

VARIÁVEIS BIOMECÂNICAS ANALISADAS DURANTE O LEVANTAMENTO MANUAL DE CARGA

Mauro Gonçalves¹

RESUMO

A presente revisão tem como objetivo apresentar as muitas variáveis biomecânicas analisadas durante o levantamento manual de carga e que ainda continuam sendo preocupantes como fatores de sobrecarga e lesão nesta atividade considerada uma das atividades de vida diária mais realizadas, seja no trabalho, no esporte ou reabilitação. As lesões na coluna, resultantes de levantamentos de pesos, são responsáveis por quase 12% de todas lesões industriais e que 85% a 99% de todas as lesões graves na coluna, particularmente nos níveis de L4/L5 e L5/S1. Neste sentido, a literatura sumarizada fundamenta-se na análise de diversos fatores com bases fisiológicas, biomecânicas, psicofísicas e epidemiológicas como guia para o levantamento manual de carga. Alguns destes fatores são: posicionamento das articulações no início e durante o levantamento, como o tamanho, a forma e a quantidade da carga, a velocidade de execução do movimento, a altura em que a carga se encontra no início do levantamento, a presença ou não de suportes e os seus vários tipos, o uso de acessórios como o cinto de suporte lombar e a pressão intra-abdominal. Por último, e de extrema importância, são as regras para prevenção de lesões ocasionadas pelo levantamento manual de carga, que muitas vezes são de difícil aplicação, pois dependem do tamanho do indivíduo, forma, posição no espaço e dos hábitos daquele que levanta o peso.

UNITERMOS: Levantamento Manual de Carga, Biomecânica, Regras, Prevenção de Lesões

INTRODUÇÃO

O ato de levantar um peso está incluído muitas vezes nos movimentos que realizamos durante todo o dia. Mesmo que sua massa seja pequena, realizamos este levantamento manual de carga muitas vezes automaticamente, sem que tenhamos consciência dos mecanismos de exigência sobre o organismo necessários para que esta carga possa ser elevada ou sustentada.

Devido ao fato de ser uma atividade de vida diária e, na grande maioria das vezes, sem consciência da melhor forma de se executar este movimento, em nossos dias, existe uma porcentagem significativa da população que sofre das seqüências da execução modificada deste ato.

Chaffin & Andersson (1984) relacionando a incidência de lesões ocorridas principalmente por levantamentos de carga em situações de trabalho, relatam

que a NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) constatou que as taxas de lesões músculo-esqueléticas, isto é, o número de lesões por hora/homem no trabalho, e taxas de severidade, ou seja, o número de horas perdidas devido às lesões por hora/homem no trabalho, aumentam significadamente quando: objetos pesados e volumosos são levantados ou quando são levantados ao nível do solo e (com certa frequência), quando a posição do objeto com respeito ao corpo encontra-se muito distante, quando o período de duração da atividade é prolongado e quando alguns indivíduos não são cuidadosamente selecionados e treinados para as tarefas de levantamento.

Freivalds et al. (1984) citam que para a National Safety Council o levantamento de cargas pesadas causa um alto "stress" no sistema músculo-esquelético, resultando em 25% de toda perda de tempo nos acidentes na indústria. Troup (1965) relata que na Inglaterra, mais que 20% dos acidentes na indústria ocasionam lesões na coluna lombar sendo de 50% a 60% resultantes de levantamento de carga. Adrian & Cooper (1989), relatam que as "lesões nas costas, resultantes de levantamentos de pesos, são responsáveis por quase 12% de todas lesões industriais e que 85% a 99% de todas as lesões graves nas costas, ocorrem nos níveis de L4/L5 e L5/S1".

No Brasil, com o objetivo de melhorar as condições de segurança no trabalho na engenharia civil, a FUNDACENTRO (s/d), apresenta os procedimentos corretos para o levantamento e transporte manual de pesos, ao mesmo tempo limitando a quantidade de carga de acordo com a idade: adultos 18 a 35 anos, homens 40Kg, mulheres 20Kg; de 16 a 18 anos, homem, 16Kg, mulher, 8 Kg; menos de 16 anos, proibido o levantamento de carga; entre 16 e 18 anos recomenda-se que o levantamento seja no máximo 40% do peso indicado para adultos e para as mulheres que o valor máximo de levantamento seja de 50% do valor indicado para o homem.

REVISÃO DE LITERATURA

A presente revisão de literatura abordará o levantamento manual de carga e as suas diversas formas de abordagem metodológica, permitindo assim que se verifique o quão este tema importante para a manutenção da saúde do homem em seu ambiente de trabalho, assim como a conservação da qualidade de vida.

Desde 1981, muitos estudos publicados revisaram os fatores relevantes para dar acesso à capacidade de levantamento manual de carga. Em geral as pesquisas mostram que este levantamento está limitado pela força do trabalhador, pela máxima compressão discal, pela

¹ Laboratório de Biomecânica, Departamento de Educação Física, IB, UNESP, Rio Claro, SP, Brasil

capacidade cardiovascular e pela percepção do desconforto ao levantamento. Neste sentido, a literatura sumarizada fundamenta-se nas bases fisiológicas, nas bases biomecânicas, nas bases psicofísicas e epidemiológicas como guia para o levantamento manual de carga.

Muitas destas pesquisas relatam os limites do levantamento de carga nos diversos planos e nas condições de levantamento repetitivo para deslocamentos no sentido horizontal.

Muitos são os fatores estudados sobre o levantamento de peso que podem influenciar na sua eficiência. Inclusive como causas de muitas lesões ocasionadas por este movimento, alguns destes fatores são: posicionamento das articulações no início e durante o levantamento, a quantidade de carga, a velocidade de execução do movimento, a altura em que a carga se encontra no início do levantamento, a presença ou não de puxadores e os seus vários tipos, o uso de acessórios como o cinto de suporte lombar, a pressão intra-abdominal.

A postura das articulações pode oferecer níveis de sobrecarga na coluna vertebral como verificado por, Nachemson (1971), Andersson et al., (1976), McGILL & Norman (1986), Schipplein et al., (1990) e em particular os trabalhos de Andersson et al. (1977), e Chaffin & Park (1973), que verificaram normalmente ocorrer o maior nível de lesões quando o indivíduo realiza o levantamento da carga com uma extensão da articulação do quadril estando os joelhos estendidos. Muitos destes estudos analisaram o efeito da postura no conteúdo de fluido dos discos intervertebrais lombares durante o levantamento manual de carga e calcularam os momentos de flexão e extensão que ocorrem ao nível de L5/S1 da coluna, sendo que o estilo mais exigente foi aquele levantamento realizado com a coluna lombar.

A altura da carga no início do levantamento é outra variável normalmente estudada quanto a sobrecarga. Bousson et al. (1982) calcularam os torques para o quadril, joelho e tornozelo, os quais mostraram significantes diferenças entre os sujeitos e diferenças altamente significantes entre quatro posturas. Verificaram o maior torque quando na posição ereta, tronco e quadril fletido e joelhos estendidos.

Outras variáveis como o tamanho, a forma e a quantidade da carga foram estudadas, verificando o quanto estas influenciam sobre a coluna lombar, sendo que Chaffin & Park (1973), concluíram haver maior incidência de dor lombar quando o levantamento de carga for maior que 17,5kg.

Para dinamizar o estudo sobre o levantamento manual de carga, uma estratégia utilizada foi o desenvolvimento de modelos biomecânicos como instrumento de medida e simulação. Eles são muito úteis para ganhar informações sobre os fatores e métodos de atividades que se relacionam com a capacidade de levantamento do homem. Os modelos proporcionam informações sobre a capacidade de levantamento do indivíduo, têm vantagens e desvantagens,

porém suas aplicações podem proporcionar dados para melhorar áreas de trabalho de levantamento e são úteis para desenhar novos trabalhos que requerem o manuseio de cargas. Muitos destes modelos e em particular da coluna lombar foram desenvolvidos em três dimensões com intuito de medir a variedade de respostas biomecânicas que ocorrem durante o levantamento de peso. Neste tipo de modelo, a eletromiografia apresenta-se como coadjuvante, servindo para modular as forças relativas de cada músculo. Para definir a posição, o tamanho e a forma da vértebra utiliza-se de tomografia computadorizada. Com isto, permite-se determinar os tipos de esforços aplicados nas vértebras possibilitando assim um entendimento mais racional da complexa cinemática e limitações humanas associadas a assimetrias no levantamento de peso.

Durante esta revisão verifica-se que muitos autores propõem regras para o levantamento de cargas, como Sullivan (1989), que sugere para um levantamento seguro, observar o plano de levantamento, a manutenção da carga próximo ao corpo, evitar a rotação do tronco enquanto se levanta, flexionar os joelhos. Rash (1989), propõe seis princípios devem ser observados: 1) pés planos no solo 2) pernas afastadas numa distância cômoda (aproximadamente 30cm), 3) peso mantido o mais próximo possível do indivíduo; 4) a coluna vertebral, mantida na posição o mais ereta possível; 5) o levantamento, realizado pelos músculos maiores e mais fortes, em geral os músculos extensores da articulação do joelho; 6) indivíduo voltado para a direção daquilo que pretende deslocar, regras que muitas vezes são de difícil aplicação, pois dependem do tamanho do indivíduo, forma e posição da carga no espaço e dos hábitos daquele que levanta o peso

Snook (1989) refere que um levantamento seguro de um objeto ao nível do solo requer que o trabalhador mantenha a coluna lombar ereta, fletindo os joelhos para abaixar o corpo e levantar com os músculos da perna, manter o objeto próximo ao corpo, levantar de maneira lenta sem solavancos, girar com os pés em vez do tronco.

A NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health), no seu guia prático do trabalho para o levantamento manual, indica que os objetos sejam levantados suavemente, tenham moderada largura, e que as mãos estejam mantidas seguras no objeto a ser levantado e que existam favoráveis condições de temperatura.

Martin & Chaffin (1972), concluem que a capacidade de força para levantamento manual de carga diminui na posição em pé próximo a linearidade, com o deslocamento horizontal independente da altura vertical. A capacidade para o levantamento é maior quando as mãos estão próximas ao joelho. A capacidade de levantamento próximo do corpo é menor quando a carga está na altura da cintura, sendo contrário para na altura do joelho ou ombro, isto devido à menor vantagem mecânica dos braços e da coluna lombar no nível da cintura.

Andersson et al., (1976) e Harman et al., (1989) estudaram a pressão intra-abdominal considerada como um

fator de avaliação do levantamento manual de carga e muitas vezes associada às técnicas eletromiográficas.

Ortengren & Andersson (1977), Anderson & Waters (1991), relatam algo muito importante, e muitas vezes pouco perceptível durante o levantamento manual de carga, que é a presença ou não de suporte para colocação das mãos no objeto a ser levantado, sendo que no levantamento estático para objetos colocados acima do solo os potenciais dos músculos são mais baixos assim como as pressões intra-abdominais. Quando no levantamento dinâmico, e realizado com a coluna lombar, se produz valores mais altos, embora estatisticamente sem diferença significativa.

O que se verifica na literatura é que outros fatores a serem observados no levantamento manual de carga como o desenho do espaço de trabalho, a redução dos pesos e os tamanhos dos objetos, são mais importantes do que as tradicionais instruções sobre a técnica de levantamento e que são confirmados através da medida de sobrecarga sobre a coluna e por eletromiografia.

A pressão intra-discal durante o levantamento manual de carga, foi estudada por Nachemson & Elfstrom (1970), que relatam elevar-se fisiologicamente no nível das vértebras lombares, durante a flexão do tronco para frente de 120kg para 300kg. No nível de L3, registraram os efeitos do levantamento de 20kg sobre a pressão intra-discal na coluna vertebral estendida e curvada. Com o dorso curvado e joelhos estendidos apresentou-se uma pressão de 22,1 kg/cm², enquanto que com o dorso estendido e joelhos flexionados, portanto com uma carga axial, estabeleceu-se uma pressão de 11,6kg/cm².

Muitos autores analisaram a velocidade de execução do levantamento manual de carga, como Marras & Mirka (1990), que correlacionaram o comportamento dos músculos do tronco e a pressão intra-abdominal durante a extensão do tronco com níveis de aceleração e rotação do tronco variadas, durante a execução de levantamentos. A eletromiografia dos músculos do tronco foi acima de 50% da contração máxima, mesmo quando se produzia uma mínima quantidade de torque na coluna lombar. Músculos localizados mais distantes da coluna, como o grande dorsal e oblíquos, aumentaram suas atividades ainda mais, quando a aceleração aumentou. A pressão intra-abdominal mudou muito pouco nas condições de teste.

Snook et al. (1970) analisaram uma variável que pode ser considerada de risco ao indivíduo durante o levantamento manual de carga, que é a frequência de levantamentos, Chaffin & Park (1973) relataram que levantamentos infrequentes (abaixo de 50 vezes por dia) podem ser considerados de maior risco.

Lander et al. (1992) destacam que alguns equipamentos podem auxiliar o levantamento manual de carga e podem servir como proteção ao trabalhador, em particular o uso de cintos, normalmente denominados suportes lombares. Também os estudos de UDO et al., (1995) e Gonçalves (1996) verificaram o efeito do cinto, da experiência no seu uso e do tipo de respiração, na atividade

eletromiográfica dos músculos reto do abdome, oblíquo externo do abdome e eretor da espinha ao nível de L1-2, L3-4, durante o levantamento manual de carga. Ao segurar uma carga de 20 kg. com inclinação do tronco de 30 graus, concluiu-se que o cinto, dependendo da experiência no seu uso, afeta a atividade eletromiográfica. O grupo que apresentava experiência acima de 15 horas tinha a atividade eletromiográfica significativamente afetada pelo cinto. Para o grupo de baixa experiência, o uso de cinto tem um efeito reverso na atividade eletromiográfica. O efeito do cinto na atividade eletromiográfica depende das condições respiratórias. Sendo significante durante a manutenção da respiração e durante a inspiração, mas não durante a expiração.

Bobet & Norman (1984), Sullivan (1989), Seroussi & Pope (1987), Winters & Woo (1990), Schipplein et al. (1990) para avaliar a ação dos músculos durante o levantamento manual de carga, utilizaram como instrumento a eletromiografia, permitindo assim uma correlação entre o esforço muscular e as forças externas que atuam no ser humano durante esta atividade. Em particular, Gracovetsky (1988) descreve o levantamento de carga, através da eletromiografia integrada onde demonstra que na posição inicial do levantamento, estando o indivíduo inclinado para frente para pegar a barra, os músculos multifido, longuíssimo do tórax e iliocostal lombar estão em silêncio. Após elevar a barra até a posição ereta, existe uma ação dos extensores do quadril relatando particularmente a atividade do glúteo máximo, assim como da ação conjunta do grande dorsal e iliocostal lombar para estabilizar a coluna lateralmente, porém suas contribuições para o levantamento são menores que o sistema ligamentar posterior por apresentarem um braço mais curto que os últimos. Os multifidos só apresentam atividade após 25 graus de flexão do tronco durante o levantamento. Ao atingir a postura ereta, ocorre o aumento da lordose que diminui a ação dos ligamentos e aumenta a ação dos multifidos.

McConaill & Basmajian (1969), verificaram que o músculo eretor da espinha na posição ereta é inativo e a carga é suportada pelos ligamentos e outros órgãos da região lombar, porém o perigo de danos aos ligamentos é óbvio.

Por último, e de extrema importância são as formas de prevenção de lesões ocasionadas pelo levantamento manual de carga e estas foram destacadas por Anderson & Waters (1991). Quando revisando a equação da NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health), relatam que existem componentes que devem ser analisados para um seguro levantamento manual, como: a) localização do levantamento padrão, para horizontal, de 15 a 25 cm de deslocamento, que é considerada uma medida que não interfere com o deslocamento do corpo a frente; b) a carga constante, que está no máximo em 23 Kg considerada uma carga que protege o trabalhador de lesões de sobrecarga.

Através dos resultados, da equação da NIOSH, de levantamento, estes nos orientam que as tarefas de levantamento que excedem a zona de segurança, serão

redesenhas para eliminar ou reduzir as demandas de levantamento daquelas tarefas. Para as tarefas que excedem o limite de peso recomendado, deve haver intervenção da engenharia e ergonomia, no intuito de reduzir as lesões de sobrecarga.

Para aliviar o torque sobre a coluna durante o levantamento de cargas procura-se alterar o ponto de apoio sobre a coluna e, com isto, o braço de alavanca. A maneira de realizar esta manobra, é aumentar a pressão intra-abdominal, sendo que segundo Bearn (1961), aumenta a atividade dos músculos eretores da coluna provavelmente pela tendência de flexionar-se a coluna vertebral.

Anderson & Waters (1991), realizaram uma revisão sobre o guia de levantamento manual produzido pela NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health), em 1981. Esta produção ocorreu devido a teoria que “as lesões de sobrecarga são resultados de demandas que excedem a capacidade do trabalhador”. Para isto uma equação foi desenvolvida para calcular o peso recomendado para uma específica tarefa de levantamento simétrico e bimanual.

Como alternativas preventivas da dor lombar em relação ao levantamento de peso, estão os treinamentos de força e aptidão física, que foram confirmado nos estudos de Rowe (1969), Glover (1976) e Miller (1977), Kraus et al (1983), Snook (1989), relatam que 65% a 70% das reduções da incapacidade lombar é resultado do treinamento de trabalhadores nos princípios do levantamento seguro, embora nem todas investigações sobre o efeito do treinamento de força e aptidão física demonstram reduções na dor lombar como demonstram os trabalhos de Nachemson & Lindh (1969), Dehlin et al., (1976), Snook et al., (1978).

Outra possibilidade em prevenir dores lombares por levantamento de peso é a análise do desenho do local de trabalho que Benson (1986), através de estudos em indústrias, sugeriu ser o mais efetivo controle na diminuição de dores em trabalhadores, reduzindo assim o custo de indenizações.

Muitos autores propõem regras para o levantamento de cargas, como Sullivan (1989), que sugere para um levantamento seguro, observar o plano de levantamento, a manutenção da carga próximo ao corpo, evitar a rotação do tronco enquanto se levanta, flexionar os joelhos.

As regras muitas vezes são de difícil aplicação, pois dependem do tamanho do indivíduo, forma e posição no espaço e dos hábitos daquele que levanta o peso, seis princípios devem ser observados: 1) pés planos no solo 2) pernas afastadas numa distância cômoda (aproximadamente 30cm), 3) peso, mantido o mais próximo possível do indivíduo; 4), a coluna vertebral, mantida na posição o mais ereta possível; 5) o levantamento, realizado pelos músculos maiores e mais fortes, em geral os músculos extensores da articulação do joelho; 6) indivíduo voltado para a direção daquilo que pretende deslocar.

Um levantamento seguro de um objeto ao nível do solo, requer que o trabalhador mantenha a coluna lombar ereta, fletindo os joelhos para abaixar o corpo, e levantar

com os músculos da perna, manter o objeto próximo ao corpo, levantar de maneira lenta sem solavancos, girar com os pés em vez do tronco e posicionar corretamente pés, queixo, braços e mãos.

Que os objetos sejam levantados suavemente, tenham moderada largura, e que as mãos estejam mantidas seguras no objeto a ser levantado e que existam favoráveis condições de temperatura.

A capacidade para o levantamento é maior quando as mãos estão próximas ao joelho e é menor quando a carga está na altura da cintura ao contrário para a altura do joelho ou ombro. Isto devido a pobre vantagem mecânica dos braços e da coluna lombar no nível da cintura.

ABSTRACT

BIOMECHANICS VARIABLES ANALYZED DURING THE MANUAL WEIGHT LIFTING

The present revision has as objective to present the many variables analyzed during the manual weight lifting and that they still continue being preoccupying as overload factors and lesion in this activity, which one of the accomplished activities of daily life is considered be in the work, in the sport or rehabilitation. The lesions in the column, resultants of weights lifting, are responsible for almost 12% of all industrial lesions and for 85% to 99% of all the serious lesions in the column, particularly in the levels of L4/L5 and L5/S1. In this sense, the literature summarized is based in the analysis of several factors with physiologic bases, biomechanics, psychophysics and epidemic as guide for the manual weight lifting. Some of these factors are: posture of the joint in the beginning and during the lifting, the size, the form and the amount of the load, the speed of execution of the movement, the height in that the load meets in the beginning of the rising, the presence or not of supports and its several types, the use of accessories as the belt of lumbar support and the intra-abdominal pressure. Last, and of extreme importance are the rules for prevention of lesions caused by the manual lifting, that a lot of times are of difficult application, because they depend on the individual's size, its forms, position in the space and of the habits of who lifts the weight.

UNITERMS: Lifting Weights, Biomechanics, Rules, Prevention of injuries.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS *

- ADRIAN, M.J., & COOPER, J.M. **Biomechanics of human movement.** Indianapolis, Indiana, Benchmark , 772p., 1989.
- ANDERSON, V.P.; & WATERS, T.R. Revisions in Niosh guide to manual lifting. **IN: CONFERÊNCIA NACIONAL NA UNIVERSIDADE DE MICHIGAN,** Michigan, 1991.
- ANDERSSON, G.B.J., ÖRTENGREN, R., HERBERTS, P. Quantitative electromyography studies of back muscle activity related to posture and loading. **Orthop. Clin. North Am.** 8:85-96, 1977.
- ANDERSSON, G.B.J., ÖRTENGREN, R., NACHEMSON, A. Quantitative studies of back loads in lifting. **Spine,** 1:178-85, 1976.
- BEARN, J.G. The significance of the activity of the abdominal muscles in weight lifting. **Acta Anat.,** 45: 83-9, 1961.
- BENSON, J.D. Control of low back pain in industry through ergonomic redesign of manual materials handling tasks. **In: Karwowski, W. ed. Trends in Ergonomics/ Human factors III.** Amsterdam, North Holland 1986.
- BOBET, J., & NORMAN, R.W. Effects of load placement on back muscle activity in load carriage. **Eur. J. Appl. Physiol.,** 53: 71-5, 1984.
- BOUSSENA, M., CORLETT, E.N., PHEASANT, S.T. The relation between discomfort and postural loading at the joints. **Ergonomics,** 25:315-22, 1982.
- CHAFFIN, D.B.; & ANDERSSON, G.B.J. **Occupational Biomechanics.** New York, John Wiley e Sons, 1984. 453p.
- CHAFFIN, D., & PARK, K. A longitudinal study of low back pain as associated with occupational weight lifting factors., **Am Ind Hyg Assoc J.,** 34:513-25, 1973.
- DEHLIN, O., HEDENRUD B., HORAL J. Back symptoms and nursing aids in a geriatric hospital. **Scand. J. Rehabil. Med.,** 8:47-53, 1976.
- FREIVALDS, A., CHAFFIN, D.B.; GARG, A., LEE, K.S. A dynamic biomechanical evaluation of lifting maximum acceptable loads. **Biomechanics,** 17:251-62, 1984.
- FUNDACENTRO - Levantamento e transporte manual de pesos. São Paulo, FUNDACENTRO, s/d.
- GLOVER, J.R. **Prevention of back pain.** In: Jayson, M. ed. The lumbar spine and back pain. New York. Grune and Stratton, 1976.
- GONÇALVES, M. Levantamento manual de carga: efeito da postura, altura e uso de cinto. Tese de doutorado em Anatomia, ICB, USP, SP, 1996. p
- GRACOVETSKY, S. **The spinal engine.** New York, Springer-Verlag, 1988. 505p.
- HARMAN, E.A., ROSENTSTEIN, R.M., FRYKMAN, P.N., NIGRO, G.A. Effects of a belt on intra abdominal pressure during weight lifting. **Med. Sci. Sports Exercise.** 21:186-90, 1989.
- KRAUS, H., W. NAGLER, A. MELLEBY, Evaluation of an exercise program for low back pain. **Am. Fam. Physician,** 28, 153-58, 1983.
- KUMAR, S.L., CHAFFIN, D.B., REDFERN, M. Isometric and isokinetic back and arm lifting strengths, device and measurement. **J. Biomechanics,** 21:35-44, 1988.
- LANDER, E.J., HUNDLEY, J.R., SIMONTON, R.L. The effectiveness of weight-belts during multiple repetitions of the squat exercise. **Med. Sci. Sports Exercise,** 24:603-9, 1992.
- MARRAS-W, & MIRKA, G.A. Muscle activities during asymmetric trunk angular acceleration. **J. Orthop. Res.** 8:824-32, 1990.
- McCONNAILL, M.A., & BASMAJIAN, J.V.. **Muscles and movements. A basis for human kinesiology.** Baltimore, Williams & Wilkins, 1969.

- McGILL, S.M., & NORMAN, R.W. Partitioning of the L4-L5 dynamic moment into disc, ligamentous, and muscular components during lifting. **Spine**, 11: 666-78, 1986.
- MARTIN, J.B., & CHAFFIN, D.B. Biomechanical computerized simulation of human strength in saggital-plane activities. **AIIE Transactions**, 4: 19-28, 1972.
- MILLER, R.L. Bend your knees! **Nat. Safety News**, may, 57-8, 1977.
- NACHEMSON, A.L., & LINDH, M. Measurement of abdominal and back muscle strength with and without low back pain. **Scand. J. Rehabil. Med.**, 1: 60-5, 1969.
- NACHEMSON, A.G., & ELFSTRÖM, G. **Intravital dynamic pressure measurement in lumbar discs**. Stockholm, Almquist and Wiksell, 1970.
- NACHEMSON, A.L. Low back pain, its etiology and treatment. **Clin. Med.**, Jan., 18-24, 1971.
- ÖRTENGREN, R.; & ANDERSSON, G.B.J. Electromyographic studies of trunk muscles, with special reference to the functional anatomy of the lumbar spine. **Spine**, 2:44-52, 1977.
- RASCH, P.J. **Cinesiologia e Anatomia Aplicada**. 7 ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1989, 204p.
- ROWE, M.L. Low back pain in industry. A position chapter. **J. Occup. Med.**, 11, 161-69, 1969.
- SCHIPPLEIN, O.D., TRAFIMOW, J.H., ANDERSSON, G.B.J., ANDRIACCHI, T.P. Relationship between moments at the L5/S1 level, hip and knee joint when lifting. **J. Biomechanics**, 23:907-12, 1990.
- SEROUSSI, R.E., & POPE, M.H. The relationship between trunk muscles electromyography and lifting moments in the sagittal and frontal planes. **J. Biomech.**, 20:135-46, 1987.
- SNOOK, S.H., CAMPANELLI, R.A., HART, J.W. A study off three Preventive Approaches to low back injury. **J. Occup. Med.**, 20: 478-81, 1978.
- SNOOK, S.H. Comparison of different approaches for the prevention of low back pain. In: **ERGONOMIC interventions to prevent musculoskeletal injuries in industry**. Lewis Publishers., 1989, p. 57-65.
- SULLIVAN, M.S. Back support mechanisms during manual lifting. **Phys. Med.**, 69:38-45, 1989.
- TROUP, J.D.G. Relation of lumbar spine disorders to heavy. Manual Work and lifting. **Lancet**, april, 17, 857-61, 1965.
- UDO, H.; RYS, M.J., KONZ, S.A. EMG study of a pelvic belt. In: IEA World Conference, 3rd., Latin American Congress, Brazilian Ergonomics Congress 7., Rio de Janeiro, 1995, **Anais**. Pág. 721-23.
- WINTERS, J.M., & WOO, S.L.Y. **Multiple muscle systems. Biomechanics and Movement Organization**. New York, Springer-Verlag, 1990. 775p.

Recebido para publicação em: 15. 08. 98

Endereço para contato:

Departamento de Educação Física - UNESP
Av. 24^a, 1515 Bela Vista
Rio Claro SP
13506-900

maurog@rc.unesp.br