

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA
GRUPO DE PESQUISAS EM ATIVIDADES AQUÁTICAS E TERRESTRES

**COMPARAÇÃO DO NÍVEL DE ATIVAÇÃO MUSCULAR ENTRE OS
EXERCÍCIOS PUXADA PELA FRENTE NO EQUIPAMENTO DE
MUSCULAÇÃO E EM BARRA FIXA EM DUAS INTENSIDADES DISTINTAS**

Matheus Giacobbo Guedes

Porto Alegre, dezembro de 2010

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA
GRUPO DE PESQUISAS EM ATIVIDADES AQUÁTICAS E TERRESTRES**

Matheus Giacobbo Guedes

**COMPARAÇÃO DO NÍVEL DE ATIVAÇÃO MUSCULAR ENTRE OS
EXERCÍCIOS PUXADA PELA FRENTE NO EQUIPAMENTO DE
MUSCULAÇÃO E EM BARRA FIXA EM DUAS INTENSIDADES DISTINTAS**

Trabalho de Conclusão de Curso – TCC II

Orientador: Prof. Dr. Luiz Fernando Martins Krueel

Porto Alegre, dezembro de 2010

AGRADECIMENTOS

Antes de tudo, gostaria de agradecer aos meus pais, Jorge Luiz Moita Guedes e Rosana Giacobbo Guedes, por terem me dado todas as oportunidades de crescimento humano e profissional, além de todo o amor e carinho ao longo da vida. Às minhas irmãs, Roberta Giacobbo Guedes e Michéle Giacobbo Guedes, por estarem sempre presentes e ajudarem de todas as formas quando necessário. Amo todos vocês!

Um agradecimento mais que especial à minha noiva, Juliani Gonçalves Martins, por todo o amor, companheirismo e dedicação dados ao longo da nossa relação. Por ter me dado a graça de ser pai, momento único e inesquecível em minha vida, e pela paciência nos momentos de ausência neste último semestre. Vocês são tudo na minha vida!

Ao professor Dr. Luiz Fernando Martins Krueel, pela orientação e todas as oportunidades de crescimento e conhecimento ao longo dos anos de graduação. Ao professor Ms. Rodrigo Ferrari da Silva pela co-orientação e ajuda na elaboração e desenvolvimento do trabalho.

Ao professor Dr. Ronei Silveira Pinto, que além de avaliador, teve papel fundamental no desenvolvimento deste trabalho e na minha formação acadêmica, além de todo conhecimento proporcionado ao longo de mais de um ano acompanhando sua disciplina na graduação.

Agradeço aos sujeitos voluntários que tornaram possível a realização do projeto e aos colegas e amigos Eurico, Régis e Cleiton que proporcionaram o desenvolvimento do mesmo. Também à professora Ms. Stephanie Santana Pinto pela ajuda essencial neste trabalho.

Por fim, a todos integrantes do GPAT, colegas e familiares que foram importantes na minha formação, obrigado.

RESUMO

COMPARAÇÃO DO NÍVEL DE ATIVAÇÃO MUSCULAR ENTRE OS EXERCÍCIOS PUXADA PELA FRENTE NO EQUIPAMENTO E EM BARRA FIXA EM DUAS INTENSIDADES DISTINTAS

Autor: Matheus Giacobbo Guedes

Orientador: professor Dr. Luiz Fernando Martins Kruehl

A correta prescrição e acompanhamento do treinamento de força (TF) passa pela apropriada análise e definição de inúmeras variáveis que são determinantes para que os resultados sejam satisfatórios. Entre elas, a seleção dos exercícios durante os diferentes ciclos de treinamento se mostra de essencial importância, pois a partir dela é possível determinar a especificidade de cada exercício, a sobrecarga (a partir da exigência muscular) e a variabilidade de estímulos (também a partir da exigência muscular). Assim, existe a necessidade de que seja claramente definida a participação muscular e o nível de ativação dos músculos nos diferentes exercícios do TF. A partir disso, é possível ordenar ou comparar os exercícios de acordo com a sua exigência muscular, facilitando o processo de seleção dos exercícios no programa de treinamento. Segundo revisão bibliográfica feita no projeto, inexistem comparações ou comprovações científicas de diferenças entre a execução do exercício puxada frontal realizado em barra fixa e em aparelho de força, sendo este exercício bastante utilizado em rotinas de treinamento e testes de esforço físico. Assim, o presente estudo teve por objetivo avaliar a participação muscular através da eletromiografia (EMG) de superfície, dos principais músculos superficiais ativados nos exercícios de puxada em barra fixa e no equipamento de musculação (latíssimo do dorso, bíceps braquial, braquiorradial, peitoral maior esternocostal) nas intensidades de 5 e 10 repetições máximas (RMs). Participaram do estudo 6 homens voluntários, saudáveis e que conseguissem realizar no mínimo 10 flexões em barra fixa com o seu peso corporal. Eles foram avaliados quanto à ativação do sinal EMG nos dois exercícios e intensidades propostos. Os sinais EMG foram normalizados segundo sua ativação (em valores RMS) obtidas em contrações

isométricas voluntárias máximas de flexão do cotovelo e adução de ombro, e a carga de cada exercício foi relativa à 5RMs e 10RMs. Para a comparação do nível de ativação muscular nos diferentes exercícios e intensidades foi utilizado o teste ANOVA de dois fatores (exercício X intensidade) com medidas repetidas. Os resultados apresentaram aumento significativo ($p < 0,05$) da atividade EMG apenas para o músculo peitoral maior esternocostal quando realizado em barra fixa. A partir disso, pode-se sugerir, para uma ativação mais efetiva dos adutores de ombro, a execução da puxada frontal em barra fixa, uma vez que a ativação do latíssimo do dorso se mantém de forma similar em comparação à máquina e a ativação do peitoral maior esternocostal é mais elevada neste movimento.

Palavras-chave: eletromiografia de superfície, ativação muscular, exercícios de força.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Autor: Matheus Giacobbo Guedes

Orientador: professor Dr. Luiz Fernando Martins Kruehl

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
1.1	JUSTIFICATIVA E PROBLEMA	7
1.2	OBJETIVOS	10
1.2.1	<i>Objetivo geral</i>	10
1.2.2	<i>Objetivos específicos</i>	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1	TREINAMENTO DE FORÇA	11
2.2	ELETROMIOGRAFIA E EXERCÍCIOS DE FORÇA.....	13
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	18
3.1	POPULAÇÃO E AMOSTRA	18
3.1.1	<i>Critérios de seleção</i>	19
3.2	VARIÁVEIS	19
3.2.1	<i>Variáveis independentes</i>	19
3.2.2	<i>Variável dependente</i>	19
3.2.3	<i>Variáveis de caracterização da amostra</i>	19
3.3	PROCEDIMENTOS PARA COLETA DE DADOS	20
3.3.1	<i>Caracterização e CIVM</i>	20
3.3.2	<i>Testes de 5RMs e 10RMs</i>	20
3.3.3	<i>Coleta do sinal eletromiográfico (EMG 1 e 2)</i>	21
3.4	PROTOCOLOS	21
3.4.1	<i>Contração isométrica voluntária máxima (CIVM)</i>	21
3.4.2	<i>Testes de 5RMs e 10RMs</i>	22
3.4.3	<i>Coleta do sinal eletromiográfico (EMG)</i>	22
3.4.4	<i>Desenho experimental</i>	24
3.5	TRATAMENTO ESTATÍSTICO	25
4	RESULTADOS	26
4.1	LATÍSSIMO DO DORSO	26
4.2	PEITORAL MAIOR ESTERNOCOSTAL	27
4.3	BÍCEPS BRAQUIAL.....	27
4.4	BRAQUIORADIAL.....	27
5	DISCUSSÃO E CONCLUSÕES	29
6	REFERÊNCIAS	32
7	ANEXOS	38

1 INTRODUÇÃO

1.1 Justificativa e problema

A busca crescente pelo treinamento de força (TF) tem estimulado os pesquisadores a estudar os benefícios e as formas de controle e prescrição dos treinamentos para a obtenção dos efeitos desejados (BAECHLE e GROVES, 2000). Os benefícios adquiridos com a prática regular dos exercícios de força (EF), tais como aumentos na força e resistência muscular, aumento de massa magra e melhoria do estado funcional, tem atraído indivíduos e motivado pesquisas com diversas faixas etárias (FLECK e KRAEMER, 2006). Dessa forma, a correta prescrição e acompanhamento do treinamento passa pela apropriada análise e definição de algumas variáveis que são determinantes para que os resultados sejam satisfatórios (FLECK e KRAEMER, 2006).

Kraemer (1983) propõe cinco principais variáveis, denominadas variáveis agudas, cuja manipulação possibilita a organização adequada das sessões de treino e é indispensável para o efetivo controle da evolução dos ciclos de treino. São elas: seleção dos exercícios, ordem dos exercícios, intensidade (sobrecarga), número de séries, número de repetições e períodos de recuperação entre as séries e exercícios.

Dessa forma, a seleção dos exercícios durante os diferentes ciclos de treinamento se mostra de essencial importância, pois a partir dela é possível determinar a especificidade de cada exercício (mono ou multiarticulares), a sobrecarga (a partir da exigência muscular) e a variabilidade de estímulos (também a partir da exigência muscular). Assim, existe a necessidade de que seja claramente definida a participação muscular e o nível de ativação dos músculos nos diferentes exercícios de treinamento de força. A partir disso será possível ordenar ou comparar os exercícios de acordo com a sua exigência muscular, facilitando o processo de seleção dos exercícios no programa de treinamento.

Uma das ferramentas que tem sido bastante utilizada para avaliar a participação muscular em diferentes exercícios de força é a eletromiografia (EMG). A EMG é uma técnica experimental que aborda o desenvolvimento, a gravação e a análise de sinais mioelétricos, representando a atividade elétrica

do músculo (BASMAJIAN e DELUCA, 1985; CORREIA e MIL-HOMENS, 2004). A forma mais freqüente de uso desta técnica em estudos que avaliam a participação muscular em exercícios de força é a EMG de superfície, na qual são utilizados eletrodos posicionados nos músculos. A utilização da EMG de superfície tem maior incidência nas pesquisas em virtude de ser de fácil execução, não ser uma técnica invasiva e permitir a aquisição do potencial elétrico de músculos específicos (DE LUCA, 1997; CORREIA e MIL-HOMENS, 2004).

São vários os trabalhos encontrados analisando a participação muscular em diferentes exercícios de força (EBBEN *et al.*, 2009; DA SILVA *et al.*, 2008; NORWOOD *et al.*, 2007; SANTANA *et al.*, 2007; COGLEY *et al.*, 2005; LEHMAN *et al.*, 2005; STERNLICHT *et al.*, 2005; WELSCH *et al.*, 2005, ESCAMILLA *et al.*, 2001). As variações de exercícios multiarticulares são alvo de diversos estudos, sendo analisada a influência de diferentes variações na participação sinérgica muscular. Barnett e Kippers (1995) encontraram uma maior participação do peitoral maior (esternocostal) no exercício supino realizado na horizontal quando comparado à posição declinada do banco. Além disso, o peitoral maior (clavicular) apresentou maior ativação quando o exercício foi realizado inclinado em relação às posições horizontal e declinada.

Outro exercício bastante utilizado nos treinamentos de força e que tem sido explorado em alguns estudos é a puxada frontal ou dorsal (SIGNORELI *et al.*, 2002; LEHMAN *et al.*, 2004; HANDA *et al.*, 2005; CARPENTER *et al.*, 2007). Este exercício envolve as articulações do ombro e cotovelo, sendo seus motores primários o latíssimo do dorso, peitoral maior (porção esternocostal, redondo maior, bíceps braquial, braquial e braquiorradial (LIMA e PINTO, 2006). O treinamento do latíssimo do dorso é considerado a parte mais importante em vários programas de treinamento de força sendo também seus exercícios defendidos por promover equilíbrio muscular para região do peito e dos ombros (LEHMAN *et al.*, 2004). Signoreli *et al.* (2002) investigaram a influência de diferentes pegadas na barra durante a puxada no latíssimo do dorso, e encontraram uma maior participação dessa musculatura quando o exercício foi realizado com pegada supinada aberta em comparação às pegadas supinada fechada e, pronada aberta e fechada. Em outro estudo, Carpenter *et al.* (2007) não encontraram diferenças de ativação no bíceps

braquial e no latíssimo do dorso durante a puxada por trás e pela frente da cabeça, tendo apenas o músculo trapézio apresentado maior participação na puxada por trás com velocidade de execução controlada.

Apesar de alguns estudos terem voltado sua atenção às variações de pegada e execução do exercício de puxada, não foi abordada a possibilidade do mesmo ser realizado com barra fixa ao invés do aparelho. A puxada na barra fixa pode ser utilizada como um teste confiável (KOLLATH *et al.*, 1991; SILVA e GOMES, 1999) e válido (SILVA *et al.*, 1999) para mensurar a força muscular relativa de membros superiores, podendo também ser utilizada como atividade física para o desenvolvimento de força muscular nos programas de aptidão física para colegiais (COTTEN, 1990; PATE *et al.*, 1993; SALLIS *et al.*, 1993) e desportistas (FORD *et al.*, 1983; GRANT *et al.*, 1996; LEGG *et al.*, 1997). De execução fácil e de custo econômico baixo, a puxada na barra é também utilizada por militares e em diversas provas de capacidade física realizadas em concursos para a avaliação da força muscular relativa de membros superiores (SILVA *et al.*, 2003; MARTINS *et al.*, 2004).

Tendo em vista a vasta utilização tanto em treinamentos como em formas de avaliação do exercício puxada em barra fixa e a inexistência de comparações ou comprovações científicas de diferenças entre esta execução e utilizando o equipamento, o presente estudo pretende responder o seguinte questionamento:

Existe diferença na ativação dos grupos musculares trabalhados no exercício de puxada em barra fixa e no aparelho de musculação nas intensidades de 5RMs e 10RMs?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Avaliar e comparar a participação muscular através da EMG de superfície, dos principais músculos superficiais ativados nos exercícios de puxada em barra fixa e no equipamento de musculação (latíssimo do dorso, bíceps braquial, braquiorradial, peitoral maior esternocostal) nas intensidades de 5 e 10 repetições máximas.

1.2.2 Objetivos específicos

- Avaliar e comparar o nível de ativação muscular dos músculos latíssimo do dorso, bíceps braquial, braquiorradial e peitoral maior esternocostal entre os exercícios puxada em barra fixa e em aparelho para uma intensidade de 10 repetições máximas (10RMs) ;
- Avaliar e comparar o nível de ativação muscular dos músculos latíssimo do dorso, bíceps braquial, braquiorradial e peitoral maior esternocostal entre os exercícios puxada em barra fixa e em aparelho para uma intensidade de 5 repetições máximas (5RMs);
- Comparar o nível de ativação muscular dos músculos latíssimo do dorso, bíceps braquial, braquiorradial e peitoral maior esternocostal no exercício puxada em barra fixa entre as intensidades de 5RMs e 10RMs;
- Comparar o nível de ativação muscular dos músculos latíssimo do dorso, bíceps braquial, braquiorradial e peitoral maior esternocostal no exercício puxada no aparelho de musculação entre as intensidades de 5RMs e 10RMs;

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Treinamento de força

Segundo Badillo e Ayestarán (2001), a força, no âmbito esportivo, poderia ser definida como a tensão máxima manifestada pelo músculo ou conjunto de grupos musculares a uma determinada velocidade. O treinamento de força visa o aprimoramento de suas diferentes manifestações: força máxima, força rápida (potência) e força resistente. A força máxima representa a maior força disponível que o sistema neuromuscular pode mobilizar através de uma contração voluntária máxima (WEINECK, 1999). A força rápida ou potência está associada à aplicação funcional da força e da velocidade (WILMORE e COSTILL, 2001), compreendendo a capacidade do sistema neuromuscular de movimentar uma determinada carga com uma velocidade máxima (WEINECK, 1999). A força resistente ou resistência de força é entendida como a capacidade do músculo de trabalhar repetidamente com cargas moderadas por um período longo de tempo (BAECHLE e GROVES, 2000).

Diversos benefícios e adaptações crônicas provocadas pelo TF têm sido demonstrados na literatura (DESCHENES e KRAEMER, 2002). Incrementos na força e resistência muscular, aumentos de massa magra, diminuição da gordura corporal, melhoria do desempenho físico em atividades esportivas e da vida diária, tem atraído indivíduos e motivado pesquisas com diversas faixas etárias (BRENTANO *et al.*, 2008; FAIGENBAUM *et al.*, 2001; RHEA *et al.*, 2002). Para promover tais adaptações, várias modalidades de TF (ex.: dinâmico, isométrico, isocinético) podem ser utilizadas, bem como a utilização de diferentes sistemas de treinamento (combinação de séries, repetições e cargas).

As adaptações de força podem ocorrer por dois fatores: neuromusculares e morfológicos. Segundo Fleck e Kraemer (2006), os rápidos incrementos iniciais da força devido ao treinamento parecem ser mediados por fatores neurais. Tais fatores estão relacionados aos seguintes processos: aumento da função neural do músculo (taxa de disparo e recrutamento), aumento da sincronização das unidades motoras, redução da ativação de

antagonistas, coordenação de todas as unidades motoras e dos músculos envolvidos no movimento e inibição dos mecanismos musculares protetores (ex.: órgãos tendinosos de Golgi). Os fatores morfológicos têm sido observados pelo tamanho muscular aumentado dos indivíduos treinados em força e tem sido atribuído à hipertrofia das fibras musculares existentes. Esse aumento na área de secção transversa das fibras musculares é atribuído à elevação do número de filamentos de actina e miosina, e a uma adição de sarcômeros dentro das fibras musculares existentes, sendo as fibras do tipo II mais responsivas a hipertrofia.

Häkkinen e Häkkinen (1995), utilizando homens e mulheres de meia idade e idosos treinados por 12 semanas com intensidades entre 30% e 80% da força máxima, demonstraram as possíveis adaptações neurais e morfológicas decorrentes do TF. Os indivíduos obtiveram aumentos significativos na força muscular (torque) em média de 76%, além de terem sido observados aumentos significativos em todos os grupos no sinal EMG dos músculos treinados, principalmente nas primeiras quatro a oito semanas. Foi observado ainda, aumento significativo na área de secção transversa do quadríceps femoral, bem como na força máxima relativa à área muscular em todos os grupos após 12 semanas, sugerindo que adaptações neurais e morfológicas foram responsáveis pelo aumento na força muscular.

Para assegurar a correta prescrição e conseqüentemente atingir os objetivos propostos, o planejamento do programa de TF deve manipular diferentes variáveis que combinadas provoquem os benefícios pretendidos. Segundo Kraemer e Ratamess (2004), as variáveis agudas do TF a serem controladas são: a ação muscular utilizada (tipos de contrações), a carga utilizada (intensidade do treinamento), o volume do treino (número de repetições e séries), a seleção dos exercícios, a seqüência dos exercícios, o tempo de intervalo entre as séries, a velocidade das repetições e a freqüência de treinamento. Ainda, segundo Tan (1999), após escolhido o exercício, as demais variáveis podem ser agrupadas em dois grandes grupos: as relacionadas à intensidade (a carga utilizada, o tipo de contração, a velocidade das contrações, o tempo de intervalo entre as séries, a ordem dos exercícios e o número de sessões por dia) e as relacionadas ao volume (o número de repetições por séries, o número de séries e a freqüência semanal de

treinamento). A combinação e manipulação destas variáveis ao longo do período de treinamento definirão a periodização de treinamento.

2.2 Eletromiografia e exercícios de força

A EMG consiste na coleta, processamento e posterior quantificação da atividade elétrica desenvolvida num músculo a partir da estimulação voluntária ou involuntária de um conjunto de unidades motoras específicas (SODERBERG E KNUTSON, 2000).

A entrada de uma fibra muscular em ação é sempre precedida de uma corrente eletroquímica que percorre sua membrana. Na propagação da despolarização da membrana provocada pelo potencial de ação que gerará a contração muscular, cria-se uma diferença de potencial entre zonas ativas e inativas no sarcolema. Essa diferença de potencial produz, devido às propriedades condutoras dos meios biológicos, uma corrente que se difunde e que pode ser detectada e registrada através dos eletrodos. O potencial recolhido pela EMG de superfície não é o verdadeiro PA muscular e sim um fenômeno elétrico consecutivo à sua passagem (CORREIA e MIL-HOMENS, 2004).

A EMG tem sido utilizada como um recurso relacionado a intervenções clínicas (funções e disfunções musculares), bem como no controle das adaptações decorrentes do treino físico, sobretudo de força muscular pelo aumento da amplitude do sinal pós treinamento (HÄKKINEN *et al.*, 2001). O uso da EMG como ferramenta para avaliar a participação muscular em diferentes exercícios de força tem motivado diversos estudos nas últimas décadas, devido sua importância no planejamento de treinamentos mais eficientes (EBBEN *et al.*, 2009; DA SILVA *et al.*, 2008; NORWOOD *et al.*, 2007; SANTANA *et al.*, 2007; COGLEY *et al.*, 2005; LEHMAN *et al.*, 2005; STERNLICHT *et al.*, 2005; WELSCH *et al.*, 2005, ESCAMILLA *et al.*, 2001). Nesta perspectiva, são avaliadas alterações na participação dos grupos musculares com variações no mesmo exercício de força utilizados (CARPENTER *et al.*, 2007; CLEMONS e AARON, 1997; MCCAWE e FRIDAY, 1994; SIGNORILE *et al.*, 1995) ou a participação de uma mesma musculatura

em diferentes exercícios (EBBEN e JENSEN, 2002; SIGNORILE *et al.*, 1994; WRIGHT *et al.*, 1999).

Vários pesquisadores estudaram os efeitos de variações do exercício de agachamento em diversas publicações (MALDONADO *et al.*, 2008; YODAS *et al.*, 2007; EBBEN e JENSEN, 2002; BOYDEN *et al.*, 2000; CATERISANO *et al.*, 2000; SIGNORILE *et al.*, 1994 e 1995). A natureza multiarticular e a grande capacidade de transferência funcional para atividades diárias têm incentivado a análise deste exercício. Caterisano *et al.* (2002) avaliaram a ativação de 4 músculos (vasto medial, vasto lateral, bíceps femural e glúteo máximo) durante três amplitudes de agachamento (parcial, paralela ao solo e profundo). Os testes indicam diferenças significativas ($p \leq 0,05$) na contribuição relativa do glúteo máximo durante a fase concêntrica entre as amplitudes parcial (16,9%), paralela ao solo (28,0%) e profundo (35,4%). Não houve diferença significativa na participação relativa do bíceps femural, vasto medial e vasto lateral nas diferentes amplitudes de execução do exercício. Esses resultados sugerem que o glúteo máximo, mais do que o bíceps femural, vasto lateral e vasto medial se torna mais ativo quanto maior é a profundidade do agachamento.

Boyden *et al.* (2000), avaliaram a influência da posição dos pés durante a execução do agachamento nos músculos da coxa (vasto lateral, vasto medial e reto femural). Foram testadas 4 posições dos pés: com 10° de rotação interna, posição neutra, 10° de rotação externa e 20° de rotação externa. Os testes foram realizados com cargas correspondentes a 65% e 75% de 1RM. Os resultados indicam que as rotações dos pés nestas posições não influenciam a média e o pico de atividade EMG durante a atividade. Assim, a prática de adotar a rotação das pernas para priorizar o trabalho de determinada musculatura da coxa não é suportada.

Em outra perspectiva, Signorile *et al.* (1994) compararam a ativação muscular do vasto medial e do vasto lateral entre o exercício de agachamento e de extensão de joelhos. As comparações entre os exercícios foram realizadas durante a execução de 10 repetições máximas separadas por 15 minutos entre elas. Não foram encontradas diferenças significativas no valor RMS da EMG para o vasto lateral e o vasto medial durante os exercícios. O agachamento promoveu maior atividade elétrica do que a extensão de joelhos em ambos os músculos ($p < 0,05$). Segundo os autores, este resultado

questiona o papel da extensão de joelhos como exercício complementar ao agachamento.

Diversos estudos analisaram diferenças de ativação muscular no exercício supino, um exercício multiarticular utilizado em grande parte dos treinamentos de força para membros superiores (NORWOOD *et al.*, 2007; SANTANA *et al.*, 2007; COGLEY *et al.*, 2005; LEHMAN *et al.*, 2005; WELSCH *et al.*, 2005; CLEMONS e AARON, 1997; GLASS e ARMSTRONG, 1997; BARNETT *et al.*, 1995). Barnett *et al.* (1995), investigaram os efeitos da variação de inclinação do banco de supino (horizontal, inclinado, declinado e vertical) na atividade muscular de cinco músculos que agem sobre o ombro (peitoral maior esternocostal, peitoral maior clavicular, deltóide anterior, cabeça longa do tríceps e latíssimo do dorso). O peitoral maior esternocostal foi mais ativo durante a posição horizontal comparada à posição declinada. Também, o peitoral maior clavicular foi menos ativo durante a execução inclinada e não foi mais ativo durante o inclinado comparado ao horizontal. O deltóide anterior não apresentou diferenças de acordo com o aumento da inclinação. A cabeça longa do tríceps foi mais ativa durante o declinado e horizontal em comparação às outras duas posições. O latíssimo do dorso exibiu baixa atividade em todas as condições (todos com $p < 0,05$).

Welsch *et al.* (2005) analisaram a participação do peitoral maior e do deltóide anterior na execução do supino utilizando barra e halteres, e também no exercício crucifixo. Os autores não encontraram diferença nos padrões de ativação da musculatura utilizada entre os exercícios, tendo apenas o exercício crucifixo apresentado menor tempo de ativação durante a execução ($p < 0,05$).

Outro exercício multiarticular para membros superiores bastante utilizado nos programas de treinamento, que tem muita importância em testes de força para membros superiores, e que não recebe tanta atenção da literatura é a puxada (SIGNORELI *et al.*, 2002; LEHMAN *et al.*, 2004; HANDA *et al.*, 2005; CARPENTER *et al.*, 2007). Carpenter *et al.* (2007), compararam a atividade eletromiográfica entre dois tipos do exercício puxada: puxada por trás da cabeça e puxada pela frente da cabeça. Foram examinadas as atividades dos músculos bíceps braquial, tríceps, latíssimos do dorso, trapézio e peitoral em três condições: cadenciado a 80% de 1RM (CT80), sem cadência a 80% de 1RM (SCT80) e sem cadência a 70% de 1RM (SCT70). Os resultados sugerem

diferença significativa apenas para o músculo trapézio na condição CT80, realizando a puxada por trás. Para todos os outros músculos, em qualquer condição, cadência ou intensidade, não foi encontrada diferença significativa. Conclui-se, assim, que a puxada por trás se mostrou com leve superioridade na ativação elétrica para quase todos os músculos, porém apenas o trapézio apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) em uma das condições.

Em outro estudo, Lehman *et al.* (2004) determinaram o nível de ativação muscular, expressa como percentual da contração de normalização, do latíssimo do dorso, bíceps braquial e trapézio transverso durante quatro exercícios: puxada com pegada aberta, puxada com pegada supinada, remada com adução das escápulas e remada sem adução das escápulas. Os resultados mostraram que a atividade do latíssimo do dorso foi maior durante a remada com adução da escápula do que na puxada com pegada aberta ou supinada. O nível de adução da escápula não influenciou a atividade do latíssimo do dorso. O nível de ativação do bíceps braquial foi o mesmo durante todos os exercícios. A adução das escápulas também não influenciou o nível de ativação do trapézio transverso. No entanto, a execução da remada sem adução das escápulas resultou em aumento da atividade muscular quando comparada com a puxada supinada. Dessa forma, as variações nos exercícios cujo latíssimo do dorso é o principal músculo ativado são capazes de produzir pequenas alterações na atividade da musculatura secundária durante sua realização.

Signorile *et al.* (2002), investigaram os efeitos de diferentes posições das mãos (pegadas) na atividade EMG de 5 músculos responsáveis por movimentos do ombro durante o exercício de puxada. Foi utilizada a pegada fechada, a supinada, a aberta frontal e a aberta posterior, e avaliados os músculos: latíssimo do dorso, peitoral maior, deltóide posterior, redondo maior e cabeça longa do tríceps. Durante a fase concêntrica do movimento o valor normalizado do latíssimo do dorso foi maior na pegada frontal aberta em comparação às demais. Para a cabeça longa do tríceps, a pegada aberta anterior apresentou maior atividade EMG entre todas, e a pegada aberta posterior apresentou maior atividade EMG do que a supinada e a fechada. O deltóide posterior e o peitoral maior apresentaram respostas similares, sendo a atividade EMG significativamente menor na pegada aberta posterior. Durante a

fase excêntrica, o latíssimo do dorso obteve maior ativação na pegada aberta anterior, enquanto a pegada aberta posterior apresentou maior nível de ativação do que a pegada fechada. O nível de ativação da cabeça longa do tríceps mostrou maior atividade na pegada aberta anterior do que a supinada e a fechada. E, para o deltóide posterior, a pegada fechada obteve maior nível de ativação comparada às duas pegadas abertas. Esses resultados indicam que as alterações na posição das mãos afetam a atividade dos músculos envolvidos no exercício de puxada, no entanto nenhuma das posições foi realizada em barra fixa. Além disso, a realização do exercício de puxada com pegada aberta frontal produz maior atividade EMG do latíssimo dorsal do que qualquer outra posição durante as duas fases do movimento.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 População e amostra

A população foi constituída de indivíduos não atletas do sexo masculino com idade entre 18 e 30 anos praticantes de musculação a pelo menos 6 meses. A divulgação para a seleção da amostra ocorreu por meio de cartazes e anúncios colocados em academias de grande circulação da cidade de Porto Alegre e na Escola de Educação Física da UFRGS. Aos indivíduos que estivessem aptos e apresentassem interesse em participar do estudo foi feito contato telefônico pelo autor para esclarecimentos sobre os procedimentos e análises que foram realizadas, bem como a marcação dos dias dos testes.

A amostra foi composta por 6 homens voluntários, saudáveis (questionário de QPAF (Nahas, 2003, ANEXO 2)) e que conseguiam realizar no mínimo 10 flexões em barra fixa com o seu peso corporal. O cálculo do “n” amostral foi realizado tendo como base os estudos de Signorille *et al.* (2002), Lehman *et al.* (2004) e Carpenter *et al.* (2007), que utilizaram exercícios e comparações semelhantes ao deste estudo. Foi adotado um nível de significância de 0,05, um poder de 90% para ambos os estudos enquanto que um coeficiente de correlação de 0,8 para as variáveis de atividade eletromiográfica muscular, sendo obtido um “n” de 16 indivíduos que realizarão os dois exercícios nas duas intensidades propostas. Até o presente momento, 6 indivíduos terminaram todas as sessões propostas no estudo; a discussão feita ao longo do trabalho está baseada na hipótese de que os indivíduos subseqüentes apresentarão resposta similar aos exercícios e intensidades. Dessa forma, a discussão é feita acreditando-se que os resultados tendam às respostas apresentadas até agora.

Os sujeitos foram informados sobre os procedimentos metodológicos dessa investigação, sendo-lhes posteriormente entregue um documento individual em que é manifestado o interesse em fazer parte da amostra, devendo este ser assinado (Anexo 1). O projeto passou por aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UFRGS (projeto número19328).

3.1.1 Critérios de seleção

Serão excluídos do estudo os indivíduos: que apresentem histórico de problemas osteomioarticulares e/ou cardiorrespiratórios (questionário de QPAF (Nahas, 2003, ANEXO 2)); que não participam de um programa de treinamento de força a pelo menos seis meses; e que não consigam realizar no mínimo 10 flexões em barra fixa com o seu peso corporal.

3.2 Variáveis

3.2.1 Variáveis independentes

- Os exercícios de força puxada na barra fixa e no aparelho de musculação;
- As intensidades de 5RMs e 10RMs;

3.2.2 Variável dependente

- Amplitude do sinal eletromiográfico dos músculos latíssimo do dorso, bíceps braquial, braquiorradial e peitoral maior esternocostal no exercício de força puxada em barra fixa nas intensidades de 5RMs e 10RMs;
- Amplitude do sinal eletromiográfico dos músculos latíssimo do dorso, bíceps braquial, braquiorradial e peitoral maior esternocostal no exercício de força puxada no equipamento de musculação nas intensidades de 5RMs e 10RMs;

3.2.3 Variáveis de caracterização da amostra

Idade, estatura e massa corporal.

3.3 Procedimentos para coleta de dados

3.3.1 Caracterização e CIVM

Na primeira sessão foram esclarecidas todas as etapas do estudo e, em concordância com o sujeito em continuar na pesquisa, foi realizada a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE – Anexo 1). A primeira etapa da coleta de dados foi a mensuração das características antropométricas do sujeito (estatura e massa corporal). Na seqüência foi realizada a aquisição do sinal EMG para estabelecer o nível de ativação muscular de cada músculo (latíssimo do dorso, bíceps braquial, braquiorradial e peitoral maior esternocostal) na Contração Isométrica Voluntária Máxima (CIVM). As CIVM's para aquisição do sinal de referência do latíssimo do dorso e peitoral maior esternocostal foram realizadas para a adução do ombro, estando o indivíduo em pé com o ombro direito abduzido a 90°. Para o bíceps braquial e o braquiorradial, as CIVM's foram realizadas para a flexão do cotovelo estando sujeito em pé com o cotovelo direito fletido a 90°.

3.3.2 Testes de 5RMs e 10RMs

Os testes de 5RMs e 10RMs em cada um dos exercícios utilizados foram realizados em sessões com no mínimo 24 horas de intervalo. Em cada sessão foram realizados os testes em uma das intensidades nos dois exercícios, sorteadas aleatoriamente (por exemplo, o indivíduo sorteou a seqüência de 10RMs, em seguida sorteou a ordem barra fixa e aparelho). Uma segunda sessão de reteste foi realizada para confirmar as cargas, e no caso de não ter sido atingido um valor estável, uma terceira sessão foi marcada. Os valores relativos à 5RMs e 10RMs foram definidos por tentativa e erro a partir das cargas de treino dos indivíduos, com um máximo de 6 tentativas, intervalos de 10 minutos entre cada uma, e, com ritmo de execução controlado de 1,5 segundos para cada fase (concêntrica/excêntrica). Essa velocidade foi escolhida por manter uma ativação muscular constante durante toda amplitude de movimento e também para manter a técnica correta (SAKAMOTO E SINCLAIR, 2006).

3.3.3 Coleta do sinal eletromiográfico (EMG 1 e 2)

Após estabelecidas as cargas relativas a 5RMs e 10RMs obtidas na sessão de testes, foram coletados o sinal EMG dos músculos (latíssimo do dorso, bíceps braquial, braquiorradial e peitoral maior esternocostal) nos exercícios de puxada em barra fixa e no equipamento, em duas sessões com intervalo mínimo de 24 horas entre as mesmas. Para evitar o efeito de interferência da fadiga na aquisição do sinal, o intervalo entre as duas séries avaliadas em cada sessão foram de, no mínimo, 10 minutos, sendo a ordem de coleta dos exercícios também sorteada (BEHM e ST-PIERRE, 1997).

3.4 Protocolos

3.4.1 Contração isométrica voluntária máxima (CIVM)

Para a aquisição dos valores para a normalização dos dados, foram realizadas 3 CIVMs para flexão de cotovelo a 90° com a radioulnar neutra e 3 CIVMs para a adução do ombro a 90°, sendo o sinal de maior magnitude posteriormente utilizado. A ativação dos músculos durante os exercícios foi expressa como um percentual referente à CIVM de cada um.

Cada CIVM foi realizada durante um período de cinco segundos (De LUCA, 1997). Ao longo destes, além do sinal EMG, foi obtida a curva de força com a utilização de uma célula de carga acoplada às placas externas do equipamento. Deste período de 5 segundos, foi calculado o valor RMS somente do período de 1 segundos em que a força se manteve constante (KALMAR e CAFARELLI, 2006).

O exercício de puxada no equipamento foi realizado em aparelho da marca World com resolução de 5 kg. Para ajustar o peso das 5RMs e 10RMs no exercício de puxada em barra fixa, caso o indivíduo realizasse mais de 10RMs com seu peso corporal, foram utilizadas caneleiras de 1kg a 10kg colocadas nas pernas do indivíduos.

3.4.2 Testes de 5RMs e 10RMs

O teste de 10 RMs iniciou com os sujeitos fazendo um aquecimento articular. Após, o sujeito se posicionou no equipamento específico de cada exercício de força e a carga estabelecida para cada um deles foi ajustada.

A carga foi determinada no máximo em 6 tentativas por sessão, para evitar a influência da fadiga nos resultados. O intervalo entre cada tentativa foi de, no mínimo, 10 minutos. Caso não alcançada a carga máxima relativa às repetições, um novo dia de coleta foi estabelecido. A carga obtida nos testes de 5RMs e 10RMs de cada sujeito em cada exercício, foi utilizada para posterior aquisição e relativização do sinal EMG nessas intensidades.

Os exercícios iniciaram sempre pela fase concêntrica, estando os indivíduos com os ombros abduzidos, os cotovelos estendidos e segurando a barra com a radioulnar em pronação. O final da fase concêntrica foi determinada pela posição da barra em relação ao indivíduo, ou seja, quando a barra estivesse na linha do queixo do indivíduo, o mesmo foi orientado a iniciar a fase excêntrica. O ritmo de execução de 1,5 segundos para cada fase (concêntrica e excêntrica) foi controlado com um metrônomo digital da marca Dolphin.

3.4.3 Coleta do sinal eletromiográfico (EMG)

O sinal EMG de cada músculo em cada exercício de força foi coletado com uma sobrecarga equivalente a 5RMs e 10RMs, avaliada conforme descrição anterior. O intervalo de coleta do sinal EMG entre os exercícios foi de, no mínimo, 10 minutos, sendo a ordem dos exercícios previamente sorteada.

3.4.3.1 Aquisição do sinal

O sinal EMG foi coletado no primeiro dia durante o teste de CIVM e nos dois últimos dias, quando o sujeito realizou os exercícios de força de membros superiores selecionados com as cargas relativas aos testes de 5 e 10RMs.

Para a aquisição dos dados eletromiográficos foram utilizados dois eletromiógrafos Miotool 400, da marca MIOTEC - Equipamentos Biomédicos. O equipamento é composto por um sistema de 4 canais, 2000 Hz por canal. Serão utilizados eletrodos de superfície, com 15 mm de raio, pré-amplificados com configuração bipolar da marca *Tyco Healthcare*, Mini Medi-Trace 100, Kendall Medtrace.

Antes da colocação dos eletrodos foi realizada a depilação da pele e abrasão com algodão umedecido e álcool, com o intuito de diminuir a impedância da pele. O nível de resistência entre os eletrodos foi medido e controlado antes de cada sessão com um multímetro digital, devendo ser mantido abaixo de 3000 Ohms (NARICI *et al.*, 1989).

A distância inter-eletrodos foi de 30 mm do centro do eletrodo que é fixada pelo pré-amplificador. O eletrodo terra foi posicionado na clavícula, protuberância óssea próxima ao local de aquisição do sinal. Além disso, a fim de certificar o mesmo posicionamento dos eletrodos ao longo dos dias de coleta, a pele foi marcada com caneta dermatográfica e foi feito um “mapa” (FERRI *et al.*, 2003; NARICI *et al.*, 1989) com lâminas transparentes utilizando manchas e sinais da pele dos indivíduos (HÄKKINEN & KOMI, 1983).

A colocação (posicionamento) dos eletrodos foi feita de acordo com as orientações propostas por Leis e Trapani (2000) como segue:

- Latíssimo do dorso: na linha da fossa axilar, lateralmente ao ângulo inferior da escápula;
- Peitoral maior: na linha da fossa axilar, sobre o volume do músculo;
- Bíceps braquial: anteriormente, no ventre do músculo;
- Braquiorradial: 2 a 3cm lateralmente ao tendão do bíceps (o braquiorradial é o primeiro músculo localizado lateralmente ao tendão do bíceps braquial).

3.4.3.2 Tratamento do sinal EMG

O sinal captado pelo eletromiógrafo foi gravado em um microcomputador no *software* Miograph, para posterior análise no *software* SAD32. Primeiramente, foram retirados os ganhos do sinal nos arquivos brutos, e então realizada a filtragem digital do sinal utilizando-se filtros do tipo Passa-banda

Butterworth, de 5ª ordem, com frequência de corte entre 20 e 500 Hz e remove picos automáticos.

Após os procedimentos de filtragem descritos acima, as curvas do sinal correspondente às contrações voluntárias máximas (tempo de 5 s), foram recortadas durante o platô da curva de força, durante um período de um segundo, para a obtenção do valor RMS. O maior valor RMS obtido nas CIVMs realizadas foi utilizado para normalizar os dados obtidos nos diferentes exercícios durante a realização dos mesmos com a carga relativa aos testes de 5 e 10RMs.

Em relação ao tratamento do sinal EMG obtido nos exercícios dinâmicos, foram calculados o valor RMS das repetições centrais (2ª a 9ª) do protocolo de 10RMs, e o valor RMS das repetições centrais (2ª a 4ª) do protocolo de 5RMs, e o valor médio destas repetições foram utilizados. Para o recorte do sinal EMG referente a cada uma das repetições acima referidas, foi utilizado um sensor de deslocamento para definir o início e final de cada repetição analisada.

Com objetivo de quantificação dos exercícios de acordo com o nível de ativação muscular dos músculos analisados, esses valores foram expressos em percentual do valor RMS do sinal EMG obtido na CIVM (% CIVM) (KALMAR e CAFARELLI, 2006).

3.4.4 Desenho experimental

O estudo foi realizado em no mínimo 6 sessões com cada indivíduo, das quais uma era para caracterização e testes isométricos, três ou quatro sessões para determinação das cargas de 5RMs e 10RMs e duas para coletas do sinal EMG. Abaixo é apresentado um desenho esquemático do protocolo do trabalho.



Figura 1. Desenho experimental do estudo. Sessões correspondentes à caracterização e contrações isométricas voluntárias máximas (CIVM), testes de 5RMs e 10RMs, e coleta do sinal eletromiográfico nos dois exercícios e nas duas intensidades (EMG 1 e EMG 2).

Durante a realização do estudo os sujeitos evitaram atividades extenuantes por até 48 horas antes de cada avaliação. A ordem de execução dos exercícios e as intensidades foram sorteadas aleatoriamente entre os indivíduos. A pesquisa foi realizada na sala de musculação da EsEF – UFRGS.

3.5 Tratamento estatístico

Para apresentação dos dados, será utilizada estatística descritiva com os valores expressos em média e desvio padrão (Média \pm DP). Foi realizado o teste de Shapiro-Wilk para determinação da normalidade dos dados. Para a comparação do nível de ativação muscular nos diferentes exercícios e intensidades foi utilizado o teste ANOVA de dois fatores (exercício X intensidade) com medidas repetidas. O nível de significância utilizado foi de $\alpha < 0,05$ e todos os testes foram realizados no software SPSS (versão 13.0).

4 Resultados

Os resultados dos músculos avaliados nos diferentes exercícios serão apresentados separados um a um. Todas as variáveis analisadas apresentaram distribuição normal (ANEXO C). Os dados de caracterização da amostra estão apresentados na tabela 1:

Tabela 1. Caracterização da amostra (valores em média \pm desvio-padrão) com idade, estatura (EST), massa corporal (MC), carga para cinco e dez repetições máximas (5RMs e 10RMs) nos dois exercícios de puxada (barra fixa e máquina).

	Média \pm Desvio padrão (n=6)
Idade (anos)	23,0 \pm 2,9
Estatura (cm)	169,8 \pm 7,8
Massa corporal (kg)	75,1 \pm 4,1
5RMs barra fixa (kg)	89,1 \pm 10,5
5RMs máquina (kg)	84,0 \pm 10,2
10RMs barra fixa (kg)	80,6 \pm 7,5
10RMs máquina (kg)	69,5 \pm 10,2

4.1 Latíssimo do dorso

Os resultados da análise de variância não apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) em nenhum dos parâmetros avaliados para este músculo. Na tabela 2 são apresentados os valores normalizados (como % da CIVM) da ativação do latíssimo do dorso nos diferentes exercícios e intensidades.

Tabela 2. Valores em média e desvio-padrão (DP) da ativação muscular do latíssimo do dorso expresso como percentual da contração isométrica voluntária máxima (CIVM), nos exercícios realizados em barra fixa e na máquina nas intensidades de 10RMs e 5RMs.

	Média \pm DP	Sig.Intensidade	Sig. Exercício	Sig. Intensidade*Exercício
10RMs barra fixa	144,53 \pm 36,63	0,601	0,689	0,439
5RMs barra fixa	143,41 \pm 58,19			
10RMs máquina	142,30 \pm 19,78			
5RMs máquina	157,49 \pm 38,70			

4.2 Peitoral maior esternocostal

Os resultados apresentados na tabela 3 mostram diferença significativa ($p = 0,032$) quando comparadas os dois modos de execução dos exercícios para este músculo, tendo a execução na barra fixa apresentado ativação muscular superior à realização na máquina.

Tabela 3. Valores em média e desvio-padrão (DP) da ativação muscular do peitoral maior esternocostal expresso como percentual da contração isométrica voluntária máxima (CIVM), nos exercícios realizados em barra fixa e na máquina nas intensidades de 10RMs e 5RMs.

	Média \pm DP	Sig.Intensidade	Sig. Exercício	Sig. Intensidade*Exercício
10RMs barra fixa	88,34 \pm 31,12	0,108	0,032*	0,853
5RMs barra fixa	104,51 \pm 40,36			
10RMs máquina	74,32 \pm 26,62			
5RMs máquina	88,03 \pm 26,69			

*diferença significativa ($p < 0,05$)

4.3 Bíceps braquial

Segundo a análise dos dados apresentados na tabela 4, este músculo apresentou ativação significativamente aumentada ($p = 0,048$) quando executado em intensidade mais elevada.

Tabela 4. Valores em média e desvio-padrão (DP) da ativação muscular do bíceps braquial expresso como percentual da contração isométrica voluntária máxima (CIVM), nos exercícios realizados em barra fixa e na máquina nas intensidades de 10RMs e 5RMs.

	Média \pm DP	Sig.Intensidade	Sig. Exercício	Sig. Intensidade*Exercício
10RMs barra fixa	61,30 \pm 20,58	0,048*	0,118	0,514
5RMs barra fixa	79,14 \pm 35,22			
10RMs máquina	54,30 \pm 15,93			
5RMs máquina	68,72 \pm 23,20			

*diferença significativa ($p < 0,05$)

4.4 Braquiorradial

Similar ao bíceps braquial, a atividade muscular do braquiorradial apresentou significativo aumento ($p = 0,013$) quando o exercício foi realizado em maior intensidade, conforme a tabela 5.

Tabela 5. Valores em média e desvio-padrão (DP) da ativação muscular do braquiorradial expresso como percentual da contração isométrica voluntária máxima (CIVM), nos exercícios realizados em barra fixa e na máquina nas intensidades de 10RMs e 5RMs.

	Média \pm DP	Sig.Intensidade	Sig. Exercício	Sig. Intensidade*Exercício
10RMs barra fixa	82,40 \pm 17,41	0,013*	0,227	0,285
5RMs barra fixa	106,03 \pm 37,71			
10RMs máquina	64,99 \pm 20,49			
5RMs máquina	103,09 \pm 26,32			

*diferença significativa ($p < 0,05$)

5 Discussão

Os principais resultados do estudo até o momento, demonstram que a musculatura principal responsável pela execução do movimento apresenta um padrão de ativação diferente em relação às execuções dos exercícios. O movimento articular principal do exercício é a adução do ombro, tendo como motores primários o peitoral maior esternocostal e o latíssimo do dorso. A intensidade de ativação muscular do latíssimo do dorso não parece ser afetada pela forma com que é realizado o movimento. A maior instabilidade provocada pelo exercício em barra fixa, pelo corpo estar em suspensão, parece não provocar aumento significativo de atividade elétrica deste músculo nestas intensidades. Por outro lado, o peitoral maior esternocostal, segundo os achados do estudo, apresenta ativação muscular superior quando a execução é feita em barra fixa, podendo este ser mais afetado pelo desequilíbrio provocado por esta execução. Tentando padronizar a execução de todos os indivíduos, a execução do exercício em barra fixa foi realizada com as pernas estendidas, no entanto, a oscilação do tronco observada durante esta execução é maior do que a observada durante a puxada no aparelho, situação em que o indivíduo encontra-se sentado com as pernas fixas. Pode ser especulada uma possível resposta à provável maior atividade dos músculos eretores da espinha nesta forma livre de execução, no entanto, falta suporte em alguma evidência avaliada.

As respostas de aumento de atividade muscular relativas às intensidades dos exercícios apresentadas pelos músculos bíceps braquial e braquiorradial já poderiam ser esperadas. Pela EMG ser um método de avaliação relacionado aos potenciais de ação das fibras musculares, a resposta de aumento da atividade EMG com o aumento da intensidade de exercício é natural. Quanto maior a atividade elétrica muscular, ou seja, maior número de potenciais de ação (taxa de disparo e número de unidades motoras sincronizadas) ocorrida durante a contração e mais unidades motoras ativadas, maior densidade do sinal EMG (De Lucca et al., 2006). Essa explicação suporta o aumento da atividade muscular apresentada em intensidades mais altas nos músculos flexores do cotovelo avaliados.

Por outro lado, o mesmo padrão não foi observado quando os adutores do ombro foram testados, mostrando assim um comportamento diferente das articulações envolvidas nos exercícios. Os músculos latíssimo do dorso e peitoral maior esternocostal, não apresentaram aumentos significativos na atividade EMG com o aumento da intensidade do exercício (de 10RMs para 5RMs). Carpenter *et al.* (2007) também não encontraram aumento de atividade EMG destes músculos em diferentes intensidades executando a puxada pela frente. Foram comparadas três situações que interferiram no número máximo de repetições, alterando, assim, a intensidade do exercício: a primeira variação, a 80% de 1RM, foi realizada com velocidade controlada (1,5 segundos para cada fase) e teve como tendência central (moda) uma intensidade de 9RMs; a segunda e terceira variações, utilizando 80% de 1RM e 70% de 1RM, sem velocidade controlada, apresentaram moda de 12RMs. Segundo os autores, a abordagem avaliando a atividade EMG durante todas as repetições da série, aumentando o sinal EMG pelo aumento da fadiga pode ter interferido no não aparecimento destas diferenças. Em outro estudo que apresenta diferenças na ativação do latíssimo do dorso entre variações do exercício de puxada (SIGNORILLE *et al.*, 2002) foram recortadas e analisadas apenas as 3 primeiras repetições de cada protocolo de 10RMs, para evitar a interferência da fadiga. Com esse procedimento, é possível que a atividade EMG analisada não tenha sido condizente com a intensidade do exercício.

6 Conclusão e aplicação prática

Em conclusão, os principais resultados do estudo sugerem que, em homens jovens treinados em força, não houve diferenças significativas na ativação muscular do latíssimo do dorso, bíceps braquial e braquiorradial entre as execuções em barra fixa e no aparelho de musculação. Além disso, o músculo peitoral maior esternocostal, apresenta nível de ativação significativamente mais elevado quando o exercício é realizado em barra fixa.

Como aplicação dos achados encontrados até o presente momento, pode-se sugerir, para uma ativação mais efetiva dos adutores de ombro, a execução da puxada frontal em barra fixa, uma vez que a ativação do latíssimo do dorso se mantém de forma similar em comparação à máquina e a ativação do peitoral maior esternocostal é mais elevada neste movimento. Esta forma de execução, mostra-se de padrão similar para os músculos flexores do cotovelo avaliados, sendo então, mais vantajosa a execução em barra fixa pelo aumento do estímulo para o peitoral maior esternocostal.

Para serem feitas conclusões mais efetivas sobre a participação destes músculos, o trabalho segue sendo executado até atingir o “n” amostral calculado.

7 Referências

1. BAECHLE, T. R. e GROVES, B. R. **Treinamento de Força: Passos para o sucesso**. Porto Alegre: Artmed, 2ª ed. 2000.
2. BADILLO, J.,J., G. AYESTARÁN, E., G. **Fundamentos do treinamento de força: aplicação ao alto rendimento desportivo**. Porto Alegre: Artmed, 2ª ed. 2001.
3. BARNETT CV, KIPPERS V. Effects of variations of bench press exercise on the EMG activity of five shoulder. **Journal of Strength and Conditioning Research**. 9(4): 222-227. 1995.
4. BASMAJIAN, J.V.; DE LUCA, C.J. **Muscles Alive - their functions revealed by electromyography**. Baltimore: Williams & Wilkins. 1985.
5. BEHM, D. G., ST-PIERRE, D. M. M. Effects of fatigue duration and muscle type on voluntary and evoked contractile properties. **Journal of Applied Physiology**. 82: 1654-1661. 1997.
6. BRENTANO, M. A., CADORE, E. L., DA SILVA, E. M., AMBROSINI, A. B., COERTJENS, M., PETKOWICZ, R., VIERO, I., KRUEL, L. F. M. Physiological adaptations to strength and circuit training in postmenopausal women with bone loss. **Journal of Strength and Conditioning Research**. 22(6): 1816-1825. 2008.
7. CARPENTER, C. S. C., NOVAES, J., BATISTA, L. A. Comparação entre a puxada por trás e puxada pela frente de acordo com a ativação eletromiográfica. **Revista de Educação Física**, n.36. 2007.
8. CLEMONS, J. M., AARON, C. Effect of grip width on the myoelectric activity of the prime movers in the bench press. **Journal of Strength and Conditioning Research**. 11(2): 82-87. 1997.
9. COGLEY, R. M., ARCHAMBAULT, T. A., FIBEGER, J. F., KOVERMAN, M. M., YODAS, J. W., HOLLMAN, J. H. Comparison of muscle activation using various hand positions during the push-up exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**. 19(3): 628-33. 2005.
10. CORREIA, P. P., MIL-HOMENS, P. **A eletromiografia no estudo do movimento humano**. Cruz Quebrada. Ed. Faculdade de motricidade humana. 2004.

11. COTTEN, D. J. An analysis of the NCYFS II modified pull-up test. **Res Quart.** 61(3): 272-274. 1990.
12. DA SILVA, E. M., BRENTANO, M. A., CADORE, E. L., DE ALMEIDA, A. P. V., KRUEL, L. F. M. Analysis of muscle activation during different leg press exercises at submaximum effort levels. **Journal of Strength and Conditioning Research.** 22: 1059-1065. 2008.
13. DE LUCCA, C. J. The use of electromyography in biomechanics. **J. Appl. Biomec.** 13: 135–163. 1997.
14. DE LUCCA, C. J., ADAM, A., WOTIZ, R., GILMORE, D., NAWAB, H. Decomposition of Surface EMG Signals. **Journal of Neurophysiology.** Vol. 96, pp.1646–1657. 2006.
15. DESCHENES, M. R. e KRAEMER, W. J. Performance and physiologic adaptations to resistance training. **American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation.** v.81, n.11 SUPPL. 2002.
16. EBBEN, W. P., FELDMANN, C. R., DAYNE, A., MITSCHKE, D., ALEXANDER, P., KNETZGER, K.J. Muscle Activation during Lower Body Resistance Training. **International Journal of Sports Medicine.** 30(1): 1-8. 2009.
17. ESCAMILLA, R. F. Knee biomechanics of the dynamic squat exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise.** 33: 127–141. 2001.
18. ESCAMILA, R. F., FLEISIG, G. S., ZHENG, N., BARRENTINE, S.W., ANDREWS, J.R. Biomechanics of the knee during closed kinetic chain open kinetic chain exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise.** v.30, n.2: 556–559. 1998.
19. ESCAMILLA, R. F., FLEISIG, G. S., ZHENG, N., LANDER, J. E., BARRENTINE, S. W., REWS, J. R., BERGEMANN, B. W., AND MOORMAN, C. T. Effects of technique variations on knee biomechanics during squat and leg press. **Medicine and Science in Sports and Exercise.** 3: 1552–1566, 2001.
20. FAIGENBAUM, A. D., LAROSA LOUD, R. L., O'CONNEL, J., GLOVER, S., O'CONNELL, J. e WESTCOTT, W. L. Effects of Different Resistance Training Protocols on Upper-Body Strength and Endurance Development in Children. **Journal of Strength and Conditioning Research.** 15(4): 459-465. 2001.

21. FLECK, S. J. e KRAEMER, W. J. **Fundamentos do Treinamento de Força Muscular**. 3ed. Porto Alegre: Artmed. 2006.
22. FORD, H. T., PUCKETT, J. R., DRUMMOND, J. P., SAWYER, K., GANTT, K., FUSSELL, C. Effects of three combinations of plyometric and weight training programs on selected physical fitness test items. **Percept Motor Skills**. 56(3): 919-922. 1983.
23. GRANT, S., HYNES, V., WHITTAKER, A., AITCHISON, T. Anthropometric, strength, endurance and flexibility characteristics of elite and recreational climbers. **Journal of Sports Science**. 14(4): 301-309. 1996.
24. HÄKKINEN, K., HÄKKINEN, A. Neuromuscular adaptations during intensive strength training in middle-aged and elderly males and females. **Electromyography and Clinical Neurophysiology**. v.35: 137-147. 1995.
25. HÄKKINEN, K., KOMI, P.V. Electromyography changes during strength training and detraining. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. 15(6): 455 – 460. 1983.
26. HÄKKINEN, K., KRAEMER, W. J., NEWTON, R. U., ALEN, M. Changes in electromyography activity, muscle fiber and force production characteristics during heavy resistance/power strength training in middle-aged and older men and women. **Acta Physiology. Scand**. 171: 51-62. 2001.
27. HEYWARD, V. H., STOLARCZYK, L. M. **Avaliação da composição corporal aplicada**. São Paulo: Manole. 2000.
28. JACKSON, A. S., POLLOCK, M. L. Generalized equations for predicting body density of men. **British Journal of Nutrition**. v.40: 497-504. 1978.
29. KALMAR, J. M., CAFARELLI, E. Central excitability does not limit post fatigue voluntary activation of quadriceps femoris. **Journal of Applied Physiology**. v.100: 1757-1764. 2006.
30. KOLLATH, J. A., SAFRIT, M. J., ZHU W., GAO, L. G. Measurement errors in modified pull ups testing. **Res Q Exerc Sport**. 62(4): 432-435. 1991.

31. KRAEMER, W. J. Exercise prescription in weight training: A needs analysis. **National Strength and Conditioning Association Journal**. 5: 64-65. 1983.
32. LEGG, S. J., MILLER, A. B., SLYFIELD, D., SMITH, P., GILBERD, C., WILCOX, H. & TATE, C. Physical performance of elite New Zealand olympic class sailors. **J Sports Med Phys Fitness**. 37(1): 41-49. 1997.
33. LEHMAN, G. J. The influence of grip width and forearm pronation/supination on upper-body myoelectric activity during the flat bench press. **Journal of Strength and Conditioning Research**. 19(3): 587-91. 2005.
34. LEHMAN, G. J., BUCHAN, D. D., LUNDY, A., MYERS, N., NALBORCZYK, A. Variations in muscle activation levels during traditional latissimus dorsi weight training exercises: An experimental study. **Dyn Med**. 30.3(1): 4. 2003.
35. LEIS, A., A., TRAPANI, V., C. **Atlas of electromyography**. Oxford: Oxford University Press. 2000.
36. LIMA, C., S., PINTO, R., S. **Cinesiologia e musculação**. Porto Alegre: Artmed. 2006.
37. MARTINS, E. A. M., SANTOS, F. M., ARANTES, R. P., ALVES, C. S., MIGUEL, L. B., BASTOS, J. F. A., SILVA, S. A. A., GUILARDUCCI, R. V., JUNIOR, M. A. M., SILVA, E. B. Relação da performance na Barra Fixa com a Força de Preenção Manual e tempo de sustentação na Barra Fixa. **Revista de Educação Física**. v.5, n.128: 65-71. 2004.
38. MCCAWE, S. T., FRIDAY, J. J. A comparison of muscle activity between a free weight and machine bench press. **Journal of Strength and Conditioning Research**. 8(4): 259-264. 1994.
39. NAHAS, M. V. **Atividade Física, Saúde e Qualidade de Vida**. Londrina: Midiograf. v.3, 278 p. 2003.
40. NARICI, M., VROI, G. S., LANDONI, L., MINETTI, A. E., CERRETELLI, P. Changes in force, cross-sectional area and neural activation during strength training and detraining of the human quadriceps. **European Journal Applied Physiology**. v.59: 310-319. 1989.
41. NORWOOD, J. T., ANDERSON, G. S., GAETZ, M. B., TWIST, P. W. Electromyographic Activity of the Trunk Stabilizers During Stable and

- Unstable Bench Press. **Journal of Strength and Conditioning Research.** 1(2): 343-347. 2007.
42. PATE, R. R., BURGESS, M. L., WOODS, J. A., ROSS, J. G., BAUMGARTNER, T. Validity of field tests of upper body muscular strength. **Res Q Exerc Sport.** 64(1): 17-24. 1993.
43. RHEA, M. R., BALL, S. D., PHILLIPS, W. T., BURKETT, L. N. A comparison of linear and daily undulating periodized programs with equated volume and intensity for strength. **Journal of Strength and Conditioning Research.** 16(2): 250-255. 2002.
44. SAKAMOTO, A., SINCLAIR, P. J. Effect of movement velocity on the relationship between training load and the number of repetitions of bench press. **Journal of Strength and Conditioning Research.** 20(3): 523-527. 2006.
45. SALLIS, J. F., MCKENZIE, T. L., ALCATRAZ, J. E. Habitual physical activity and health related physical fitness in fourth – grade children. **Am J Dis Child.** 147(8): 890-896. 1993.
46. SANTANA, J. C., VERA-GARCIA, F. J., MCGILL, S. M. A kinetic and electromyographic comparison of the standing cable press and bench press. **Journal of Strength and Conditioning Research.** 21(4): 1271-1277. 2007.
47. SIGNORILE, J. F., WEBER, B., ROLL, B., CARUSO, J. F., LOWENSTEYN, I., PERRY, A. C. An electromyographical comparison of the squat and knee extension exercises. **Journal of Strength and Conditioning Research.** 8: 178–183. 1994.
48. SIGNORILE, J. F., KWIATKOWSKI, K., CARUSO, J. F., ROBERTSON, B. Effect of foot position on the electromyographical activity on the superficial quadriceps muscles during the parallel squat and knee extension. **Journal of Strength and Conditioning Research.** 9(3): 182-187. 1995.
49. SIGNORILE, J. E., ZINK, A., SZWED, S. A comparative electromyographical investigation of muscle utilization patterns using various hand positions during the lat pull-down. **Journal of Strength and Conditioning Research.** 16: 539–546, 2002.

50. SILVA, E. B. **Efeitos da Frequência de Treinamento, Ritmo e Pegada na Puxada na Barra Sobre a Força Muscular e Creatina Quinase em Conscritos do Exército Brasileiro.** Dissertação de mestrado. Universidade Gama Filho, Rio de Janeiro. 1999.
51. SILVA, E. B., GOMES, P. S. C. Confiabilidade do teste de campo “puxada na barra” em militares com 18 anos de idade. **ARTUS.** 19(1): 71-80. 1999.
52. SILVA, E. B., TEIXEIRA, M. S.; GOMES, P. S. C. Antropometria e força muscular relativa de membros superiores. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício.** v.2, n.1: 29-38. 2003.
53. SODERBERG, G. L., KNUTSON, L. N. A Guide for Use and Interpretation of Kinesiologic Electromyographic Data. **Physical Therapy.** v.80, n.5. 2000.
54. STERNLICHT, E., RUGG, S. G., BERNSTEIN, M. D., ARMSTRONG, S. D. Electromyographical analysis and comparison of selected abdominal training devices with a traditional crunch. **Journal of Strength and Conditioning Research.** 19(1): 157-62. 2005.
55. TAN, B. Manipulating Resistance Training Program Variables to Optimize Maximum Strength in Men: A Review. **Journal of Strength and Conditioning Research.** 13(3): 289-304. 1999.
56. WEINECK, J. **Treinamento Ideal.** São Paulo: Manole, 1ªed. 1999.
57. WELSCH, E. A., BIRD, M., MAYHEW, J. L. Electromyographic activity of the pectoralis major and anterior deltoid muscles during three upper-body lifts. **Journal of Strength and Conditioning Research.** 19(2): 449-452. 2005.
58. WILMORE, J. H., COSTILL, D. L. **Fisiologia do Esporte e do Exercício.** São Paulo: Manole, 2ªed. 2001.
59. WRIGHT, G. A., DELONG, T. H., GEHLSSEN, G. Electromyographic activity of the hamstrings during performance of the leg curl, stiff-leg deadlift, and back squat movements. **Journal of Strength and Conditioning Research.** 13(2): 168–174. 1999.

8 Anexos

Anexo 1

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA
PROJETO DE PESQUISA**

Termo de consentimento livre e esclarecido

Eu, _____ ,
entendo que participarei como sujeito do estudo intitulado “*Comparação do nível de ativação muscular entre os exercícios puxada pela frente no equipamento e em barra fixa em duas intensidades distintas*”, desenvolvido pelo graduando Matheus Giacobbo Guedes, sob orientação do professor Dr. Luiz Fernando Martins Krueel, tendo o mesmo sido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS (projeto número 19328).

Neste estudo, participarei de três etapas de coletas, durante 1 a 2 semanas consecutivas, perfazendo um total 4 sessões, sendo que cada sessão irá durar aproximadamente uma hora. Entendo que os testes que realizarei serão parte integrante deste estudo e terão a finalidade de determinar o nível de ativação de músculos durante dois exercícios.

Por meio deste, autorizo Prof. Dr. Luiz Fernando Martins Krueel, o graduando Matheus Giacobbo Guedes, bolsistas ou profissionais selecionados a realizar os seguintes procedimentos:

- avaliação de diferentes medidas corporais (peso, estatura, dobras cutâneas e perímetros), nas quais estarei utilizando vestimenta adequada e sugerida pelos pesquisadores
- durante as diversas sessões, serei submetido a protocolos utilizando dois exercícios, puxada em barra fixa e puxada em equipamento, sendo que todos serão realizados de forma máxima.

Durante as sucessivas sessões, entendo que:

- para a realização dos exercícios, serão previamente relatados todos aspectos quanto a sua correta realização e os cuidados que devo ter;
- durante a realização dos exercícios, estão envolvidos os seguintes riscos e desconfortos: dor e cansaço muscular temporário, bem como, moderada elevação de minha frequência cardíaca e pressão sanguínea;
- não haverá compensação financeira por minha participação neste estudo;
- caso eu venha a sofrer qualquer tipo de dano previsto ou não no termo de consentimento e resultante de minha participação, terei direito à assistência necessária;
- a qualquer momento do estudo terei a liberdade de não realizar algum tipo de avaliação, ou até mesmo deixar de participar do mesmo, sem que isso me onere de qualquer forma;
- o graduando Matheus Giacobbo Guedes e o professor Luiz Fernando Martins Krueel, bolsistas ou profissionais selecionados para realizar os procedimentos irão responder a qualquer dúvida que eu tenha em qualquer momento, relativo a qualquer procedimento;
- os dados pessoais fornecidos à pesquisa serão confidenciais e disponíveis apenas sob minha solicitação escrita. No momento da publicação não haverá exposição de minha identidade;
- poderei fazer contato com o orientador do estudo, professor Luiz Fernando Martins Krueel (51.3316.5820) e com o graduando Matheus Giacobbo Guedes (51.9377.1969 ou 51.3209.0627) ou com qualquer bolsista ou assistente, para quaisquer problemas referentes a minha participação no estudo. Além destes, poderei, a qualquer momento, entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UFRGS (51.3308.3629) para qualquer esclarecimento necessário;
- estará disponível no local de coletas uma linha telefônica para assistência médica de emergência (51.3331.0212).

Porto Alegre, _____ de _____ de 2010

Nome legível: _____

Assinatura: _____

Anexo 2

Questionário de Prontidão para Atividade Física - Q-PAF

(Adaptado do Ministério da Saúde/Canadá – PAR-Q, por Nahas, 2003)

Praticar atividades físicas não oferece riscos para a maioria das pessoas. Mas, se você tem dúvidas, responda às questões abaixo para saber se existe algum motivo para consultar seu médico antes de tornar-se mais ativo(a) fisicamente.

Se você tem entre 15 e 60 anos, o Q-PAF indicará se você deve procurar um médico. Se você tem mais de 60 anos ou nunca praticou atividades físicas mais intensas, consulte seu médico antes de iniciar os exercícios.

1. Algum médico já disse que você possui algum problema de coração e que só deveria fazer atividades físicas com orientação médica? Sim Não
2. Você sente dores no peito quando pratica atividades físicas? Sim Não
3. No último mês, você sentiu dores no peito sem que estivesse fazendo atividades físicas? Sim Não
4. Você perdeu o equilíbrio, sentiu tonturas ou alguma vez perdeu os sentidos (desmaiou)? Sim Não
5. Você tem algum problema nas articulações ou nos ossos que poderia piorar se você praticasse atividades físicas? Sim Não
6. Você toma algum remédio para pressão alta ou problema cardíaco? Sim Não
7. Existe qualquer razão pela qual você deveria evitar atividades físicas? Sim Não

Se você respondeu SIM a uma ou mais questões, consulte seu médico antes de tornar-se mais ativo(a) fisicamente.

Se você respondeu NÃO a todas as questões, você pode considerar-se razoavelmente apto para praticar atividades físicas, iniciando com moderação e aumentando gradualmente o que você fizer – assim é mais seguro e mais fácil.

Não inicie agora um programa de atividades físicas se”

Você não se sente bem devido a uma doença temporária, como um resfriado ou febre. Espere até sentir-se melhor.

Você está (ou acha que está) grávida – fale com o seu médico antes de iniciar atividades físicas mais intensas.

IMPORTANTE: caso sua saúde se altere e você passe a responder algum SIM em qualquer das questões acima, consulte um profissional de saúde.

Anexo 3Testes de Normalidade
(Shapiro-Wilk)

Variáveis	Sig.
Barra_10rm_Lat	0,725
Maq_10rm_Lat	0,750
Barra_5rm_Lat	0,533
Maq_5rm_Lat	0,486
Barra_10rm_Pei	0,866
Maq_10rm_Pei	0,964
Barra_5rm_Pei	0,360
Maq_5rm_Pei	0,545
Barra_10rm_Bi	0,511
Maq_10rm_Bi	0,750
Barra_5rm_Bi	0,877
Maq_5rm_Bi	0,757
Barra_10rm_Bra	0,560
Maq_10rm_Bra	0,093
Barra_5rm_Bra	0,450
Maq_5rm_Bra	0,575