

# Análise biomecânica da coluna durante manuseio de cargas realizado por sujeitos experientes e inexperientes

## *Biomechanical analysis of the trunk during a material handling task performed by experienced and inexperienced subjects*

Rodrigo Luiz Carregaro<sup>1</sup>, Helenice Jane Cote Gil Coury<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Fisioterapeuta Ms.

<sup>2</sup> Fisioterapeuta; Profa. Dra. do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos

### ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA

Rodrigo Carregaro  
Av. Miguel Damha 2001 Q24 L2  
15061-800 São José do Rio Preto SP  
e-mail:  
rodrigocarr@yahoo.com.br

**RESUMO:** Este estudo visou avaliar os movimentos da coluna toracolombar e comparar a performance de sujeitos experientes e inexperientes durante uma tarefa de manuseio. Participaram do estudo 16 sujeitos experientes e 15 inexperientes. Foi realizada uma tarefa simulada de levantamento e abaixamento de uma caixa com massas de 7 e 15 kg. Um eletrogoniômetro flexível foi utilizado para mensurar a coluna durante a tarefa. Utilizou-se o programa 3DSSPP versão 4.1 para os cálculos estimados da compressão intradiscal durante as tarefas, e uma rotina do Matlab para avaliar os padrões de movimento, tempo dispendido e postura da coluna no momento de deposição da caixa. O coeficiente de variação foi usado para quantificar a variabilidade intergrupos do movimento da coluna. Os testes Manova 3-way e o t de Student foram usados para determinar diferenças das variáveis. Os resultados apontam diferenças nas posturas adotadas: menores amplitudes na flexão, porém maiores amplitudes na extensão da coluna quando as cargas eram depositadas, respectivamente, em superfícies baixas e altas, para indivíduos experientes. Os valores de compressão intradiscal foram de 2500 N e 3500 N para os sujeitos experientes e 3000 N e 4250 N para os inexperientes, no instante do depósito da caixa com 7 e 15 kg, respectivamente. Os resultados apontam estratégias diferenciadas entre os grupos, sugerindo que os indivíduos experientes adotam movimentos mais protetores da coluna vertebral.

**DESCRIPTORIOS:** Análise e desempenho de tarefas; Coluna vertebral; Fatores de risco; Postura

**ABSTRACT:** The aim of this study was to evaluate thoracic-lumbar movements and compare the performance of experienced and inexperienced subjects during a manual handling task. Sixteen experienced subjects and 15 inexperienced ones took part in the study. A simulated task of lifting and lowering 7 and 15 kg boxes was performed. A flexible electrogoniometer was used to measure the thoracic-lumbar spine during the task. The software 3DSSPP version 4.1 was used to estimate the L5/S1 disk compression during tasks, and a Matlab routine allowed for analysing movement patterns, time to complete the task and spine posture while placing box. The coefficient of variation was applied to quantify the intergroup variability. A Manova 3-way and the Student t test determined the differences between variables. Results pointed to differences in postures: smaller amplitudes for flexion and higher amplitudes for extension were identified in experienced subjects when loads were placed, respectively, on lower and higher surfaces. Disk compression values of 2500N and 3500N for experienced subjects and 3000N and 4250N for inexperienced ones were found, while placing boxes with 7 and 15 kg, respectively. These results show that different movement strategies occurred between groups, suggesting that experienced subjects presented more protective trunk movements.

**KEY WORDS:** Posture; Risk factors; Spine; Task performance and analysis

APRESENTAÇÃO

jun. 2006

ACEITO PARA PUBLICAÇÃO

maio 2007

## INTRODUÇÃO

O manuseio de materiais pode ser definido como atividade que envolve levantamento, abaixamento ou carregamento de cargas<sup>1</sup>. Tal atividade ainda é imprescindível em vários setores industriais e de serviços, sendo exemplificada pelo manuseio de pacientes em hospitais, deslocamento de produtos em centros de produção ou distribuição de mercadorias<sup>2</sup>. O manuseio pode representar risco ao sistema musculoesquelético<sup>3</sup> e ocasionar lesões por sobrecarga, caso o estresse físico exceda os limites individuais<sup>4</sup>, principalmente na região da coluna<sup>5,6</sup>. Assim, a compreensão da sobrecarga e mecanismos de lesão presentes em situações de risco pode favorecer a prevenção e o desenvolvimento de treinamentos mais efetivos<sup>7</sup>.

O grande número de fatores de risco presente nas atividades de manuseio tem favorecido a elaboração de estudos para compreender a influência de variáveis envolvidas na realização de atividades ocupacionais<sup>2,8,9</sup>. Vários métodos podem ser utilizados para determinar os riscos presentes durante o manuseio de cargas, tais como estimativas do momento e compressão nos discos intervertebrais, principalmente em L5/S1<sup>10</sup>. A avaliação da mecânica corporal tem o objetivo de detectar aspectos prejudiciais inerentes às atividades manuais. Para melhor compreender a sobrecarga durante o manuseio de cargas, alguns estudos<sup>11-14</sup> avaliaram técnicas de manuseio, caracterizadas pela adoção de diferentes posturas dos segmentos corporais.

A avaliação das técnicas de manuseio é reconhecida por propiciar recomendações de posturas menos prejudiciais durante o trabalho manual<sup>4,15</sup>. Entretanto, em vista da variabilidade de posturas adotadas no ambiente ocupacional<sup>4</sup>, a implementação de recomendações tradicionais, caracterizadas por instruções de manuseio padronizadas, pode dificultar a compreensão de aspectos qualitativos do comportamento individual

durante a realização do manuseio de materiais. Destaca-se aí o conceito de que o desempenho (performance) de uma tarefa motora resulta em um padrão de movimento específico<sup>16</sup>; com base nisso, a análise dos padrões pode ser uma alternativa na avaliação da técnica adotada. Tal abordagem pode favorecer a compreensão do comportamento humano e a exigência física durante tarefas ocupacionais<sup>17</sup>.

Ressalta-se a importância de métodos direcionados à comparação de sujeitos com e sem experiência profissional no manuseio de cargas. A inclusão de uma variável como a experiência permite a diferenciação dos padrões de movimento adotados e a avaliação de seu efeito sobre a performance da tarefa. Conseqüentemente, pode-se determinar a sobrecarga<sup>18,19</sup> e os riscos a que cada indivíduo está exposto<sup>14</sup>. Esse conhecimento pode aprimorar a implementação de programas de intervenção, de forma a favorecer a prática segura de atividades manuais<sup>14</sup>. Os objetivos do presente estudo foram pois avaliar os movimentos da coluna toracolombar durante uma atividade de manuseio de carga e comparar a performance de sujeitos com e sem experiência profissional.

## METODOLOGIA

Participaram do estudo 31 sujeitos saudáveis do sexo masculino, dos quais 15 (com idade média de 22±4 anos, altura 1,71±0,04 m e peso 72±7 kg) não tinham experiência profissional nem treinamento em técnicas de manuseio, e 16 (média de 23±4 anos, altura 1,68±0,04 m e peso 66±9 kg) eram trabalhadores com no mínimo 6 meses – e em média 5,6±5 anos – de experiência profissional com manuseio de caixas em supermercado.

Para serem incluídos, todos os sujeitos foram submetidos a uma avaliação postural e selecionados de acordo com os seguintes critérios de inclusão: idade entre 18 e 35 anos e estatura

entre 1,65 e 1,75 m (faixa de estatura baseada na característica antropométrica-dependente do eletrogoniômetro, pois grandes variações poderiam ocasionar diferenças no registro do movimento). Os critérios de exclusão foram: presença de assimetrias posturais (hiperlordose e escoliose); traumas ou disfunção musculoesquelética dos membros superiores e inferiores (MMSS e MMII) e/ou da coluna toracolombar e cervical no último ano; sintomas de lombalgia nos últimos 6 meses e quadros neurológicos (hérnia discal diagnosticada). Todos os indivíduos foram esclarecidos sobre os objetivos e procedimentos do estudo e manifestaram concordância por meio da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Resolução 196 do CNS). O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de São Carlos (parecer n°. 059/04).

## Materiais e equipamentos

Utilizou-se um eletrogoniômetro (EGM) flexível da Biometrics (Gwent, UK) para mensurar os movimentos de flexo-extensão e inclinação lateral da coluna toracolombar. Uma estante de metal com três prateleiras fixas foi utilizada para o manuseio (Figura 1) de uma caixa (medidas: 300 X 300 X 180 mm) instrumentada com células de carga (Kratos Ltda). As superfícies foram fixadas aproximadamente no nível dos ombros (superior), cintura (intermediária) e joelho (inferior) dos sujeitos, para reproduzir estantes fixas comumente utilizadas em locais de estocagem de caixas. Os indivíduos foram filmados por duas câmeras digitais durante a realização da tarefa. Uma das câmeras foi posicionada perpendicularmente ao plano sagital dos sujeitos (JVC GR-DV 1800) e a outra perpendicular ao plano coronal, com vista posterior (Sony MVC-FFD91). O programa 3D Static Strength Prediction Program® (3DSSPP) versão 4.1 foi utilizado para estimar os valores de compressão intradiscal em L5/S1.



**Figura 1** Tarefa de manuseio avaliada: A, levantamento, B, abaixamento; SS = Superfície superior com altura de 140 cm; SI = Superfície intermediária, altura 99 cm; SIn = Superfície inferior, altura 59 cm

### Calibragem e aquisição dos dados

Os sujeitos foram instruídos a permanecer em uma postura ereta e confortável, estabelecida como posição de referência para a calibragem do EGM. Os dados foram coletados com amostragem de 100 Hz, por meio do programa Data Link 2.0 (Biometrics Ltd.). As células de carga foram calibradas com parâmetros de sensibilidade a 1 mV, taxa de aquisição de 100 Hz e escala máxima de 30 kgf<sup>20</sup>, e os registros da força de preensão foram utilizados apenas como parâmetro para demarcar o início e fim do manuseio.

Com base nos instantes (em segundos) determinados pelos valores de preensão da caixa, determinaram-se três momentos distintos para a análise: 1) início (0% – instante no qual os sujeitos tocaram a caixa); 2) meio (50%); e 3) deposição da caixa (100% – instante no qual os sujeitos soltaram a caixa). Apenas um avaliador realizou a seleção das imagens referentes a cada um dos três momentos, por meio

do programa de edição Pinnacle Studio versão 9. As imagens foram utilizadas para a reprodução das posturas de cada um dos momentos no programa 3DSSPP®.

### Descrição da atividade e procedimentos

O sensor do EGM foi fixado com fita dupla-face (terminal fixo posicionado sobre o processo espinhoso de L4 e o terminal telescópico posicionado no nível de T10). Os cabos referentes aos canais eram conectados à unidade de aquisição dos dados, a qual foi fixada na cintura dos sujeitos por meio de um cinto.

Após a familiarização dos indivíduos com o local, foram dadas instruções sobre a seqüência da tarefa e a orientação para realizá-la de forma natural. Não houve restrição quanto à movimentação dos pés ou orientações de posicionamento dos membros superiores, apenas a instrução para realizar um manuseio simétrico no plano sagital. A transferência da caixa foi feita a partir da superfície inter-

mediária (altura de 99 cm) para a prateleira inferior (altura de 59 cm), caracterizando o abaixamento; e para a prateleira superior (altura de 140 cm), caracterizando o levantamento (Figura 1). Cada manuseio foi realizado com 7 e 15 kg, para representar massas comumente usadas no dia-a-dia de trabalhadores manuais. A ordem das cargas e a seqüência foi aleatorizada e os voluntários desconheciam os valores das massas da caixa.

### Análise dos dados

Foi elaborada uma rotina no programa Matlab® versão 6.5 (MathWorks Inc.), implementada para demarcar o início e final do manuseio com base nos registros da força de preensão da caixa. Utilizou-se um limiar de 0,5 kgf para determinar o momento exato no qual os sujeitos estivessem elevando ou soltando a mesma. Desse modo, a rotina forneceu os cálculos com base no período demarcado.

Os padrões de amplitude de movimento (ADM) resultantes do registro eletrogoniométrico foram submetidos a um filtro digital Butterworth de segunda ordem, com freqüência de corte de 5 Hz, determinada por análise residual<sup>21</sup>. Os dados foram interpolados para 101 pontos e normalizados na base do tempo (% do tempo bruto), para tornar os manuseios comparáveis entre os grupos.

Para a análise estatística utilizou-se o Programa SPSS versão 10.0, adotando-se uma significância de 5% e intervalo de confiança de 95%. Todos os dados foram expressos em relação à média e desvio padrão (dp). Utilizou-se o coeficiente de variação (CV) (Equação 1)<sup>22</sup> para quantificar a variabilidade intergrupos da ADM da coluna. Os valores relativos ao CV foram apresentados como índices, de modo que um valor igual a 1 indica que o dp da curva foi igual à média da mesma. Aplicou-se uma multianálise de variância (Manova three-way) com três fatores (experiência, massa e tipo de manuseio) para as variáveis dependentes tempo de manuseio e deposição da caixa. O teste t de

Equação 1:

$$CV = \frac{\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \sigma_i^2}}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |M_i|}$$

Onde

N = número de pontos da curva

$\sigma_i$  = Desvio padrão de cada instante *i*

$M_i$  = Média a cada instante *i*

Student determinou as diferenças dos valores de compressão intradiscal entre experiência e tipo de manuseio.

carga de 7 kg e 4,2±0,6 segundos com 15 kg. Apesar de não haver diferença significativa ao se considerar a

experiência e tipo de manuseio, foi encontrado um aumento significativo do tempo dispendido conforme o incremento da massa manuseada, de 7 para 15 kg (p<0,05).

Em relação à postura no instante de deposição da caixa nas superfícies superior e inferior (Tabela 1), foram encontradas diferenças significativas para a flexo-extensão considerando-se a experiência e tipo de manuseio. Os

## RESULTADOS

O tempo dispendido pelos experientes para completar o levantamento com 7 e 15 kg foi de 4,1±0,8 e 4,4±1,1 segundos, respectivamente. No abaixamento, o tempo foi de 3,8±0,6 segundos para 7 kg e 4,3±0,9 segundos para a carga de 15 kg. Os inexperientes levaram 4,1±0,9 segundos e 4,7±0,9 segundos no levantamento com 7 e 15 kg, respectivamente. Para o abaixamento, os inexperientes levaram 3,9±0,5 segundos com a

**Tabela 1** ADM (em graus) da coluna no instante do depósito da caixa, no manuseio em direção às superfícies superior (SS) e inferior (SI); Exp = Experientes; Inexp = Inexperientes; média (desvio padrão)

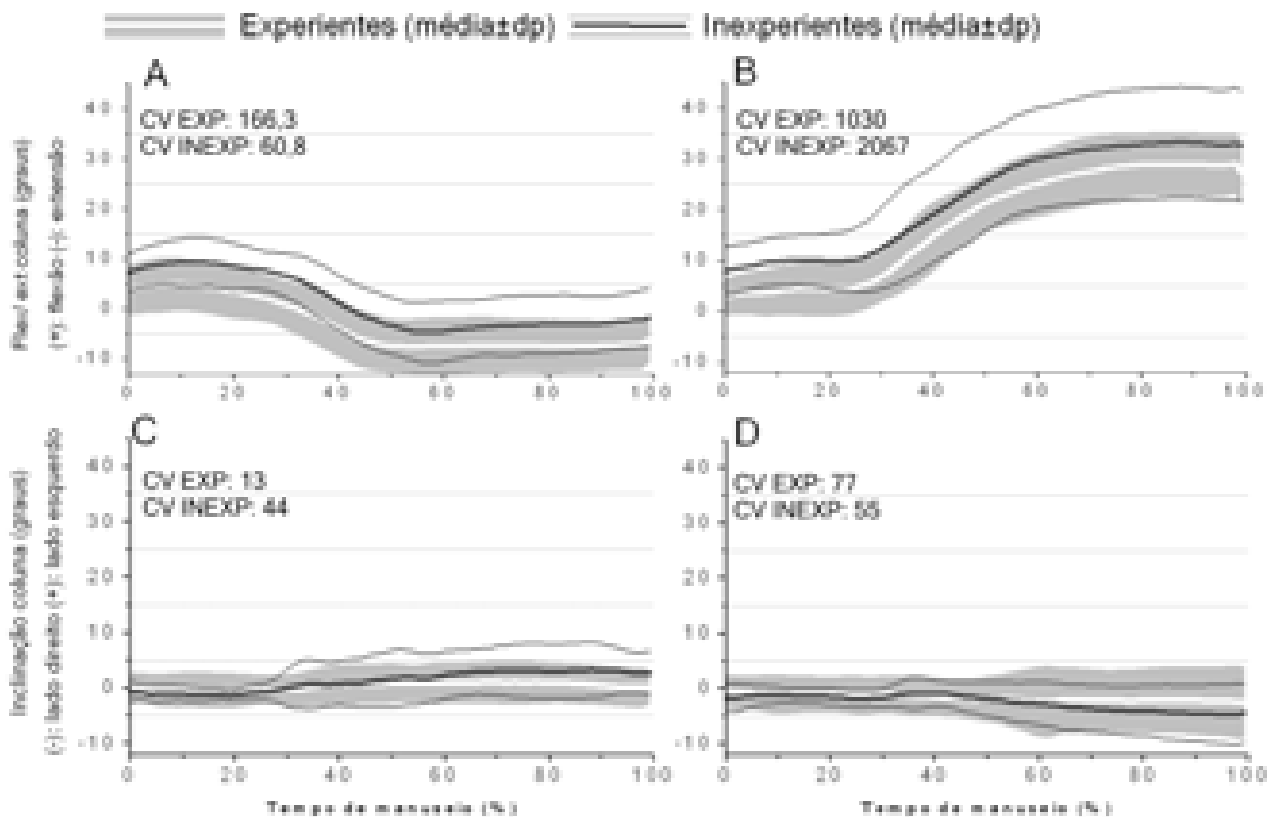
Sujeito	Flexo-extensão †				Inclinação lateral††			
	SS*		SI*		SS**		SI**	
	7 kg	15 kg	7 kg*	15 kg*	7 kg	15 kg	7 kg	15 kg
Exp	-2,7(3,5)	-3,9(4,8)	24(9)	20(10)	0,2(2)	0,7(2,3)	-1,7(4,7)	-1,9(4,9)
Inexp	-0,2(5,4)	-2(5)	32(11)	30(11)	-0,1(2,5)	2,4(3,4)	-3,1(4,9)	-2(4)

\* Diferença significativa entre os grupos (p<0,03).

\*\* Diferença significativa intragrupos apenas entre os tipos de manuseio (p<0,00)

† Valores positivos: flexão; valores negativos: extensão da coluna

†† Valores positivos: inclinação para o lado esquerdo; valores negativos: inclinação à direita



**Figura 2** Padrões de ADM da coluna (em graus) durante o levantamento e abaixamento da caixa com carga de 15 kg (média±desvio padrão) e respectivos coeficientes de variação (CV) para expressar a variabilidade do manuseio de experientes e inexperientes. A e B, flexo-extensão da coluna; C e D, inclinação lateral da coluna

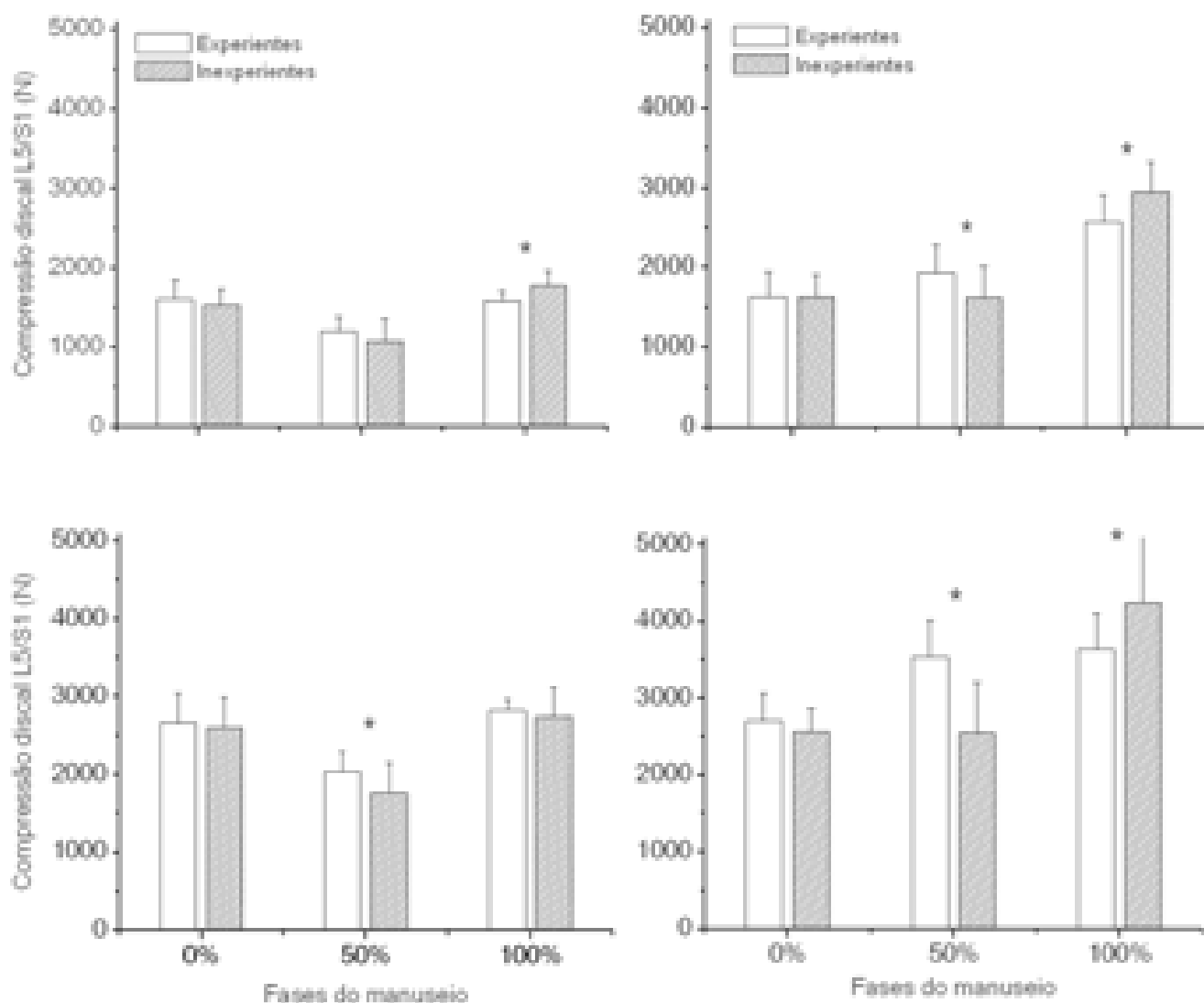
inexperientes adotaram amplitudes de flexão significativamente maiores para realizar a deposição da caixa. Os indivíduos experientes adotaram uma extensão, apesar de discreta, significativamente maior que os inexperientes, quando do depósito na superfície superior. Entretanto, o aumento da carga de 7 para 15 kg não apresentou qualquer influência significativa nas amplitudes da coluna. Em relação à inclinação lateral, foram encontradas diferenças significantes apenas no tipo de manuseio. Apesar da ausência de significância na experiência, os sujeitos experientes adotaram posturas com

menor inclinação lateral, tanto no levantamento quanto no abaixamento.

Considerando-se que o comportamento foi similar em relação às curvas de movimento, na Figura 2 são apresentados os padrões do manuseio com 15 kg. Pode-se notar que sujeitos inexperientes apresentaram maiores amplitudes de flexão ao longo do abaixamento. No início do manuseio, os inexperientes já apresentavam maiores valores de flexão em relação aos experientes, que adotaram uma postura mais próxima à ereta até aproximadamente 20-30% do manuseio. Em se

tratando da inclinação lateral da coluna no levantamento, os sujeitos mantiveram relativa simetria ao longo da tarefa, com tendência a uma maior lateralização da coluna para a direita durante o abaixamento, mais pronunciada nos inexperientes.

Durante o levantamento de 7 kg, os experientes apresentaram uma extensão nos primeiros instantes (em torno de 40%) ao contrário dos inexperientes, que em média não apresentaram extensão da coluna. Com o incremento para 15 kg, ambos os grupos apresentaram extensão da



**Figura 3** Valores estimados da compressão no disco intervertebral de L5/S1 para o levantamento e o abaixamento com 7 kg e 15 kg por experientes e inexperientes; 0% = início do manuseio; 100% = momento de deposição da caixa; \*diferença significativa,  $p < 0,05$



coluna. Entretanto, os experientes apresentaram maiores amplitudes de extensão, adotando-a a partir dos 30% iniciais do manuseio. O CV indicou que os inexperientes apresentaram maior variabilidade (CV=152) em relação aos experientes, no levantamento com 7 kg. Entretanto, com 15 kg, os experientes obtiveram maiores índices de variabilidade (CV=166, Figura 3).

A variabilidade no abaixamento foi maior do que no levantamento. A flexo-extensão da coluna durante o abaixamento de 15 kg foi caracterizada por índices em torno de 2000 para os inexperientes (Figura 2). Em geral, o incremento da carga ocasionou aumento da variabilidade na execução do manuseio, principalmente para a ADM de inclinação lateral da coluna no levantamento e flexo-extensão no abaixamento realizado por inexperientes (Figura 2).

Na Figura 3 são representados os valores de compressão do disco em L5/S1, para o levantamento e abaixamento com 7 e 15 kg. Como se pode observar, diferenças entre experientes e inexperientes foram mais evidenciadas durante o abaixamento. Na fase intermediária (50%), nota-se que os experientes apresentaram maiores valores de compressão, principalmente durante o abaixamento. Por outro lado, no instante do depósito (100%), os experientes apresentaram valores de compressão significativamente menores do que os inexperientes, tanto para o abaixamento com 7 kg quanto com 15 kg. A comparação entre o abaixamento e levantamento demonstrou que a tarefa de abaixamento apresentou maiores valores de compressão, principalmente no momento do depósito da caixa.

## DISCUSSÃO

Os achados relativos ao tempo necessário para se completar a tarefa não foram totalmente conclusivos. Houve um aumento significativo do tempo após o incremento para 15 kg,

tanto no levantamento quanto abaixamento. Burgess-Limerick *et al.*<sup>23</sup> também encontraram aumento do tempo dispendido em levantamento e abaixamento experimentais conforme o aumento da carga. Entretanto, talvez esse parâmetro represente melhor os possíveis fatores de risco, caso estudos sejam conduzidos na situação real. Aspectos do ambiente (ritmo de produção, prazos e limitações de espaço) em associação com a experiência e tipo de manuseio poderiam influenciar o tempo de exposição durante as tarefas e determinar a presença de riscos para lesões.

Os resultados do presente estudo são corroborados pelos da literatura, na medida em que foram encontradas diferenças entre experientes e inexperientes na postura da coluna durante o depósito da caixa na superfície inferior. De fato, estudos que compararam estratégias de manuseio entre experientes e inexperientes demonstraram que as principais diferenças encontram-se no início e na deposição da caixa<sup>11</sup>.

Apesar de não ter havido significância na diferença, com o aumento da massa manuseada os indivíduos adotaram posturas menos fletidas da coluna durante o depósito da caixa em superfícies inferiores. Segundo Burgess-Limerick e Abernethy<sup>24</sup>, indivíduos que realizam manuseios com cargas mais pesadas adotam com maior frequência posturas fletidas de joelho. Apesar do joelho não ter sido avaliado no presente estudo, esse fato talvez possa explicar as menores amplitudes da coluna, devido a uma melhor sinergia entre as articulações dos MMII e a coluna durante o manuseio de materiais<sup>23</sup>.

Ao que parece, sujeitos experientes adotaram uma estratégia que acarretou aumento da compressão intradiscal no instante de 50% do levantamento e abaixamento (exceto no levantamento com 7 kg). O aumento da sobrecarga na fase intermediária foi sucedido por menor compressão durante a deposição na superfície inferior,

associada à postura menos fletida da coluna. Essa maior sobrecarga durante a tarefa pode estar relacionada à adoção de uma ação preparatória, de modo a proporcionar estabilidade e equilíbrio da coluna<sup>24</sup> e favorecer melhor posicionamento para completar o manuseio. De fato, manuseios realizados em direção a superfícies inferiores e associados com assimetria da coluna são responsáveis por altos índices de compressão intradiscal<sup>19</sup>.

Entretanto, a menor compressão em L5/S1 apresentada pelos experientes durante a deposição da caixa sugere que eles possam ter adotado técnica envolvendo posturas semifletidas de joelho. Tais posturas são reconhecidas por proporcionarem economia energética<sup>11</sup> e melhor posicionamento do objeto manuseado com o intuito de diminuir a sobrecarga na coluna<sup>10</sup>. Portanto, a adoção de uma estratégia preparatória em conjunto com posturas mais simétricas pelos experientes pode ter ocasionado os menores índices de sobrecarga no depósito da caixa, em comparação aos inexperientes. Estudos futuros deverão ser conduzidos para elucidar possíveis riscos encontrados nas fases intermediárias do manuseio.

O abaixamento com 15 kg demonstrou grande sobrecarga, por apresentar maiores valores de compressão intradiscal em relação ao levantamento. De fato, tarefas de abaixamento parecem impor maior sobrecarga<sup>19,26</sup> e conseqüente risco de lesões para a coluna<sup>26</sup>. Apesar de relativamente menores (em torno de 4500 N contra 5600 N), os dados corroboram os de outro estudo<sup>19</sup> que utilizou carga similar (11,4 kg). De acordo com esses autores<sup>19</sup>, a necessidade de se manter os pés dos sujeitos avaliados em uma posição fixa pode ter aumentado os índices de sobrecarga. Ao contrário, o presente estudo deliberadamente não estipulou restrições à movimentação dos pés durante o manuseio, para que as condições experimentais pudessem se aproximar das reais, dentro do possível e com base nas recomendações de Marras<sup>9</sup>.

A postura em extensão apresentada pelos experientes durante o depósito na superfície superior pode caracterizar a adoção de estratégia facilitadora. Os valores de compressão intradiscal parecem reforçar essa suposição, já que no levantamento com 7 kg os experientes apresentaram sobrecarga significativamente menor em L5/S1, o que não ocorreu com 15 kg. É possível que essa postura tenha sido adotada com o intuito de favorecer o posicionamento dos MMSS para otimizar a tarefa, além de aumentar a estabilidade da coluna. Granata e Orishimo<sup>25</sup> afirmam que o sistema neuromuscular responde a mudanças, de modo que aumentos de carga e altura induzem maior ativação muscular. Esses autores demonstraram ainda que levantamentos na altura da cabeça e ombro requerem maior ativação muscular de flexores e extensores do tronco, para manter a estabilidade postural. Os achados do presente estudo sugerem que novas pesquisas deveriam avaliar se o aumento da extensão apresentada por experientes no depósito da carga pode ser um elemento protetor da coluna, avaliando também se as menores amplitudes de flexão e menores valores de compressão intradiscal nos experientes foram ocasionados pela participação das articulações do quadril e joelho.

Um dos critérios adotados para se avaliar se uma determinada técnica de manuseio é segura ou não inclui, dentre vários parâmetros, a simetria postural da coluna<sup>14</sup>. Os experientes avaliados neste estudo apresentaram relativa simetria de inclinação lateral

da coluna, tanto ao longo do manuseio quanto no momento de deposição, o que sugere a adoção de uma postura biomecanicamente mais favorável. De modo contrário, em determinados momentos houve uma atitude assimétrica principalmente pelos inexperientes, com a lateralização da coluna para a direita. Tal atitude pode estar relacionada com a dominância manual. De fato, em publicação prévia<sup>27</sup> de nosso grupo observou-se que a mesma amostra analisada no presente estudo apresentou maior força de preensão no lado direito da caixa manuseada. Talvez o posicionamento da coluna à direita tenha ocorrido para favorecer a realização de força durante a preensão da caixa. No entanto, isso requer melhor investigação.

Em relação à variabilidade, sabe-se que seres humanos apresentam diferenças, sejam elas antropométricas<sup>28</sup> ou na adoção de posturas e padrões de movimento utilizados para se completar uma tarefa específica<sup>15</sup>. Em termos gerais, os inexperientes apresentaram maiores índices de variabilidade e o abaixamento foi caracterizado por grandes variações. Com o aumento do peso manuseado, houve uma tendência na adoção de posturas mais variadas. Tudo indica que a variabilidade representa estratégias individuais de enfrentamento perante o aumento do esforço.

Os achados do presente estudo sugerem que as instruções padronizadas de manuseio usualmente utilizadas em treinamentos sejam revistas.

O fato de os sujeitos adotarem posturas variadas, sejam elas decorrentes de limitações físicas ou experiência pessoal e profissional, talvez confirme a idéia de que, para prevenir, devemos ensinar os sujeitos a identificar e reconhecer situações de risco, e não apenas prescrever a “maneira correta” de se fazer.

## CONCLUSÃO

Sujeitos inexperientes tenderam a adotar posturas da coluna mais fletidas no depósito da carga em superfícies baixas. Ainda, o manuseio em direção à superfície inferior foi caracterizado por maior inclinação lateral da coluna pelos inexperientes, sendo que sujeitos experientes adotaram posturas mais simétricas. Em termos gerais, foi encontrada grande variabilidade durante o manuseio, principalmente no abaixamento realizado por inexperientes. Ao que parece, o aumento da carga ocasionou um aumento da variabilidade e do tempo necessário para se completar a tarefa, tanto para experientes quanto inexperientes. Essa variabilidade talvez represente a adoção de diferentes estratégias individuais de enfrentamento perante o aumento da demanda da tarefa, considerando-se que o abaixamento foi responsável por maior sobrecarga em L5/S1 e que sujeitos experientes apresentaram menor compressão intradiscal durante a deposição na superfície inferior. Os achados sugerem que o aprendizado de como reconhecer situações de risco é mais importante do que instruções padronizadas de manuseio.

## Referências (cont.)

- 1 Kroemer KHE, Grandjean E. Manual de Ergonomia: adaptando o trabalho ao homem. 5a ed. Porto Alegre: Bookman; 2005.
- 2 Dempsey PG. A critical review of biomechanical, epidemiological, physiological and psychophysical criteria for designing manual material handling tasks. *Ergonomics*. 1998;41(1):73-88.
- 3 Straker LM. An overview of manual handling injury statistics in Western Australia. *Int J Ind Ergon*. 1999;24:357-64.
- 4 Garg A. Manual material handling: the science. In: Nordin M, Andersson GBJ, Pope MH, editors. *Musculoskeletal disorders in the workplace: principles and practice*. St. Louis: Mosby Year Book; 1997. p.86-113.
- 5 Burdorf A, Sorock G. Positive and negative evidence of risk factors for back disorders. *Scand J Work Environ Health*. 1997;23:243-56.
- 6 Ciriello VM, Snook SH, Hashemi L, Cotnam J. Distribution of manual material handling task parameters. *Int J Ind Ergon*. 1999;24:379-88.
- 7 Gagnon M. Box tilt and knee motions in manual lifting: two differential factors in expert and novice workers. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 1997;12(7/8):419-28.
- 8 Granata KP, Sanford AH. Lumbar-pelvic coordination is influenced by lifting tasks parameters. *Spine*. 2000;25(11):1413-8.
- 9 Marras WS. Occupational low back disorder causation and control. *Ergonomics*. 2000;43(7):880-902.
- 10 Pope MH, Andersson GBJ, Frymoyer JW, Chaffin DB. *Occupational low back pain: assessment, treatment and prevention*. St. Louis: Mosby Year Book; 1991.
- 11 Authier M, Lortie M, Gagnon M. Manual handling techniques: comparing novices and experts. *Int J Ind Ergon*. 1996;17:419-29.
- 12 Gagnon M, Delisle A, Desjardins P. Biomechanical differences between best and worst performances in repeated free asymmetrical lifts. *Int J Ind Ergon*. 2002;29:73-83.
- 13 Wrigley AT, Albert WJ, Deluzio KJ, Stevenson JM. Differentiating lifting technique between those who develop low back pain and those who do not. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2005;20:254-63.
- 14 Gagnon M. Ergonomic identification and biomechanical evaluation of workers' strategies and their validation in a training situation: summary of research. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2005;20:569-80.
- 15 Burgess-Limerick R. Squat, stoop, or something in between? *Int J Ind Ergon*. 2003; 31:143-8.
- 16 Stergiou N. *Innovative analyses of human movement*. Champaign: Human Kinetics; 2004.
- 17 Burgess-Limerick R, Green B. Using multiple case studies in ergonomics: an example of pointing device use. *Int J Ind Ergon*. 2000;26:381-8.
- 18 Gagnon M, Plamondon A, Gravel D, Lortie M. Knee movement strategies differentiate expert from novice workers in asymmetrical manual materials handling. *J Biomech*. 1996;29(11):1445-53.
- 19 Davis K, Marras W. Load spatial pathway and spine loading: how does lift origin and destination influence low back response? *Ergonomics*. 2005;48(8):1031-46.
- 20 Padula RS, Gil Coury HJC. Device for analysing grip forces during handling. In: *Fifth International Scientific Conference on Prevention of Work-related Musculoskeletal Disorders*, Zurich, Switzerland, 2004. Abstract book. Zurich: Premus; 2004. v.2 p.599-600.
- 21 Winter DA. *Biomechanics and motor control of human movement*. 2nd ed. Toronto: John Wiley & Sons; 1990.
- 22 Winter DA. Kinematic and kinetic patterns in human gait: variability and compensating effects. *Hum Mov Sci*. 1984;3:51-76.
- 23 Burgess-Limerick R, Abernethy B, Neal RJ, Kippers V. Self-selected manual lifting technique: functional consequences of the interjoint coordination. *Hum Factors*. 1995;37(2):395-411.
- 24 Burgess-Limerick R, Abernethy B. Qualitatively different modes of manual lifting. *Int J Ind Ergon*. 1997;19:413-7.
- 25 Granata KP, Orishimo KF. Response of trunk muscle coactivation to changes in spinal stability. *J Biomech*. 2001;34:1117-23.
- 26 Davis KG, Marras WS, Waters TR. Evaluation of spinal loading during lowering and lifting. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 1998;13(3):141-52.
- 27 Padula RS, Oliveira AB, Carregaro RL, Silva LCC, Coury HJCG. Comparison of performance between experienced and inexperienced individuals in load handling activities. In: Koningsveld E, editor. *Proceedings of the 16th World Congress on Ergonomics*, Maastricht, The Netherlands, 2006 July 10-14. Amsterdam: Elsevier Science; 2006. CD-ROM.
- 28 Pheasant S. *Bodyspace: anthropometry, ergonomics and the design of work*. 2nd ed. Philadelphia: Taylor & Francis; 2001.