Contracción muscular. La electromiografía. Esfuerzo.

Referências

ALENCAR, M. A. Estudo da co-contracção muscular durante a fase de contato inicial da marcha em mulheres jovens e idosas. **Dissertação de mestrado em ciência da reabilitação**. Universidade Federal de Minas Gerais. 2006

AQUINO, C.F; VIANA, S.O; FONSECA, S.T; BRICIO, R.S, VAZ, D.V. Mecanismos neuromusculares de controle da estabilidade articular. **Revista Brasileira Ciência e Movimento**, v.12, n.2, p. 35-42, 2004.

BARBANTI, VJ; TRICOLI, V; UGRIONOWITSCH, C. Relevância do conhecimento científico na prática do treinamento físico. **Revista Paulista de Educação Física**, v.18, p.101-9, 2004.

BERNHARDT DT, GOMEZ J, JOHNSON MD, MARTIN TJ, ROWLAND TW, SMALL E, et al. Strength training by children and adolescents. **Pediatrics** 2001;107:1470-2.

BESIER, TF; LLOYD, DG; ACKLAND, TR. Muscle activation strategies at the knee during running and cutting maneuvers. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, Philadelphia, v.35, p.119-27, 2003.

CAROLAN B, CAFARELLI E. Adaptations in coactivation after isometric resistance training. **J Appl Physiol** 1992;73:911-7

CORREA, P.P; SANTOS, P.H, VELOSO, A. **Eletromiografia: fundamentação fisiológica, métodos de recolha e processamento, aplicações cinesiológicas**. Lisboa: Faculdade de Motricidade Humana, 1993.

DAMIANO, D.L. et al. Muscle force production and functional performance in spastic cerebral palsy. **Arch Phys Med Rehabil.** 2000; 81: 895-900

DIAS, RM; CYRINO, ES; SALVADOR, EP; NAKAMURA, FY; PINA, FL; OLIVEIRA, AR. Impacto de oito semanas de treinamento com pesos sobre a força muscular de homens e mulheres. **Rev Bras Med Esporte**, Vol. 11, Nº 4 – Jul/Ago, 2005.

DOORENBOSCH, CAM; HARLAAR, J. A clinically applicable EMG-force model to quantify active stabilization of the knee after a lesion of the anterior cruciate ligament. **Clinical Biomechanics**, Orlando, v.18, p.142-9, 2003.

ENOKA, R.M. **Bases neuromecânicas da Cinesiologia**. São Paulo: Manole, 2000.

FALCONER, K; WINTER, DA. Quantitative assessment of co-contraction at the ankle joint in walking. **Electromyography Clinical Neurophysiology**, Orlando, v.25, p.135-49, 1985.

FONSECA, S.T; SILVA, L.M.P; OCARINO, J.M; URSINE, P.G.S. Análise de um método eletromiográfico para quantificação de co-contracção muscular. **Revista Brasileira Ciência e Movimento**, v.9, n.3, p. 23-30, 2001.

FROST, G. et al.. Cocontraction in three age groups of children during treadmill locomotion. **J Electromiogr Kinesiol.** 1997; 7 (3): 179-186

GRIBBLE, PL; MULLIN, LI; COTHROS, N; MATTAR, A. Role of cocontraction in arm movement accuracy. **Journal of Neurophysiology**, Danvers, v.89, p.2396-405, 2003.

HAKKINEN K, KALLINEN M, IZQUIERDO M, JOKELAINEN K, LASSILA H, MALKIA E, et al. Changes in agonist-antagonist EMG, muscle CSA, and force during strength training in middle-aged and older people. **J Appl Physiol** 1998;84:1341-9.

JOHANSSON, H.; SOJKA, P.. A sensory role for the cruciate ligaments. **Clin Orthop Rel Res.** 1990; 268: 161-178.

KONRAD, P. **ABC of EMG – A Practical Introduction to Kinesiological Electromyography**. Version 1.0, 2005.

KRAEMER WJ, RATAMESS NA. Fundamental of resistance training: progression and exercise prescription. **Med Sci Sports Exerc** 2004;36:674-88.

MARINS, J. B; GIANNICHI, R. S. **Avaliação e prescrição de atividade física guia prático**. Rio de Janeiro: Shape, 2003.

MILNER-BROWN, H.S, PENN, R.D. Pathophysiological mechanisms in cerebral palsy. **Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry**, v.42, p.606-618, 1979.

MORITANI, T, de VRIES, H.A. Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. **American Journal of Physical Medicine**, v.58, p.115-30, 1979.

MORITANI, T.; DeVRIES, H.A. Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. **American Journal of Sports Medicine**, Columbus, v.58, p.115-30, 1979.

PÁSSARO. A.C, MARQUES, A.P, SACCO, I.C.N, AMDIO, A.C, BACARIN,T.A. Mecanismos de ativação agonista e antagonista no joelho de indivíduos com reconstrução de ligamento cruzado anterior: estudo cinético e eletromiográfico. **Acta Ortopédica Brasileira**, v.16, n.2, p.117-121, 2008.

PELLEGRINI, A. M. Aprendizagem de habilidades motoras I: o que muda com a prática? **Revista paulista Educação Física**. São Paulo, 3, p.29-34, 2000.

PULZATTO, F; GRAMANI-SAY, K; SIQUEIRA, A.C.B; SANTOS, GM; BEVILAQUA-GROSSI, D; OLIVEIRA, A.S; MONTEIRO-PEDRO, V. A influência da altura do step no exercício de subida posterior: estudo eletromiográfico em indivíduos saudáveis e portadores da síndrome da dor femoropatelar. **Acta Ortopédica Brasileira**, v.13, n.4, p.168-170, 2005.

SALE, D. G. Neural Adaptation to Resistance Training. **Medicine and Science Sports and Exercise**, v.20, n.5, p.135-45, 1988.

SOUTO MAIOR, A; ALVES, A. A contribuição dos fatores neurais em fases iniciais do treinamento de força muscular: uma revisão bibliográfica. **Motriz**, v.9, n.3, p.161-168, 2003.

Surface Electromyography for the Non-invasive Assessment of muscles. Disponível em: www.seniam.org. Acessado em: 15 de dezembro de 2010.

TEIXEIRA-SALMELA, L.F; OLIVEIRA, E.S.G; SANTANA, E.G.S; RESENDE, G.P. Fortalecimento muscular e condicionamento físico em hemiplégicos. **Acta Fisiátrica**, v.7, n.3, p.108-118, 2000.

VEREIJKEN, B. et al. Free(z)ing degrees of freedom in skill acquisition. **J Motor Behav**. 1992; 24(1): 133-142.

WATKINS, M. P; HARRIS, B. A; KOZLOWSKI, B. A. Isokinetic Testing in Patients with Hemiparesis. A Pilot Study. **Physical therapy**, v.64, n.2, p. 1984.

WINTER, D. A. **Biomechanics and motor control of human movement**. 2005.

Recebido em: 21/06/2014

Revisado em: 05/02/2015

Aprovado em: 10/02/2015

Endereço para correspondência:

matiasnoll@yahoo.com.br

Matias Noll

Instituto Federal Goiano, Câmpus Ceres. Rod. 154 Km 03 - Cx. postal 51

76300000 - Ceres, GO - Brasil - Caixa-postal: 51