LISTA DE TABELAS

Página

TABELA 1 – Efeito da inclinação do tronco na atividade eletromiográfica (adaptado de BARNETT et al, 1995)..... 14

TABELA 2 – Média e desvio padrão da carga máxima encontrada para 8RMem cada exercício e número de repetições realizadas em cada série de cada exercício sendo: SH (supino horizontal), CH (crucifixo horizontal, DF (desenvolvimento pela frente), EL (elevação lateral), TS (tríceps supino) e TT (tríceps testa). N = 9 totalizando 27 tentativas para cada exercício..... 36

TABELA 3 – Média ($\bar{x}$) e desvio padrão (DP) do valor RMS do sinal eletromiográfico normalizado pela CVIM de todos os músculos analisados, nos exercícios SH e CH durante os dois protocolos experimentais..... 44

TABELA 4 – Média ($\bar{x}$) e desvio padrão (DP) do valor RMS do sinal eletromiográfico normalizado pela CVIM de todos os músculos analisados, nos exercícios DF e EL durante os dois protocolos experimentais..... 44

TABELA 5 – Média ($\bar{x}$) e desvio padrão (DP) do valor RMS do sinal eletromiográfico normalizado pela CVIM de todos os músculos analisados, nos exercícios TS e TT durante os dois protocolos experimentais..... 45

TABELA 6 – Mediana (*Md*) do valor RMS do sinal eletromiográfico normalizado pela CVIM de todos os músculos analisados, nos exercícios SH e CH durante os dois protocolos experimentais. * *diferença significativa ($p \leq 0,05$)*..... 45

TABELA 7 – Mediana (*Md*) do valor RMS do sinal eletromiográfico normalizado pela CVIM de todos os músculos analisados, nos exercícios DF e EL durante os dois protocolos experimentais. * *diferença significativa (p ≤ 0,05)*..... 46

TABELA 8 – Mediana (*Md*) do valor RMS do sinal eletromiográfico normalizado pela CVIM de todos os músculos analisados, nos exercícios TS e TT durante os dois protocolos experimentais. * *diferença significativa (p ≤ 0,05)*..... 46

TABELA 9 – Mediana (*Md*) da freqüência mediana do sinal eletromiográfico de todos os músculos analisados em cada série (S1, S2 e S3) durante o exercício SH em cada um dos protocolos experimentais..... 51

TABELA 10 – Mediana (*Md*) da freqüência mediana do sinal eletromiográfico de todos os músculos analisados em cada série (S1, S2 e S3) durante o exercício CH em cada um dos protocolos experimentais..... 52

TABELA 11 – Mediana (*Md*) da freqüência mediana do sinal eletromiográfico de todos os músculos analisados em cada série (S1, S2 e S3) durante o exercício DF em cada um dos protocolos experimentais..... 52

TABELA 12 – Mediana (*Md*) da freqüência mediana do sinal eletromiográfico de todos os músculos analisados em cada série (S1, S2 e S3) durante o exercício EL em cada um dos protocolos experimentais..... 53

TABELA 13 – Mediana (*Md*) da freqüência mediana do sinal eletromiográfico de todos os músculos analisados em cada série (S1, S2 e S3) durante o exercício TS em cada um dos protocolos experimentais..... 53

TABELA 14 – Mediana (*Md*) da freqüência mediana do sinal eletromiográfico de todos os músculos analisados em cada série (S1, S2 e S3) durante o exercício TT em cada um dos protocolos experimentais..... 54

TABELA 15 – Alterações consideradas relevantes para o entendimento do fenômeno. Indicações feitas sobre as alterações de resultados observadas no P2 em relação ao obtido no P1, em decorrência da modificação da ordem de exercícios, sendo (=) sem alteração, (↑) pequeno aumento, (↑↑) grande aumento, (↓) pequena diminuição e (↓↓) grande diminuição..... 63

LISTA DE FIGURAS

Página

FIGURA 1 – Gráficos ilustrativos do traçado EMG em diferentes graus de atividade do m. bíceps braquial. Em (1) pode-se observar o traçado de repouso, em uma contração fraca e em uma contração forte. Os traçados também podem ser observados individualmente ao repouso (2) no qual se registra a linha base; em contração fraca (3) potenciais de ação podem ser observados; e em contração forte (4), no qual nota-se a sobreposição dos potenciais, caracterizando o traçado de interferência. (Adaptado de Araújo, 1998)..... 18

FIGURA 2 - Diagrama representativo dos sistemas de aquisição de dados para eletromiografia. (Adaptado de Araújo, 1998)..... 19

FIGURA 3 – Gráficos ilustrativos de três etapas de processamento do sinal EMG. (A) sinal original e traçado de interferência; (B) o mesmo sinal retificado; (C) utilização de um filtro passa baixa, o qual provoca um alisamento da curva e obtém-se o envoltório linear. (Adaptado de Araújo, 1998 e Amadio et al, 1996)..... 24

FIGURA 4 – Ilustração dos exercícios realizados no presente estudo sendo: A – Supino Horizontal (SH); B – Crucifixo Horizontal (CH); C – Desenvolvimento pela Frente (DF); D – Elevação Lateral (EL); E – Tríceps Supino (TS) e F – Tríceps Testa (TT)..... 29

FIGURA 5 – Ilustração do eletromiógrafo EMG 1000 a ser utilizado (Lynx tecnologia eletrônica LTDA)..... 30

FIGURA 6 - Eletrodo descartável double e cabos contendo pré-amplificador e garras tipo “jacaré”, respectivamente..... 31

FIGURA 7 – Eletrodo oval utilizado como eletrodo de referência (terra)... 31

FIGURA 8 - Localização do ponto motor do músculo com o gerador de pulsos elétricos OMNI PULSI-901 (quark)..... 32

FIGURA 9 – Posturas adotadas para a aquisição da CVIM, sendo (A) CVIM para PME e PMC; (B) CVIM para DA; (C) CVIM para DM e (d) CVIM para TBL..... 33

FIGURA 10 – Quadro para calibração do sistema de aquisição de Cinemetria..... 34

FIGURA 11 – Média do Envoltório linear do sinal EMG normalizado (% CVIM) sendo (A) deslocamento vertical da barra, (B) peitoral maior esternocostal, (C) peitoral maior clavicular, (D) deltóide anterior, (E) deltóide medial e (F) tríceps braquial cabeça longa. Tais dados são referentes ao exercício Supino Horizontal..... 38

FIGURA 12 – Média do Envoltório linear do sinal EMG normalizado (% CVIM) sendo (A) deslocamento vertical do halter, (B) peitoral maior esternocostal, (C) peitoral maior clavicular, (D) deltóide anterior, (E) deltóide medial e (F) tríceps braquial cabeça longa. Tais dados são referentes ao exercício Crucifixo Horizontal..... 39

FIGURA 13 – Média do Envoltório linear do sinal EMG normalizado (% CVIM) sendo (A) deslocamento vertical da barra, (B) peitoral maior esternocostal, (C) peitoral maior clavicular, (D) deltóide anterior, (E) deltóide medial e (F) tríceps braquial cabeça longa. Tais dados são referentes ao exercício Desenvolvimento pela frente..... 40

FIGURA 14 - Média do Envoltório linear do sinal EMG normalizado (% CVIM) sendo (A) deslocamento vertical do halter, (B) peitoral maior esternocostal, (C) peitoral maior clavicular, (D) deltóide anterior, (E) deltóide medial e (F) tríceps braquial cabeça longa. Tais dados são referentes ao exercício Elevação lateral..... 41

FIGURA 15 – Média do Envoltório linear do sinal EMG normalizado (% CVIM) sendo (A) deslocamento vertical da barra, (B) peitoral maior esternocostal, (C) peitoral maior clavicular, (D) deltóide anterior, (E) deltóide medial e (F) tríceps braquial cabeça longa. Tais dados são referentes ao exercício Tríceps supino..... 42

FIGURA 16 – Média do Envoltório linear do sinal EMG normalizado (% CVIM) sendo (A) deslocamento vertical da barra, (B) peitoral maior esternocostal, (C) peitoral maior clavicular, (D) deltóide anterior, (E) deltóide medial e (F) tríceps braquial cabeça longa. Tais dados são referentes ao exercício Tríceps testa..... 43

FIGURA 17 – Valor RMS do sinal EMG normalizado pela contração voluntária isométrica máxima (CVIM). Dados referentes às medianas das três séries, considerando a fase ascendente, para cada músculo (PME – peitoral maior esternocostal, PMC peitoral maior clavicular, DA – deltóide anterior, DM – deltóide medial e TBL – tríceps braquial cabeça longa) sendo (A) Supino Horizontal, (B) Crucifixo Horizontal, (C) Desenvolvimento pela frente, (D) Elevação Lateral, (E) Tríceps Supino e (F) Tríceps Testa. A seqüência tradicional (P1) está representada pelas barras escuras e a seqüência invertida (P2) pelas barras claras. * *diferença significativa (p≤0,05)*..... 50

FIGURA 18 – Freqüência Mediana do sinal EMG no exercício SH, comparando P1 (barras escuras) e P2 (barras claras) nas três series, sendo (A) PME, (B) PMC, (C) DA, (D) DM e (E) TBL. * *diferença significativa (p ≤ 0,05)*..... 57

FIGURA 19 – Freqüência Mediana do sinal EMG no exercício CH, comparando P1 (barras escuras) e P2 (barras claras) nas três series, sendo (A) PME, (B) PMC, (C) DA, (D) DM e (E) TBL. * *diferença significativa (p ≤ 0,05)*..... 58

FIGURA 20 – Freqüência Mediana do sinal EMG no exercício DF, comparando P1 (barras escuras) e P2 (barras claras) nas três series, sendo (A) PME, (B) PMC, (C) DA, (D) DM e (E) TBL. * *diferença significativa (p ≤ 0,05)*..... 59

FIGURA 21 – Freqüência Mediana do sinal EMG no exercício EL, comparando P1 (barras escuras) e P2 (barras claras) nas três series, sendo (A) PME, (B) PMC, (C) DA, (D) DM e (E) TBL. * *diferença significativa (p ≤ 0,05)*..... 60

FIGURA 22 – Freqüência Mediana do sinal EMG no exercício TS, comparando P1 (barras escuras) e P2 (barras claras) nas três series, sendo (A) PME, (B) PMC, (C) DA, (D) DM e (E) TBL. * *diferença significativa (p ≤ 0,05)*..... 61

FIGURA 23 – Freqüência Mediana do sinal EMG no exercício TT, comparando P1 (barras escuras) e P2 (barras claras) nas três series, sendo (A) PME, (B) PMC, (C) DA, (D) DM e (E) TBL. * *diferença significativa (p ≤ 0,05)*..... 62

FIGURA 24 – Sinal EMG normalizado demonstrado pela média e desvio padrão do Envoltório linear, sendo (A) deslocamento vertical do implemento , (B) peitoral maior esternocostal, (C) peitoral maior clavicular, (D) deltóide anterior, (E) deltóide medial e (F) tríceps braquial cabeça longa. Tais dados são referentes ao exercício supino horizontal executado na ordem tradicional (P1)..... 82

FIGURA 25 – Sinal EMG normalizado demonstrado pela média e desvio

padrão do Envoltório linear, sendo (A) deslocamento vertical do implemento , (B) peitoral maior esternocostal, (C) peitoral maior clavicular, (D) deltóide anterior, (E) deltóide medial e (F) tríceps braquial cabeça longa. Tais dados são referentes ao exercício Crucifixo horizontal executado na ordem tradicional (P1)..... 93

FIGURA 26 – Sinal EMG normalizado demonstrado pela média e desvio padrão do Envoltório linear, sendo (A) deslocamento vertical do implemento , (B) peitoral maior esternocostal, (C) peitoral maior clavicular, (D) deltóide anterior, (E) deltóide medial e (F) tríceps braquial cabeça longa. Tais dados são referentes ao exercício Desenvolvimento pela frente executado na ordem tradicional (P1)..... 94

FIGURA 27 – Sinal EMG normalizado demonstrado pela média e desvio padrão do Envoltório linear, sendo (A) deslocamento vertical do implemento , (B) peitoral maior esternocostal, (C) peitoral maior clavicular, (D) deltóide anterior, (E) deltóide medial e (F) tríceps braquial cabeça longa. Tais dados são referentes ao exercício Elevação lateral executado na ordem tradicional (P1)..... 95

FIGURA 28 – Sinal EMG normalizado demonstrado pela média e desvio padrão do Envoltório linear, sendo (A) deslocamento vertical do implemento , (B) peitoral maior esternocostal, (C) peitoral maior clavicular, (D) deltóide anterior, (E) deltóide medial e (F) tríceps braquial cabeça longa. Tais dados são referentes ao exercício Tríceps supino executado na ordem tradicional (P1)..... 96

FIGURA 29 – Sinal EMG normalizado demonstrado pela média e desvio padrão do Envoltório linear, sendo (A) deslocamento vertical do implemento , (B) peitoral maior esternocostal, (C) peitoral maior clavicular, (D) deltóide anterior, (E) deltóide medial e (F) tríceps braquial cabeça longa. Tais dados são referentes ao exercício Tríceps testa executado na ordem tradicional (P1)..... 97

FIGURA 30 – Sinal EMG normalizado demonstrado pela média e desvio padrão do Envoltório linear, sendo (A) deslocamento vertical do implemento , (B) peitoral maior esternocostal, (C) peitoral maior clavicular, (D) deltóide anterior, (E) deltóide medial e (F) tríceps braquial cabeça longa. Tais dados são referentes ao exercício supino horizontal executado na ordem invertida (P2)..... 98

FIGURA 31 – Sinal EMG normalizado demonstrado pela média e desvio padrão do Envoltório linear, sendo (A) deslocamento vertical do implemento , (B) peitoral maior esternocostal, (C) peitoral maior clavicular, (D) deltóide anterior, (E) deltóide medial e (F) tríceps braquial cabeça longa. Tais dados são referentes ao exercício Crucifixo horizontal executado na ordem invertida (P2)..... 99

FIGURA 32 – Sinal EMG normalizado demonstrado pela média e desvio padrão do Envoltório linear, sendo (A) deslocamento vertical do implemento , (B) peitoral maior esternocostal, (C) peitoral maior clavicular, (D) deltóide anterior, (E) deltóide medial e (F) tríceps braquial cabeça longa. Tais dados são referentes ao exercício Desenvolvimento pela frente executado na ordem invertida (P2)..... 100

FIGURA 33 – Sinal EMG normalizado demonstrado pela média e desvio padrão do Envoltório linear, sendo (A) deslocamento vertical do implemento , (B) peitoral maior esternocostal, (C) peitoral maior clavicular, (D) deltóide anterior, (E) deltóide medial e (F) tríceps braquial cabeça longa. Tais dados são referentes ao exercício Elevação lateral executado na ordem invertida (P2)..... 101

FIGURA 34 – Sinal EMG normalizado demonstrado pela média e desvio padrão do Envoltório linear, sendo (A) deslocamento vertical do implemento , (B) peitoral maior esternocostal, (C) peitoral maior clavicular, (D) deltóide anterior, (E) deltóide medial e (F) tríceps braquial cabeça longa. Tais dados são referentes ao exercício Tríceps supino executado na ordem invertida (P2)..... 102

FIGURA 35 – Sinal EMG normalizado demonstrado pela média e desvio padrão do Envoltório linear, sendo (A) deslocamento vertical do implemento , (B) peitoral maior esternocostal, (C) peitoral maior clavicular, (D) deltóide anterior, (E) deltóide medial e (F) tríceps braquial cabeça longa. Tais dados são referentes ao exercício Tríceps testa executado na ordem invertida (P2)..... 103

LISTA DE SIGLAS, ABREVIAÇÕES E SÍMBOLOS

EMG	Eletromiografia
FT	Força total
TF	Taxa de fadiga
IEMG	Sinal eletromiográfico integrado
PAUM	Potenciais de ação das unidades motoras
A/D	Conversor Analógico-Digital
TMCR	Taxa de Modo Comum de Rejeição
P1	Protocolo tradicional
P2	Protocolo invertido
SH	Supino horizontal
CH	Crucifixo horizontal
DF	Desenvolvimento pela gente
EL	Elevação lateral
TS	Tríceps supino
TT	Tríceps testa
PME	Peitoral maior esternocostal
PMC	Peitoral maior clavicular
DA	Deltóide anterior
DM	Deltóide medial
TBL	Tríceps braquial cabeça longa
CVIM	Contração voluntária isométrica máxima

X	Média
DP	Desvio padrão
Md	Mediana
8RM	Oito repetições máximas
RMS	Root mean square
FM	Freqüência Mediana

LISTA DE ANEXOS

Página

ANEXO 1 – Termo de consentimento..... 79

ANEXO 2 – Rotinas matemáticas desenvolvidas em ambiente MatLab para tratamento dos dados EMG e cinemáticos..... 81

ANEXO 3 – Média e desvio padrão do envoltório linear de todos os exercícios realizados para cada protocolo experimental (P1 e P2)..... 92

RESUMO

O objetivo deste estudo foi averiguar o efeito da ordem de exercícios de força na ativação muscular. Para isso, nove voluntários treinados em força participaram de 3 sessões: 1) teste de carga (8RM); 2 e 3) coleta dos dados EMG. Dois protocolos foram realizados: P1 tradicional: 1) Supino horizontal (SH); 2) Crucifixo horizontal (CH); 3) Desenvolvimento pela frente (DF); 4) Elevação lateral (EL); 5) Tríceps supino (TS); 6) Tríceps testa (TT); e P2 inversa: TT, TS, EL, DF, CH e SH. Músculos analisados: Peitoral maior esternocostal e clavicular (PME e PMC), deltóide anterior e medial (DA e DM) e tríceps braquial cabeça longa (TL). A contração voluntária isométrica máxima (CVIM) foi utilizada para a normalização. Cada sujeito realizou 3 séries de 8 repetições para cada exercício com um intervalo de 2min e calculou-se o valor RMS para cada repetição. Para a análise inferencial foi aplicado o teste de Wilcoxon. ($p \leq 0,05$). No exercício SH obteve-se uma diferença de 97,83 (P1) para 102,83% (P2) da CVIM para o PME, de 93,39 (P1) para 100,52% (P2), de 74,13 (P1) para 93,78% (P2) para o DA, de 31,21 (P1) para 30,21% (P2) para o DM e de 77,37 (P1) e 90,17% (P2) para o TBL. No exercício CH foram de 97,45 (P1) para 82,94% (P2) para o PME, de 76,69 (P1) para 57,34% (P2) para o PMC, de 31,39 (P1) para 48,32% (P2) para o TBL. Para DA e DM não houve diferença de ativação entre P1 e P2. No exercício DF, o DM apresentou 92,58 (P1) e 82,82% (P2) e o TBL 59,79 (P1) e 35,17% (P2), porém PME, PMC e DA não mostraram diferenças entre P1 e P2. No exercício EL encontrou-se 9,82 (P1) e 6,71% (P2) para o PME, 29,8 (P1) e 17,1% (P2) para PMC, 95,45 (P1) e 75,62% (P2) para DM e 12,15 (P1) e 8,82% (P2) para TBL. No exercício TS obteve-se 75,09 (P1) e 95,25% (P2) para o PME, 74,61 (P1) e 84,52% (P2) para DA, 24,81 (P1) e 25,74% (P2) para DM, 85,38 (P1) e 81,81% (P2) para TBL. Finalmente no exercício TT obteve-se 78,08 (P1) e 62,33% (P2) para o PME, 79,09 (P1) e 39,20% (P2) para PMC, 62,55 (P1) e 27,76% (P2) para DA e 25,7 (P1) e 17,85% (P2) para DM. De forma geral, pode-se afirmar que não existe uma ordem dos exercícios utilizados no treinamento de força que seja melhor em termos de ativação muscular para todos os grupos musculares. O que fica evidente é que existem diferenças de atividade muscular ao inverter a ordem de exercícios, porém os resultados deste estudo devem ser aplicados com cautela devido a carência de estudos sobre tal tema.

Palavras chave: Eletromiografia, treinamento de força, ordem de exercícios.

ABSTRACT

The objective of this study was to investigate the effect of the order of strength exercises on muscle activation. For this, nine 9 volunteers trained in strength participated in three sessions: 1) load test (8RM), 2 and 3) EMG data collection. Two protocols were performed: P1 traditional: 1) bench press (SH); 2) horizontal fly (CH); 3) Shoulder press (DF); 4) Lateral rise (EL); 5) Triceps press (TS); 6) Triceps forehead (TT); and P2 reverse: TT, TS, EL, DF, CH and SH. Analyzed muscles: pectoralis major sternocostal and clavicular (PME and PMC), anterior and medial deltoid (AD and DM) and triceps brachii long head (TL). The maximal isometric voluntary contraction (CVIM) was used for normalization. Each subject performed 3 sets of 8 repetitions for each exercise with an interval of 2min and the RMS value was calculated for each repetition. For the inferential analysis was applied the Wilcoxon test. ($p \leq 0.05$). In SH exercise was obtained differences from 97.83 (P1) to 102.83% (P2) of the CVIM for the PME, from 93.39 (P1) to 100.52% (P2) for PMC, from 74.13 (P1) to 93.78% (P2) for DA, from 31.21 (P1) to 30.21% (P2) for DM and from 77.37 (P1) to 90.17% (P2) for TBL. In CH exercise were from 97.45 (P1) to 82.94% (P2) for PME, from 76.69 (P1) to 57.34% (P2) for PMC, from 31.39 (P1) to 48.32% (P2) for TBL. For DA and DM muscles there were no differences in activation between P1 and P2. In DF exercise, DM showed 92.58 (P1) and 82.82% (P2) and TBL 59.79 (P1) and 35.17% (P2), but for PME, PMC and DA there were no differences between P1 and P2. In exercising EL was found 9.82 (P1) and 6.71% (P2) for PME, 29.8 (P1) and 17.1% (P2) for PMC, 95.45 (P1) and 75.62% (P2) for DM and 12.15 (P1) and 8.82% (P2) for TBL. In TS exercise was obtained 75.09 (P1) and 95.25% (P2) for PME, 74.61 (P1) and 84.52% (P2) for DA, 24.81 (P1) and 25.74% (P2) for DM, 85.38 (P1) and 81.81% (P2) for TBL. Finally, in the exercise TT was obtained 78.08 (P1) and 62.33% (P2) for PME, 79.09 (P1) and 39.20% (P2) for PMC 62.55 (P1) and 27.76% (P2) for DA and 25.7 (P1) and 17.85% (P2) for DM. In general, it´s possible to say that there is no better order of the exercises used in strength training in terms of muscle activation for all muscle groups. What is clear is that there are differences in muscle activity to reverse the order of exercises, but the results of this study should be applied with caution, due to lack of studies on this subject.

Keywords: Electromyography, strength training, order of exercises.