



Original

ARTÍCULO EN PORTUGUÊS

## Estudo eletromiográfico do exercício supino executado em diferentes ângulos

G. Pinto da Silva<sup>a</sup>, Y. Almeida Costa Campos<sup>a</sup>, M. Pereira Guimarães<sup>a</sup>, A. Calil e Silva<sup>a,b</sup> e S. Fernandes da Silva<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Núcleo de Estudos do Movimento Humano. Departamento de Educação Física. Universidade Federal de Lavras. Lavras. Minas Gerais. Brasil.

<sup>b</sup>Universidade Federal de Itajubá. Campus Itabira. Minas Gerais. Brasil.

### Artigo história:

Recebido el 29 de setembro de 2012

Aceito el 12 de junho de 2013

### Palabras clave:

Ejercicio press de banca.

Electromiografía.

Biomecánica.

### Key words:

Bench press exercises.

Electromyography.

Biomechanics.

### Correspondência:

S. F. da Silva.

Universidade Federal de Lavras.

Departamento de Educação Física.

Laboratório de Estudos do Movimento Humano.

DEF - Campus Universitário.

37200-000 - Lavras.

Minas Gerais - Brasil 3037

E-mail: sandrofs@def.ufla.br

## RESUMEN

### Estudio electromiográfico del ejercicio press de banca en diferentes ángulos de ejecución

**Objetivo.** El objetivo del estudio fue evaluar el pico de fuerza máxima, y la activación electromiográfica (EMG) del músculo pectoral mayor porción clavicular (PMC), pectoral mayor porción esternocostal (PME) y deltoides anterior (DA) en 3 diferentes ángulos del ejercicio *press* de banca.

**Método.** Fueron seleccionados 11 sujetos del sexo masculino ( $23,7 \pm 3,2$  años;  $75,1 \pm 12,6$  kg;  $173,7$  cm;  $9,8 \pm 3,6$  %G), expertos en el entrenamiento de fuerza ( $2,8 \pm 1,5$  años;  $3,2 \pm 0,2$  días de la semana;  $70 \pm 8,9$  minutos por sesión). Los sujetos fueron sometidos a los tests de contracción voluntaria isométrica máxima (CVIM), en el ejercicio *press* de banca horizontal (PBH:  $90^\circ$ ), *press* de banca inclinado (PBI:  $45^\circ$ ) y *press* de banca declinado (PBD:  $-30^\circ$ ), siendo hechas las tres evaluaciones respetando 48 horas de intervalo entre las mismas.

**Resultados.** Después de las evaluaciones identificamos los siguientes resultados en la CVIM ( $162,65 \pm 18,63$  Kgf PBH,  $155,02 \pm 11,97$  Kgf PBI y  $163,90 \pm 15,77$  Kgf PBD), e identificamos que no hubo diferencias significativas entre los ejercicios. En la EMG registramos diferencias significativas en el músculo DA, en los ejercicio PBI y PBH, PBI y PBD.

**Conclusión.** Los resultados soportan que, las 2 porciones del músculo pectoral mayor son similarmente activadas en los diferentes ángulos del *press* de banca, en cuanto que el PBI conlleva una mayor activación del DA.

© 2013 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

## ABSTRACT

### Electromyographic study of bench press exercise at different angles of execution

**Objective.** The objective of this was to evaluate of the peak maximum strength, and EMG activation (EMG) in the muscles clavicular portion of pectoralis major (CPPM), sternal portion of pectoralis major (SPPM), and anterior deltoid (AD) in the 3 different angles of the bench press.

**Method.** They were selected 11 male subjects ( $23.7 \pm 3.2$  years,  $75.1 \pm 12.6$  kg,  $173.7$  cm,  $9.8 \pm 3.6$  % BF), experienced in strength training ( $2.8 \pm 1.5$  years,  $3.2 \pm 0.2$  days of the week,  $70 \pm 8.9$  minutes by session). The subjects were submitted to the tests of voluntary contraction maximum isometrics (CVIM), in the horizontal bench press (HBP:  $90^\circ$ ), in the inclined bench press (IBP:  $45^\circ$ ) and declined bench press (DBP:  $-30^\circ$ ), being the three evaluations carried out respecting 48 hours of break between the same.

**Results.** After the evaluations we identify the following results in the CVIM ( $162.65 \pm 18.63$  Kgf HBP,  $155.02 \pm 11.97$  Kgf IPB and  $163.90 \pm 15.77$  Kgf DPB) and we identify that do not statistically significant between exercises. When checking the differences recorded EMG to muscle the DA, in the exercises PBI and PBH, PBI and PBD.

**Conclusion.** The results support, that the 2 portions of the greater pectoral muscle similarly are activated in the different angles of the press of banking, and that the IBP causes a greater activation of DA.

© 2013 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

## INTRODUÇÃO

Programas de treinamento de força (TF) são utilizados para o desenvolvimento da força, potência, hipertrofia, e resistência muscular<sup>1</sup>, que podem refletir o estado de saúde, bem como prever o desempenho físico para inúmeras modalidades esportivas. O grau de aumento de qualquer uma dessas características é dependente das variáveis de treinamento, que incluem: o modo de exercício, intensidade, volume, frequência, velocidade de execução, e o descanso entre as séries<sup>1,2</sup>.

Dentre os exercícios existentes para prescrição do TF, destaca-se o supino, sendo um dos exercícios mais populares, no qual, é realizado para desenvolver a força na parte anterior e superior do tórax<sup>3-5</sup> e que pode ser executado em vários ângulos: horizontal (90° -SH), inclinado (45° -SI) e declinado (-30° -SD)<sup>6,7</sup>. Barnett et al.<sup>8</sup>, relatam que as duas porções do peitoral são ativadas de forma diferentes em função da largura e da inclinação da execução do exercício supino.

Diferentemente Clemons e Aaron<sup>9</sup> não identificaram diferenças nas porções do peitoral maior em quatro tipos de pegada, e sim uma maior ativação do tríceps, independente da largura dos braços. Já Glass e Armstrong<sup>10</sup>, concluem que existe maior participação do peitoral no exercício de supino declinado em comparação ao inclinado, sendo que esta diferença ocorre exclusivamente em função de uma maior atividade elétrica da porção esternocostal na variação declinado. Curiosamente as pesquisas apontam que o exercício supino com uma pegada mais fechada apresenta uma maior ativação do tríceps, enquanto que a execução no banco inclinado favorece uma maior ativação da porção clavicular do peitoral maior em detrimento da porção esternocostal<sup>11</sup>, o que reflete nas dúvidas geradas pelas atuais pesquisas.

Além da prescrição dos programas de TF, tão importante quanto é a predição da carga de treino através de um protocolo validado, pois, esta é fundamental para o sucesso do treinamento<sup>2</sup>. A avaliação da força máxima estática ou isométrica ocorre através da utilização de dinamômetros, tensiômetros de cabo e células de carga<sup>12,13</sup>. A principal vantagem desse tipo de teste é que, com os equipamentos próprios, ele é relativamente rápido e de fácil execução, ao testar grandes grupos de indivíduos, com aparente segurança para a maioria das populações, além de possuir baixo custo operacional<sup>14</sup>. Entretanto, para maior fidedignidade faz-se necessário à utilização correta dos protocolos de avaliação, como também a familiarização dos "testados"<sup>15,16</sup>.

Sendo assim, o objetivo desse estudo foi avaliar e comparar a ativação eletromiográfica dos músculos peitoral maior porção clavicular (PMC), peitoral maior porção esternocostal (PME) e deltoide anterior (DA), assim como, a maior força adquirida em contração voluntária isométrica máxima (CVIM), nos 3 ângulos do exercício supino SH (90°), SI (45°) e SD (-30°).

## MÉTODO

Trata-se de uma pesquisa descritiva transversal, que foi realizada em uma academia na cidade de Perdões, Minas Gerais, onde os indivíduos receberam informações sobre os procedimentos da coleta, assim como sua importância.

### Amostra

Foi composta por 11 indivíduos do sexo masculino com 23,7 ± 3,2 anos; 75,1 ± 12,6 kg; 173,7 cm; 9,8 ± 3,6 %G, experientes em treinamento de força (2,8 ± 1,5 anos; 3,2 ± 0,2 dias por semana; 70 ± 8,9 minutos por

sessão). Antes de iniciarmos as coletas, todos os indivíduos assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido para participação na pesquisa, de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, referente a pesquisas envolvendo seres humanos. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Centro Universitário do Sul de Minas/UNIS - Minas Gerais, protocolo 0068/2010.

## Procedimentos

### Composição corporal

Para caracterização da amostra, foram obtidos dados de estatura e massa corporal, utilizando a balança com estadiômetro da marca Welmy®, as dobras cutâneas foram coletadas através do adipômetro da marca Lange®, sendo a gordura corporal (%) estimada pelo software Physical Test 5.1®, através do protocolo de 3 dobras cutâneas<sup>17</sup>.

### Estudo eletromiográfico

Foi utilizado para a coleta dos dados o eletromiógrafo Miotool 400 (Miotec Equipamentos Biomédicos Ltda, POA, Brasil®), com 4 canais de entrada, 14 bits de resolução e uma taxa de aquisição por cada canal de 2.000 amostras/s, com um sensor de SDS-500 com ganho máximo de 1000 vezes. Os eletrodos usados foram da marca 3M® do modelo 2223BR, com uma superfície de captação de AgCl, com 1 cm de diâmetro, na forma de discos. Os eletrodos foram afixados no corpo dos avaliados de acordo com os pontos propostos<sup>18</sup>, respeitando uma distância de 2 cm, e paralelos às fibras musculares, foi avaliada a baixa impedância da pele (< 2kΩ). Os procedimentos para evitar possíveis interferências no sinal EMG foram seguidos antes da colocação dos eletrodos, especialmente tricotomia da pele e limpeza do local com algodão umedecido em álcool. Todos os canais do eletromiógrafo foram devidamente calibrados antes da coleta.

### CVIM

A fixação célula de carga na barra foi realizada através de uma corrente e três mosquetões. Nos três ângulos dos supinos a corrente foi ajustada de acordo com o tamanho do braço do indivíduo, deixando-o sempre a 90° da articulação do cotovelo. Primeiramente cada indivíduo familiarizava-se com a forma de execução (estático), e em seguida realizava 5 segundos de força isométrica máxima, para que se pudesse obter o valor de sua força em Kilograma força (Kgf), onde os indivíduos foram instruídos a continuar realizando a máxima força após a tensão da corrente (fig. 1 e fig. 2). Foi realizada a aleatorização dos movimentos, aonde foi realizado um sorteio para determinar qual exercício seria realizado primeiro, o número 1 foi o SH, o número 2 o SI e o número 3 o SD, os sujeitos que iniciaram com o número 1 (SH), na 2ª avaliação fizeram o exercício SI e na 3ª SD. Os que iniciaram com o SI (2), a sequência foi a seguinte: SI, SD e SH, e por último os sujeitos que iniciaram com o SD (3), obedeceram a seguinte sequência: SD, SH e SI. Entre cada avaliação foi respeitado um intervalo de 48 horas para evitar a fadiga muscular e uma possível interferência no sinal eletromiográfico.

### Análise dos dados

Os sinais eletromiográficos do pico de CIVM coletados em cada exercício foram filtrados utilizando-se um filtro Butterworth de 5ª ordem do tipo passa-banda com uma frequência de corte de 20 - 500 Hz; para remover prováveis picos do sinal. Após a filtragem dos sinais, foram realizados os recortes desprezando o 1 primeiro e o 2 último segundo da CIVM de cada exercício, e assim determinar o valor médio das ativações. A ampli-



Fig.1. Corrente presa na barra por mosquetões.



Fig.2. Célula de carga presa ao mosquetão e corrente.

tude do sinal eletromiográfico foi calculado no envoltório RMS (*Root Mean Square*). O software Miograph 2.0 Alpha 9 Build 5 foi utilizado para a análise e posteriormente para o processamento dos dados.

#### Análise estatística

Análise estatística com comparação de médias e desvio padrão. Para verificar a distribuição da amostra foi utilizado o teste de Shapiro Wilk. Na análise da CVIM e das ativações dos grupos musculares entre os diferentes ângulos do exercício de supino adotou-se o teste anova Two-Way para medidas repetidas. Para identificar o comportamento entre as ativações musculares dentro de cada exercício foi adotado o teste T para amostras dependentes, para verificar o tamanho do efeito da amostra foi adotado o teste D de Cohen. Para comprovação estatística  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS

Nossos resultados são expressos em média e desvio padrão. Após a coleta dos dados os resultados foram (médias e SD): SH  $162,65 \pm 18,63$  Kgf; SI  $155,02 \pm 11,97$  Kgf; SD  $163,90 \pm 15,77$  Kgf. ( $F(2,27) = 0,937$ ,  $p = 0,404$ ). Com esses valores constatamos que, não houve diferença significativa entre os testes de (CIVM), entre os exercícios de SH e SI; SH e SD e SI e SD (fig. 3).

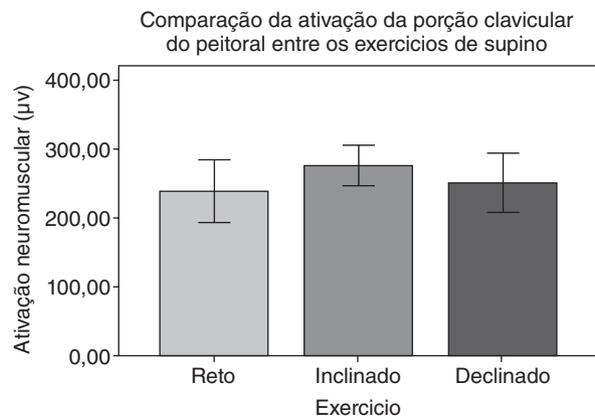


Fig.3. Comparação da EMG no PMC (médias e SD) nos diferentes ângulos do exercício supino.

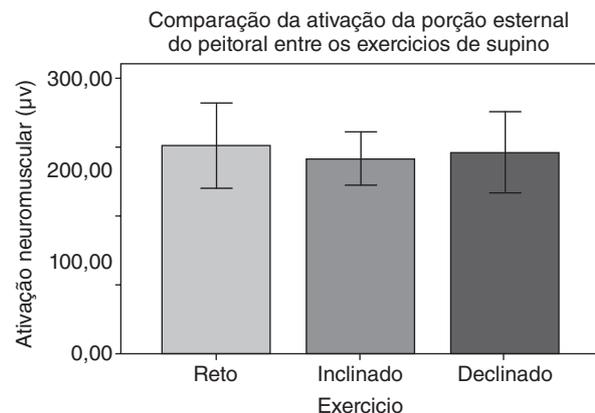


Fig.4. Comparação da EMG no PME (médias e SD) nos diferentes ângulos do exercício supino.

Ao verificarmos a EMG entre os diferentes ângulos do exercício supino não encontramos diferenças significativas nas porções PMC ( $F(2,27) = 1,1746$ ,  $p = 0,324$ ) e PME ( $F(2,27) = 0,146$ ,  $p = 0,864$ ) (fig. 4).

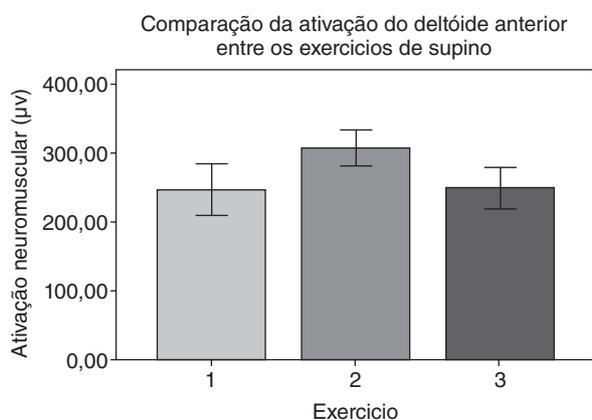
O mesmo não pode ser observado no DA em que houve diferença significativa entre o SI e SH, e o SI e SD ( $F(2,27) = 6,244$ ,  $p = 0,006$ ) (fig. 5).

## DISCUSSÃO

O primeiro ponto para discussão refere-se à escolha do teste isométrico para investigar nosso objetivo. A importância e as vantagens de se avaliar a força através da contração voluntária isométrica máxima (CVIM), como um método relativamente rápido e de fácil execução ao testar grandes grupos, e com aparente segurança para a maioria das populações<sup>14-19</sup>.

Após analisarmos os dados verificamos que, os valores obtidos na CVIM, no SH e SD foram próximos, porém, o SI apresentou um valor um pouco abaixo (5%), vale ressaltar que não houve diferença estatisticamente significativa entre as cargas obtidas nos 3 ângulos de execução do exercício supino.

Na pesquisa realizada por Spinnet et al.<sup>20</sup> avaliando a carga em diferentes ângulos do supino, revelaram não existir diferença significativa, quando a carga foi estimada através da equação de 8RM. Em um primeiro momento, esse estudo não corrobora com a nossa pesquisa, pela forma de como foi analisado seus resultados, pois, utilizaram equações para estimar a carga. As possíveis diferenças encontradas em relação a



**Fig.5.** Comparação da EMG no DA (medias e SD) nos diferentes ângulos do exercício supino.

\*  $p < 0,05$ - diferença significativa entre o SI e SH; \*\*  $p < 0,05$ - diferença significativa entre o SI e SD.

nosso estudo podem ser derivadas dos procedimentos metodológicos adotados, pois, como afirmam Brown e Weir<sup>14</sup>, a CVIM é o teste mais eficiente para se estimar a força máxima.

Analisando a eletroestimulação da porção clavicular e esternocostal do músculo peitoral nos três diferentes ângulos (SH, SI e SD), nota-se um pequeno aumento na ativação da porção clavicular no SI, e na porção esternocostal no SH. Em ambas as comparações não houve diferença estatisticamente significativa. Ao investigar ângulos articulares, a literatura propõe que diferenças entre o ângulo articular utilizado para a execução do teste isométrico, pode afetar o comprimento muscular, a ativação muscular e conseqüentemente a produção de força muscular<sup>21</sup>. Assim em nosso estudo identificamos uma “maior ativação” da porção clavicular no exercício supino inclinado e “maior ativação” da porção esternocostal no exercício supino horizontal. Isso corrobora com o estudo de Marchetti et al.<sup>22</sup>, que mostra uma “máxima ação” destas mesmas porções nos respectivos exercícios.

Em um estudo recente sobre o exercício supino, os autores analisaram a atividade mioelétrica do peitoral maior (porções clavicular e esternocostal) em 4 diferentes ângulos de inclinação do banco (0°, 28°, 44° e 56°), utilizando 70 % de 1RM para cada ângulo<sup>6</sup>. Os achados revelaram que a ativação da parte clavicular do peitoral foi significativamente maior em 44° e 56° quando comparada a 0° e em 44° comparada a 28°. Já a ativação da parte esternocostal foi significativamente maior em 0° quando comparada a 28°, em 0° comparada com 44°, em 0° comparada com 56°, e em 44° comparada com 56°. Sendo assim, o estudo conclui que para uma melhor ativação das diferentes fibras do peitoral, é necessário realizar o exercício supino na horizontal (0°) e inclinado (~ 44°).

Na análise da eletroestimulação do músculo deltoide anterior, houve diferença significativa ( $< 0,05$ ) no supino inclinado quando comparado ao supino reto e supino declinado. Nos estudos<sup>6-8</sup> observou-se uma relação entre grau de inclinação e ativação de deltoide anterior. Nesses estudos que teve por objetivo observar a ativação mioelétrica em relação ao grau de inclinação do banco, constatou-se que há uma maior ativação de deltoide quando é aumentado o grau de inclinação. Apesar da diferença metodológica no tipo de contração (isométrica x isotônica) comparado ao presente estudo, os resultados encontrados foram similares, corroborando assim uma maior ativação de deltoide com o aumento da angulação do banco.

Convém esclarecer que o estudo apresentou algumas limitações em relação à análise do sinal EMG, pois, o estudo através do valor RMS pode

ser afetado pela longitude das porções do músculo peitoral durante as posições avaliadas, mas vale ressaltar que os ângulos articulares utilizados para avaliação da CVIM e do sinal EMG foram referenciados para que essa limitação não influenciasse diretamente nos resultados.

Concluimos em nosso estudo que, na análise eletromiográfica da CVIM do músculo peitoral maior, não apresentou diferença significativa entre porção esternocostal e clavicular, quando comparados os 3 diferentes ângulos do supino. Sugerindo assim as três angulações para obtenção de um maior desempenho nas porções da musculatura peitoral maior e uma maior utilização do SI visando ênfases na musculatura deltoide anterior.

### Conflito de interesses

Os autores declaram que não tienen ningún conflito de intereses.

### RESUMO

**Objetivo.** O objetivo do estudo foi comparar o pico de força máxima, e a ativação eletromiográfica (EMG) do músculo do peitoral maior porção clavicular (PMC), peitoral maior porção esternocostal (PME) e deltoide anterior (DA) em 3 diferentes ângulos do exercício supino.

**Método.** Foram selecionados 11 indivíduos do sexo masculino (23,7 ± 3,2 anos; 75,1 ± 12,6 kg; 173,7 cm; 9,8 ± 3,6 %G), experientes em treinamento resistido (2,8 ± 1,5 anos; 3,2 ± 0,2 dias por semana; 70 ± 8,9 minutos por sessão). Os sujeitos foram submetidos aos testes de contração voluntária isométrica máxima (CVIM), no supino horizontal (SH: 90°), supino inclinado (SI: 45°) e supino declinado (SD: -30°), sendo as três coletas realizadas respeitando 48 horas de intervalo entre as mesmas.

**Resultados.** Após a coleta encontramos os seguintes resultados na CVIM (162,65 ± 18,63 Kgf SH, 155,02 ± 11,97 Kgf SI e 163,90 ± 15,77 Kgf SD) e constatamos que, não existem diferenças estatisticamente significantes entre os exercícios. Ao verificar a EMG registramos diferenças para a musculatura do DA, nos exercícios de SI e SH, SI e SD.

**Conclusão.** Os resultados suportam que, os diferentes ângulos do supino ativam a musculatura do peitoral maior em suas 2 porções, e que o SI provoca uma maior ativação do DA.

### Palavras-chave:

Exercício supino.  
Eletromiografia.  
Biomecânica.

### Referências

- Willardson JM, Burkett LN. The effect of rest interval length on the sustainability of squat and bench press repetitions. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2006;20:400-3.
- American College of Sports Medicine. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine Science Sports Exercise*. 2009;41:687-708.
- Tillaar RVD, Ettema G. The “sticking period” in a maximum bench press. *Journal of Sports Sciences*. 2010;28 (5):529-35.
- Schick EE, Coburn EL, Judelson DA, Khamoui AV, Tran TT, Uribe BP. A comparison of muscle activation between a smith machine and free weight bench press. *Journal of strength and conditioning research*. 2010;24(3):779-84.
- Welsch EA, Bird M, Mayhew L. Electromyographic activity of the pectoralis major and anterior deltoid muscles during three upper-body lifts. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2005;19(2):449-52.
- Trebs AA, Brandenburg JP, Pitney WA. An electromyography analysis of 3 Muscles surrounding the shoulder joint during the performance of a chest press exercise at several angles. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2010;24(7):1925-30.
- Rocha Júnior VA, Gentil P, Oliveira E, Do Carmo J. Comparação entre a atividade EMG do peitoral maior, deltoide anterior e tríceps braquial durante os exercícios supino reto e crucifixo. *Revista Brasileira Medicina Esporte*. 2007;13(1):51-4.
- Barnett C, Kippers V, Turner P. Effects of variations of the bench press exercise on the EMG activity of Five shoulder muscles. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 1995;9(4):222-7.

9. Clemons J, Aaron C. Effect of grip width on the myoelectric activity of the prime movers in the bench press. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 1997;11:82-7.
10. Glass SC, Armstrong T. Electromyographical activity of the pectoralis muscle during incline and decline bench presses. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 1997;11(3):163-7.
11. Lehman GJ. 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*. 2005;19(3):587-91.
12. Cotterman ML, Darby LA, Skelly WA. Comparison of muscle force production using the Smith machine and free weights for bench press and squat exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2005;19:169-76.
13. Delgado C, Filho JF, Barbosa FP, Oliveira HB. Utilização do esfigmomanômetro na avaliação da força dos músculos extensores e flexores da articulação do joelho em militares. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2004;10(5):362-6.
14. Brown LE, Weir JP. ASEP procedures recommendations I: accurate assessment of muscle strength and power. *Journal of Exercise Physiology online*. 2001;4(3):1-21.
15. Dias RMR, Cyrino ES, Salvador EP, Caldeira LFS, Nakamura FY, Papst RR, et al. Influencia do processo de familiarizacao para avaliacao da forca muscular em testes de 1-RM. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2005;11(1):34-8.
16. Levinger I, Goodman C, Hare DL, Jerums G, Toia D, Selig S. The reability of the 1RM strength test for untrained middle-aged individuals. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2009;12(2):310-6.
17. Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. *British Journal of Nutrition*. 1978;40:497-504.
18. Merletti R. Standards for Reporting EMG Data. *Journal Electromyography Kinesiology*. 1999;9(1):3-4.
19. Jaric S. Muscle Strength Testing - Use of Normalization for Body Size. *Sports Medicine*. 2002;32(10):615-31.
20. Spinet J, Simão R, Salles BF. Influência da ordem de execução dos grupamentos musculares no número de repetições em uma sessão de treinamento de força para peitorais e tríceps. *Revista brasileira de ciência e movimento*. 2009;17(1):1-19.
21. Kubo K, Tsunoda N, Kanehisa H, Fukunaga T. Activation of agonist and antagonist muscles at different joint angles during maximal isometric efforts. *European Journal of applied physiology*. 2004;91(2-3):349-52.
22. Marchetti PH, Arruda CC, Segamarchi LF, Soares EG, Ito DT, Da Luz Júnior DA, et al. Exercício supino: uma breve revisão sobre os aspectos biomecânicos. *Brazilian journal of sports and exercise research*. 2010;1(2):135-42.