

## Supino Plano com Halteres: Um Estudo Eletromiográfico

Sarah Regina Dias da Silva  
Mauro Gonçalves  
*Universidade Estadual Paulista*

Marcos Antonio de Almeida Leme  
Fausto Bérzin  
*Universidade de Campinas*

**Resumo**—Devido à carência de informações biomecânicas relativas ao exercício supino plano com halteres, particularmente quanto ao comportamento dos músculos envolvidos neste movimento durante as fases concêntrica e excêntrica, o presente estudo analisou eletromiograficamente os músculos peitoral maior parte esternocostal (PME) e parte clavicular (PMC), deltóide fibras anteriores (DA) e tríceps do braço cabeça longa (TBL) em 11 voluntários do sexo masculino, com cargas de aproximadamente 20% do peso corporal individual. Utilizou-se eletrodos de superfície, módulo de aquisição de sinais biológicos, placa A/D, e software específico para a aquisição e análise numérica dos sinais (RMS), os quais foram normalizados pela contração isométrica voluntária máxima (CIVM = 100%). Realizou-se para  $p \leq 0,05$  teste de Friedman, teste de contraste DMS, e teste de Wilcoxon. Diante dos resultados conclui-se que neste exercício, em ambas fases do movimento o músculo mais ativo é o PMC, sendo que todos os músculos analisados são mais ativos na fase concêntrica.

Palavras chaves: biomecânica, eletromiografia, musculação, ombro, supino.

**Abstract**—“Bench Press: An Electromyographic Study.” Due to a lack of information relative to biomechanics of the bench press exercise and, particularly, relative to behavior of the muscles involved in this movement during the concentric and eccentric phases, the purpose of this study was to analyze the electromyography of the muscles of sternocostal head (PME) of pectoralis major and clavicular head (PMC) of the pectoralis major, anterior deltoid (DA) and long head of the triceps brachii (TBL) of eleven male volunteers, with approximately 20% of the individual body weight while performing the bench press exercise. Equipment and material for EMG analysis included: surface electrodes, a module for capturing biological signal, an A/D plate, and software for data acquisition and signal numeric analysis (RMS). The RMS were normalized based on the maximal isometric voluntary contraction (CIVM = 100%). Friedman test, contrast (DMS) test and Wilcoxon test ( $p \leq 0,05$ ) were performed. We concluded that when performing the bench press exercise, individuals, in both phases of the movement, exhibit higher PMC muscle activity. All muscles analyzed here were more active in the concentric phase.

Key words: biomechanics, electromyography, bodybuilding, shoulder, bench press.

### Introdução

É impossível estabelecer quando, pela primeira vez, o homem aderiu ao levantamento de peso como forma de exercício. Existem referências de que sua aceitação ocorreu após o início do século XX, onde foi reconhecido com o termo “musculação.” O levantamento de peso é feito através de equipamentos móvel, fixo e auxiliar. Quanto a esses equipamentos, o móvel deve ser de tal natureza que possa ser seguro com a mão ou afixado em algum segmento do corpo para ser movimentado durante a realização de um exercício. Os equipamentos fixos podem ser do tipo compacto ou amplo, incluindo unidades com estações de módulos e aglomerados destinados a desenvolverem vários grupamentos musculares.

Segundo Bittencourt (1984), quando bem orientada, a musculação representa uma importante profilaxia em relação às lesões músculo-articulares, sendo capaz de reduzir e evitar muitas das lesões desportivas, particularmente no ombro. A articulação do ombro é uma das mais complexas do corpo humano. Nela evidencia-se a glenoumeral que é considerada a principal articulação do ombro. Do tipo esferoidal, ela apresenta uma estrutura frouxa, na qual o arco de movimento é substancial e a estabilidade mínima (Hall, 1993).

Dentre os muitos exercícios da musculação com o objetivo de desenvolver as qualidades físicas dos músculos envolvidos na articulação do ombro, destaca-se o exercício desenvolvido em banco realizado com halteres, mais conhecido como supino plano com halteres. No exercício supino os movimen-

tos envolvidos na fase concêntrica são os de adução ou flexão horizontal do ombro (Gardner & Osburn, 1980; Hay & Reid, 1985; Rasch, 1991; Hall, 1993), extensão do cotovelo (Bittencourt, 1984) e abdução escapular (Godoy, 1994). Na fase excêntrica ocorre o movimento de extensão do ombro (Kendall, Kendall, Wadsworth, 1980; Daniels & Worthingham, 1987), flexão do cotovelo a favor da gravidade, e adução escapular (Daniels & Worthingham, 1987; Kapandji, 1987).

Godoy (1994) relata que os músculos ativados e suas respectivas atuações no exercício supino são: peitoral maior parte clavicular durante a flexão e abdução do ombro, e peitoral maior parte esternocostal durante a extensão e adução do ombro. As duas partes do peitoral maior atuam na flexão horizontal e na rotação interna do ombro. O deltóide, fibras anteriores, atua na flexão horizontal, na rotação medial e na abdução do ombro, e o tríceps do braço atua na extensão do cotovelo.

Das técnicas biomecânicas existentes e indicadas para este tipo de estudo está a eletromiografia. Ela permite avaliar o mecanismo do ombro, normal ou patológico, assim como permite definir melhor os exercícios para os músculos considerados motores da articulação do ombro.

Poucos estudos sobre o exercício supino são encontrados na literatura. Dentre os poucos temos o de Barnett, Kippers e Turner (1995) que investigaram eletromiograficamente os efeitos de quatro diferentes condições de inclinação durante o exercício de supino. Duas distâncias diferentes entre as mãos, com 80% da carga máxima, foram investigadas. Os músculos avaliados foram peitoral maior parte clavicular, peitoral maior parte esternocostal, deltóide fibras anteriores e tríceps do braço cabeça longa. O sinal eletromiográfico indicou alguns efeitos significantes a partir da inclinação e do espaço entre as mãos: o peitoral maior, parte clavicular, apresentou atividade semelhante para o supino inclinado e o supino horizontal; apresentou menor atividade durante o supino declinado, sendo que com um estreito espaçamento das mãos apresentou maior atividade; durante a maior inclinação, aumentou a atividade do deltóide fibras anteriores; durante o supino declinado e com um estreito espaçamento das mãos, ativou mais intensamente a cabeça longa do tríceps do braço.

O estudo de Glass e Armstrong (1997) correlacionou o recrutamento de unidades motoras das áreas inferior e superior do peitoral maior em dois tipos de supino (supino inclinado com ângulo de 30° e declinado com ângulo de 15° em relação ao horizontal). Os dados eletromiográficos foram coletados durante as fases concêntrica e excêntrica de cada repetição, sendo que o músculo peitoral maior inferior apresentou maior atividade durante o supino declinado, em ambas as fases. Nenhuma diferença significativa foi verificada na ativação do peitoral maior superior durante ambos, supino inclinado e declinado.

Os profissionais da área de treinamento e reabilitação precisam prescrever constantemente equipamentos de resistência mecânica, como os halteres, para desenvolver grupos musculares, particularmente para a articulação do ombro. Geralmente estas atividades de treinamento e reabilitação dependem do conhecimento sobre a complexidade biomecânica e típica debilidade na estabilidade destas estruturas. Este estudo tem por objetivo analisar eletromiograficamente os múscu-

los peitoral maior parte esternocostal (PME), peitoral maior parte clavicular (PMC), deltóide fibras anteriores (DA) e tríceps do braço cabeça longa (TBL) durante a realização do exercício desenvolvimento em banco com halteres, ou seja, supino plano com halteres.

## Método

### Participantes

O presente estudo foi realizado em onze (11) voluntários, do sexo masculino com idade variando de 20 a 35 anos, de antropometria semelhante, sem antecedentes de doenças músculo-esqueléticas e praticantes de musculação. Antecipadamente ao experimento os voluntários foram orientados sobre as atividades que seriam realizadas no momento do experimento.

### Procedimento

Cada voluntário realizou os movimentos que compõem o exercício desenvolvimento em banco com halteres, ou simplesmente supino plano com halteres com a administração de cargas com aproximadamente 20% do peso corporal (média = 98,5Kg (5,86Kg).

Foi utilizado um banco de 40cm de altura, 25cm de largura e com 125cm de comprimento. Dois suportes móveis de altura de 75 cm e equidistantes 114cm foram acoplados nas laterais do banco. Também utilizou-se um par de halteres de 30 cm de comprimento com massa de 10 Kg cada, recartilhamento cruzado, cromado e com sistema de embuchamento nas extremidades.

Antes de efetivar a coleta dos registros, cada voluntário executou o movimento para adquirir o sentido cinestésico, controlando assim a velocidade de execução. No momento da coleta realizaram três (3) movimentos.

Para captação dos sinais eletromiográficos foram utilizados eletrodos de superfície de marca BIO-LOGIC Systems Corporation, com revestimento de cloreto de prata com 2,9cm de largura e 3,3cm de comprimento, sendo os mesmos colocados, segundo as recomendações de Cristofolletti, Gonçalves e Bérzin (1991), sobre os músculos peitoral maior parte clavicular e parte esternocostal. Para os músculos deltóide fibras anteriores e tríceps do braço cabeça longa os eletrodos foram posicionados com adaptações segundo sugestão de Delagi, Iazzetti, Perotto e Morrison (1981). Todos foram posicionados do lado direito e com um fio terra ao nível do processo estilóide do rádio, também do lado direito.

Para a aquisição dos registros eletromiográficos foi estabelecida a frequência de amostragem de 1000 Hz. Utilizou-se um módulo de aquisição de sinais biológicos marca Lynx 1<sup>1</sup> de quatro canais ao qual foram conectados os eletrodos, sen-

<sup>1</sup> Lynx Tecnologia Eletrônica Ltda. - Doado pela FUNDUNESP proc. 076/90-DFP e 384/90-DPE ao Laboratório de Biomecânica do Departamento de Educação Física da UNESP Campus de Rio Claro.

do calibrado para um ganho de 1000 vezes.

Um filtro analógico foi instalado no módulo de aquisição, passa alta de 20 Hz e passa baixa de 500 Hz devido ao fato da possibilidade de coletar artefatos que normalmente apresentam-se com baixas frequências (até 20 Hz), principalmente quando a análise está relacionada com contrações isotônicas (Basmajian, Clifford, Mcleod & Nunnally, 1975). Uma vez que, no presente estudo, utilizou-se eletrodos de superfície, a literatura recomenda o uso de um filtro passa baixa de 500 Hz (Acierno, Baratta & Solomonow, 1995).

A conversão dos sinais analógicos para digitais foi realizada por uma placa A/D com faixa de entrada de -5 a +5 Volts (CAD 1026 - Lynx). Para a aquisição e posterior análise dos sinais, utilizou-se o software Aqdados-Lynx. Um filtro de 60Hz no hardware foi usado para impedir a entrada das frequências da rede elétrica local.

No sinal de cada músculo foi estimado o valor da área (integral definida) sob o sinal, entre o tempo inicial e final de coleta. Isto permitiu calcular o valor eficaz do sinal, o qual foi normalizado pela contração isométrica voluntária máxima (CIVM = 100%).

Com objetivo de identificar o momento do início e término do movimento, realizou-se uma filmagem com uma filmadora JVC, modelo GR-AX910, com velocidade de 30 quadros por segundo. Para existir um sincronismo entre a aquisição do registro eletromiográfico com o registro cinematográfico, foi utilizado um sistema fotoeletrônico (Tortosa & Gonçalves, 1994) que era acionado através de uma lâmpada incandescente. Esta, ao ser ligada, sensibilizava um fotorresistor variável (LDR). A utilização deste circuito foi necessária pois, acoplado a um dos canais do amplificador, emitia um sinal *trigger* com amplitude adequada ao computador que acionava a placa AD iniciando-se a aquisição dos sinais eletromiográficos. A posição da lâmpada ajustada no campo focal da filmadora, funcionava como uma marca no filme, indicando o início da aquisição do sinal eletromiográfico.

O voluntário permaneceu durante todo o movimento em decúbito dorsal no equipamento banco supino plano. Na posição inicial, a articulação do ombro encontrava-se em flexão até 90 graus e adução horizontal, com abdução e rotação para cima da escápula, cotovelo estendido, rádio-ulnar pronada, punho estendido, interfalangeanas flexionadas, formando assim uma garra com a qual fixavam-se os halteres.

O movimento realizado foi de abdução horizontal do ombro associado à adução escapular, com flexão do cotovelo. As articulações rádio-ulnar, punho e interfalangeanas mantiveram-se na mesma posição que a inicial. Após chegar ao limite da máxima amplitude de movimento de abdução horizontal do ombro, o voluntário retornava à posição inicial.

Para analisar a atividade eletromiográfica dos músculos peitoral maior parte esternocostal (PME), peitoral maior parte clavicular (PMC), deltóide fibras anteriores (DA) e tríceps do braço cabeça longa (TBL) durante o movimento, realizou-se o teste de Friedman (CAMPOS, 1983) para verificar o efeito dos músculos em cada fase do movimento. Após identificadas as relações significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ ), realizou-se um teste de contraste - Diferença Mínima Significativa (DMS) - através do qual especificou-se onde estava efetivamente essa diferença. Para verificar as interações entre as duas fases do movimento em cada músculo, realizou-se o teste de Wilcoxon (Campos, 1983).

## Resultados

A partir dos resultados obtidos (tabela 1 e figura 1) verificou-se que no exercício supino plano com halteres houve diferença significativa na fase excêntrica do movimento entre os músculos PMC com o DA e PMC com o TBL. O músculo PMC em ambos os casos apresentou maior atividade.

**Tabela 1** - Valores eficazes médios normalizados e desvio padrão (U.A. - Unidade Arbitrária) dos músculos peitoral maior parte esternocostal (PME), peitoral maior parte clavicular (PMC), deltóide fibras anteriores (DA), tríceps do braço cabeça longa (TBL) em relação à CIVM no exercício supino plano com halteres, durante as fases excêntrica e concêntrica, com administração de aproximadamente 20% do peso corporal.

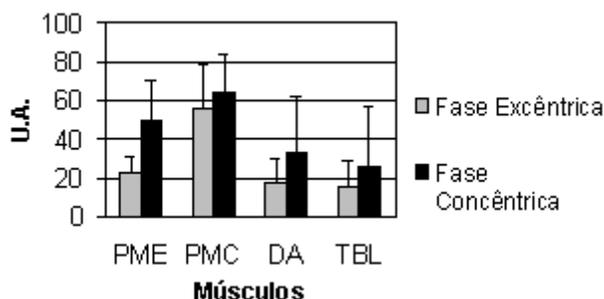
Exercício	Fase	PME	PMC	DA	TBL
Supino Plano com Halteres	Excêntrica	23.096 <sup>f</sup> ± 7.572	55.665 <sup>a,b,g</sup> ± 22.803	16.988 <sup>h</sup> ± 12.719	15.410 <sup>i</sup> ± 13.821
	Concêntrica	49.091 <sup>c</sup> ± 20.838	63.683 <sup>d,e</sup> ± 20.257	33.170 ± 28.525	26.188 ± 30.724

### Resultado do Teste de Friedman para $p \leq 0,05$ e Diferença mínima significativa (DMS).

- <sup>a</sup>  $p \leq 0,05$  em relação ao DA.
- <sup>b</sup>  $p \leq 0,05$  em relação ao TBL.
- <sup>c</sup>  $p \leq 0,05$  em relação ao TBL.
- <sup>d</sup>  $p \leq 0,05$  em relação ao DA.
- <sup>e</sup>  $p \leq 0,05$  em relação ao TBL.

### Resultado do Teste de Wilcoxon para $p \leq 0,05$

- <sup>f</sup>  $p \leq 0,05$  em relação à fase concêntrica.
- <sup>g</sup>  $p \leq 0,05$  em relação à fase concêntrica.
- <sup>h</sup>  $p \leq 0,05$  em relação à fase concêntrica.
- <sup>i</sup>  $p \leq 0,05$  em relação à fase concêntrica.



**Figura 1.** Valores eficazes médios normalizados e desvio padrão (U.A.) dos músculos peitoral maior parte esternocostal (PME), peitoral maior parte clavicular (PMC), deltóide fibras anteriores (DA), tríceps do braço cabeça longa (TBL) em relação à CIVM no exercício supino plano com halteres, durante as fases excêntrica e concêntrica, com administração de aproximadamente 20% do peso corporal.

Na fase concêntrica do movimento, houve diferença significativa entre os músculos PME com o TBL. O PME apresentou maior atividade. Também houve diferença significativa entre os músculos PMC com o DA e PMC com o TBL, sendo o músculo PMC, em ambos os casos, o que apresentou maior atividade.

Quando a ação de cada músculo foi analisada entre as duas fases do movimento, verificou-se que houve diferença significativa para todos os músculos (PME, PMC, DA e TBL). Todos estes músculos apresentaram maior atividade na fase concêntrica.

## Discussão

Na fase excêntrica do movimento constata-se o predomínio da atividade do músculo PMC, devido à sua função de desacelerar o movimento durante a abdução horizontal do ombro. Esta função é influenciada pela postura em decúbito dorsal dos voluntários (i.e., a favor da gravidade) e pelo acréscimo da carga dos halteres. A exigência de um alto grau de estabilidade na articulação do ombro provavelmente justifica a maior atividade do músculo PMC nesta fase do movimento. A instabilidade é alcançada tanto pelas características morfológicas, como pelas características biomecânicas do músculo PMC. Particularmente quanto às inserções e origens, o músculo PMC, assim como sua resultante vetorial de força que converge no sentido de aumentar a congruência articular, torna este músculo o motor principal nesta fase (Kendall et al., 1980; Hay & Reid, 1985; Hall, 1993). Estes autores relatam que este músculo é um dos mais importantes coaptadores entre a cavidade glenóide e a cabeça umeral.

Na fase concêntrica do movimento a maior ação dos músculos PME e PMC se justifica pelos componentes do movimento, os quais incluem adução horizontal do ombro e abdução com rotação para cima da escápula. Estes músculos são considerados motores primários, de acordo com Kendall et al. (1980),

Daniels e Worthingham (1987), e embasados nos referenciais anatômicos e físicos nos quais estes músculos se identificam (Gardner & Osburn, 1980; Hay & Reid, 1985).

Entre as duas fases do movimento todos os músculos analisados apresentaram maior atividade na fase concêntrica. Esta fase compõe-se dos movimentos de flexão e adução do ombro à 90 graus. Durante estes movimentos, os músculos PME, PMC e DA são motores principais, assim como o TBL durante a extensão do cotovelo (Kendall et al., 1980; Hay & Reid, 1985; Daniels & Worthingham, 1987; Kapandji, 1987; Hall, 1993).

## Conclusão

Baseando-se na análise dos parâmetros eletromiográficos, conclui-se que neste exercício de resistência mecânica, conhecido classicamente como supino plano com halteres, em ambas fases do movimento o músculo mais ativo é o PMC, sendo que todos os músculos analisados são mais ativos na fase concêntrica.

## Referências

- Acierno, S.P., Baratta, R.V. & Solomonow, M. (1995). *A practical guide to electromyography for biomechanists*. Louisiana State University.
- Basmajian, J.V., Clifford, H.C., Mcleod, W.D & Nunnally, H.N. (1975). *Computers in Electromyography*. London: Butterworth.
- Barnett, C., Kippers, V. & Turner, P. (1995). Effects of variations of the bench press exercise on the EMG activity of five shoulder muscles. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 9 (4), 222-227.
- Bittencourt, N. (1984). *Musculação: uma abordagem metodológica* (2ª Ed.). Rio de Janeiro: Editora Sprint.
- Campos, H. (1983). *Estatística experimental não paramétrica* (4ª Ed.). Piracicaba: ESALQ/USP.
- Cristofoletti, M.G.K., Gonçalves, M. & Bérzin, F. (1991). Estudo eletromiográfico dos músculos Peitoral Maior e Grande Dorsal em equipamento denominado Voador [Resumo]. *Anais III Simpósio Paulista de Educação Física* (p. 81). Rio Claro: UNESP.
- Daniels, L. & Worthingham, C. (1987). *Provas de função muscular - técnicas de exame manual* (5ª Ed.). Rio de Janeiro: Editora Guanabara.
- Delagi, E. F., Iazzetti, J., Perotto, A. & Morrison, D. (1981). *Anatomic guide for the electromyographer. The limbs* (2ª Ed.). Illinois: Charles C. Thomas.
- Gardner, W.D. & Osburn, W.A. (1980). *Anatomia do corpo humano* (2ª Ed.). São Paulo: Atheneu.
- Glass, S. C. & Armstrong, T. (1997). Electromyographical activity of the pectoralis muscle during incline and decline bench presses. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 11(3), 163-167.
- Godoy, E. S. (1994). *Musculação: Fitness*. Rio de Janeiro: Sprint.
- Hall, S. J. (1993). *Biomecânica básica*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.

- Hay, J.G. & Reid, J.G. (1985). *As bases anatômicas e mecânicas do movimento humano*. Rio de Janeiro: Prentice-Hall do Brasil.
- Kapandji, I.A. (1987). *Fisiologia articular*, Vol. 1 (5ª Ed.). São Paulo: Manole.
- Kendall, H.O., Kendall, F.P. & Wadsworth, G.E. (1980). *Músculos provas e funções*. São Paulo: Manole.
- Rasch, P. J. (1991). *Cinesiologia e Anatomia aplicada* (7ª Ed.). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Tortosa, C. & Gonçalves, M. (1994). Montagem de um sistema de sinalização para aquisição simultânea de sinais eletromiográficos e cinematográficos [Resumo]. *V Congresso de Iniciação Científica UNESP*. Rio Claro: UNESP. p. 98.

### Nota do autor

Sarah Regina Dias da Silva é Mestranda Laboratório de Biomecânica - UNESP - Rio Claro; Mauro Gonçalves é Prof. Dr. Departamento de Educação Física - Laboratório de Biomecânica - UNESP - Rio Claro; Marcos Antonio de Almeida Leme é Doutor em Ciências pela FOP - UNICAMP, e Fausto Bérzin é Prof. Titular Departamento de Anatomia - FOP - UNICAMP.

Apoio financeiro: FUNDUNESP

Endereço:

Prof. Dr. Mauro Gonçalves  
Laboratório de Biomecânica - UNESP  
Avenida 24A nº 1515 - Rio Claro - SP  
CEP 13506-900  
maurog@rc.unesp.br