



Revista Brasileira de Fisioterapia

ISSN: 1413-3555

rbfisio@ufscar.br

Associação Brasileira de Pesquisa e Pós-  
Graduação em Fisioterapia  
Brasil

Rodrigues, S; Montebelo, MIL; Teodori, RM  
Distribuição da força plantar e oscilação do centro de pressão em relação ao peso e posicionamento  
do material escolar  
Revista Brasileira de Fisioterapia, vol. 12, núm. 1, enero-febrero, 2008, pp. 43-48  
Associação Brasileira de Pesquisa e Pós-Graduação em Fisioterapia  
São Carlos, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=235016536008>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc



Sistema de Informação Científica  
Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal  
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

# Distribuição da força plantar e oscilação do centro de pressão em relação ao peso e posicionamento do material escolar

Plantar force distribution and pressure center oscillation in relation to the weight and positioning of school supplies and books in student's backpack

Rodrigues S, Montebelo MIL, Teodori RM

## Resumo

**Objetivo:** Investigou-se a influência da carga e posicionamento do material escolar sobre a distribuição da força plantar (DFP) e trajetória do centro de pressão (COP) em estudantes. **Métodos:** Participaram 30 voluntários ( $10,7 \pm 1,35$  anos), ambos os gêneros, sem alteração postural. Dados baropodométricos foram coletados em sistema de baropodometria computadorizada (Matscan Research, Teckscan® 5.72): sem carga (controle); com carga (mochila) de 5, 10 e 15% da massa corporal, posicionada nas regiões anterior e posterior do tronco, ombro direito e esquerdo. **Resultados:** Sem carga, a DFP foi maior no calcâneo esquerdo comparado ao direito ( $p < 0,05$ ). Com carga de 10% no ombro esquerdo, a DFP foi maior à direita e menor à esquerda, comparado ao controle ( $p < 0,05$ ). Com 5% na região posterior do tronco, a DFP foi menor no médio-pé direito (mpD) e antepé esquerdo (apE); com 10%, foi menor no mpD e mpE e maior no artelho direito (atD); com 15%, foi menor no mpD e maior no atD ( $p < 0,05$ ). A força plantar foi maior no atD com carga de 10 e 15% em relação a 5% ( $p < 0,05$ ). Com carga de 15% nas regiões anterior e posterior do tronco, a trajetória do COP foi maior ( $p < 0,05$ ) comparada à carga de 5%. A DFP não foi influenciada pelas diferentes cargas e posições da mochila. **Conclusões:** Considerando o aumento da trajetória do COP com carga de 15%, recomenda-se que a carga das mochilas escolares não ultrapasse 10% da massa corporal. Sugere-se investigação das adaptações da postura às diferentes cargas e posições da mochila, visando detectar possíveis alterações e propor ações preventivas.

**Palavras-chave:** força plantar; oscilação do centro de pressão; escolares.

## Abstract

**Objective:** The influence of the weight and positioning of school supplies and books in backpacks, on plantar force distribution (PFD) and pressure center location, was investigated among students. **Methods:** Thirty volunteers of both genders participated in the study. Their mean age was  $10.76 (\pm 1.35)$  years and none of them had postural abnormalities. Baropodometric data were collected using a computerized baropodometric system (Matscan Research, Tekscan®, 5.72): without load (control) and with loads of 5, 10 and 15% of body weight in a backpack, positioned on the back, on the chest and on the right and left shoulders. **Results:** The PFD without load was greater on the left heel than on the right heel ( $p < 0.05$ ). With a load of 10% on the left shoulder, the PFD was greater on the right and smaller on the left foot, in comparison with the control ( $p < 0.05$ ). With a load of 5% on the back, the PFD was smaller on the right midfoot (RMF) and left forefoot (Lff); with 10%, it was smaller on the RMF and left midfoot (LMF) and greater on the right toes (RT); with 15%, it was smaller on the RMF and greater on the RT ( $p < 0.05$ ). The plantar force was greater on the RT with loads of 10% and 15% than it was with loads of 5% ( $p < 0.05$ ). With loads of 15% on the back and on the chest, the pressure center displacement was greater than with a load of 5% ( $p < 0.05$ ). The PFD was not influenced by the different loads and backpack positions. **Conclusions:** Taking into consideration the increased pressure center displacement with a load of 15%, it is recommended that school backpack loads should not exceed 10% of body mass. Investigations on posture adaptations to different loads and backpack positions are suggested, in order to detect possible abnormalities and propose preventive actions.

**Key words:** plantar force; pressure center oscillation; schoolchildren.

**Recebido:** 28/02/2007 – **Revisado:** 11/07/2007 – **Aceito:** 2/10/2007

## Introdução

Crianças e adolescentes cumprem rotina diária de transporte do material didático durante o período escolar, que compreende as fases do ensino fundamental e médio.

Estas fases correspondem à idade entre sete e 14 anos, sendo que as meninas apresentam “pico de crescimento” na idade média de 12 anos e os meninos, aproximadamente aos 14 anos<sup>1,2</sup>. Durante esse período, a coluna vertebral se torna mais suscetível às influências externas, especialmente às cargas a ela impostas, podendo sofrer desvios laterais e ântero-posteriores<sup>3</sup>.

Considerando que a mochila é uma forma prática e a mais utilizada para o transporte do material escolar<sup>4-8</sup>, cuidados com a carga e a maneira como é sustentada são fundamentais nessa faixa etária.

Quando a carga da mochila é superior à capacidade de sustentação dos grupos musculares, ocorre sobrecarga para a coluna vertebral<sup>9</sup>, podendo determinar alterações posturais, dor ou disfunção da mesma. Sendo o transporte do material escolar uma rotina diária que se repete durante anos consecutivos, cuidados especiais são necessários para evitar a presença de alterações posturais que podem se instalar em médio e longo prazo, trazendo riscos à saúde desta população<sup>3,7,9</sup>.

Brackley e Stevenson<sup>3</sup> apontam que, apesar de a literatura justificar, com base em dados epidemiológicos, fisiológicos e biomecânicos, o transporte de carga nas mochilas entre 10 e 15% da massa corporal, este limite pode não ser suficiente para prevenir desordens musculoesqueléticas, lesões teciduais ou dor lombar, sugerindo a necessidade de estudos que investiguem os diferentes fatores que podem influenciar a estrutura da coluna vertebral de estudantes.

Considerando que a distribuição homogênea da massa corporal sobre a área plantar fornece alinhamento adequado à pelve e, conseqüentemente, à coluna vertebral<sup>10</sup>, este estudo se propôs a investigar se a carga sugerida (10 a 15% da massa corporal), bem como seu apoio assimétrico sobre o tronco, poderia alterar a distribuição da força plantar (DFP) e a trajetória do centro de pressão corporal (COP) em estudantes do ensino fundamental. A influência de uma carga abaixo dos valores propostos também foi investigada sobre estas variáveis.

A presença de alterações na DFP e na trajetória do COP pode sugerir atitudes posturais inadequadas para carregar o material escolar que, ao longo do tempo, favorecem diversas anormalidades da coluna vertebral. Essas anormalidades podem causar limitações funcionais<sup>11</sup>, psicossociais, de trabalho e de qualidade de vida<sup>3</sup>, justificando a necessidade de intervenção preventiva.

## Material e métodos

Tratou-se de um estudo analítico observacional transversal, que obteve aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (protocolo n.º 91/04) da Universidade Metodista de Piracicaba.

Trinta voluntários de ambos os gêneros, com idade média de 10,7 ( $\pm$  1,35) anos, foram recrutados em escolas estaduais da região, tendo seus pais/responsáveis assinado o termo de consentimento livre e esclarecido. Foram incluídos aqueles que apresentaram avaliação postural normal, ausência de dor, de história de lesão em membros inferiores e de distúrbios neurológicos.

A triagem dos voluntários foi realizada nas dependências das referidas escolas, a partir de uma ficha padronizada de avaliação postural. Utilizando um simetrógrafo com fio de prumo, os estudantes eram avaliados trajando biquíni/sunga. Aqueles que apresentaram avaliação postural normal foram selecionados para a etapa seguinte, enquanto os que apresentaram qualquer alteração da coluna vertebral ou desalinhamentos/assimetrias nas vistas anterior, posterior e/ou lateral, foram orientados e encaminhados para tratamento.

Em seguida, foram obtidos os dados antropométricos (massa corporal e estatura) dos indivíduos triados e aplicado um teste de dominância de membro inferior, que consistiu em solicitar que subissem um degrau. O membro escolhido para iniciar a subida foi considerado dominante, segundo Gobbi, Secco e Marins<sup>12</sup>.

Os dados baropodométricos foram obtidos a partir de um sistema de baropodometria computadorizada, que consta de uma plataforma de pressão (Matscan Research, Teckscan®) versão 5.72 acoplada a um microcomputador.

Os voluntários foram solicitados a permanecer em posição ortostática, sem calçado, em apoio bipodal, com os olhos abertos sobre a plataforma de pressão, para que o equipamento fosse calibrado para cada coleta e a primeira tomada de dados fosse realizada (coleta controle). Posteriormente, eram solicitados a posicionar uma mochila padronizada contendo 5, 10 e 15% do peso corporal de cada estudante, nas regiões: anterior do tronco (A), posterior do tronco (P), ombro direito (D) e ombro esquerdo (E), para que a coleta de dados fosse realizada.

A carga da mochila foi composta por revistas e folhas de papel pesadas em balança digital para que a porcentagem de carga individual fosse atingida. Durante a coleta de dados baropodométricos, foram gravados três filmes de aproximadamente sete segundos, nos quais as variações de força e pressão impostas à superfície plantar durante todo o tempo de coleta foram arquivadas no programa, obtendo-se uma média dos valores em cada parâmetro analisado.

A seqüência de carga na mochila foi definida de forma randomizada, para que não houvesse adaptação a cargas progressivas. As variáveis escolhidas para análise foram: força plantar e trajetória do COP.

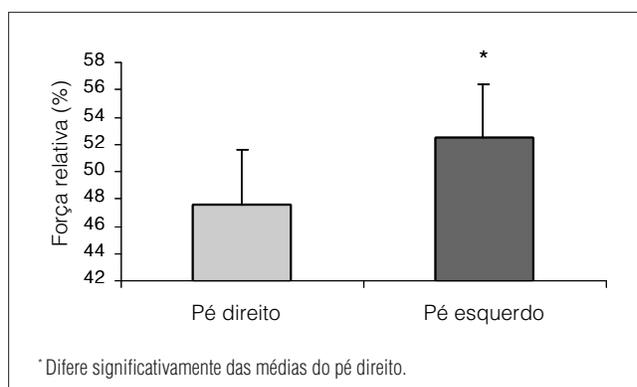
A análise da força plantar foi realizada de acordo com a posição da mochila. Quando a mochila era posicionada nas regiões anterior e posterior do tronco, a DFP foi observada em quatro regiões do pé: calcâneo, médio-pé, antepé e artelhos. Quando posicionada nos ombros direito e esquerdo, a distribuição da força foi considerada em toda área plantar. A trajetória do COP foi obtida selecionando-se no programa a opção *Save Center of Force*, sendo a oscilação do centro de pressão registrada e, posteriormente, quantificada.

Aplicou-se o teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade das variáveis. Em seguida, realizou-se a análise comparativa, aplicando-se o teste *t* de *Student* para dados pareados e teste de Wilcoxon para as variáveis que não atenderam o pressuposto de normalidade. Considerou-se o nível de 5% para significância estatística. As análises foram processadas no *software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) 11.0* e *Statística 6*.

## Resultados

### Força plantar

A avaliação inicial na posição bipodal sem carga (controle), mostrou maior distribuição de força no pé esquerdo



**Figura 1.** Valores médios ± DP da força relativa no controle nos pés direito e esquerdo.

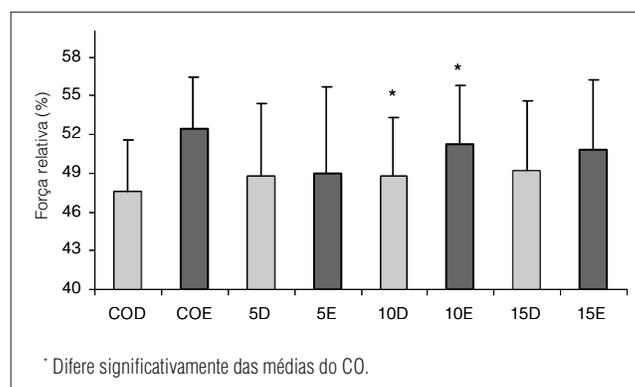
(52,42% ± 4,02) em relação ao direito (47,56% ± 4,03) ( $p < 0,05$ , Figura 1).

Quando as diferentes cargas foram adicionadas ao ombro direito, os valores de força nos pés direito e esquerdo, respectivamente, foram: 48,49% ± 6,08 e 50,34% ± 4,64 com carga de 5%; 48,55% ± 5,89 e 51,40% ± 5,91 com carga de 10%; 48,36% ± 6,53 e 51,57% ± 6,57 com carga de 15%. Esses valores não foram diferentes do controle à direita (47,55% ± 4,03) e à esquerda (52,41% ± 4,02) ( $p > 0,05$ ).

Quando a carga de 10% do peso corporal foi adicionada ao ombro esquerdo, houve aumento da DFP no pé direito (48,73% ± 4,56) e diminuição no pé esquerdo (51,22% ± 4,59) quando comparado ao controle ( $p < 0,05$ , Figura 2).

A região plantar que apresentou maior sobrecarga na posição bipodal sem carga (controle) foi o calcâneo esquerdo em relação ao direito. Quando a mochila foi posicionada na região anterior do tronco e a distribuição de força foi avaliada nas diferentes regiões dos pés, os valores obtidos com carga de 5, 10 e 15% da massa corporal não foram diferentes do controle. Também não houve diferença significativa quando os valores obtidos nas diferentes cargas foram comparados entre si ( $p > 0,05$ , Tabela 1).

A Tabela 2 representa a distribuição de força nas diferentes regiões dos pés quando a mochila foi apoiada na região



**Figura 2.** Valores médios ± DP comparativos da força relativa para controle (CO), carga de 5, 10 e 15% nos pés direito (D) e esquerdo (E), com a mochila posicionada no ombro esquerdo.

**Tabela 1.** Valores médios ± DP da distribuição de força nas diferentes regiões plantares: sem carga (controle) e com carga de 5, 10 e 15% da massa corporal com a mochila posicionada na região anterior do tronco.

Região plantar	Controle	5%	10%	15%
Calcâneo D	25,86 ± 8,82	26,06 ± 7,36	27,32 ± 6,98	25,5 ± 6,58
Calcâneo E	30,43 ± 5,84 <sup>†</sup>	30,33 ± 7,24	31 ± 5,93	32,3 ± 6,33
Médio-pé D	8,40 ± 4,10	8,06 ± 3,61	7,56 ± 3,36	6,37 ± 3,36
Médio-pé E	7,68 ± 3,82	7,74 ± 3,66	6,81 ± 3,31	6,85 ± 3,08
Antepé D	11,70 ± 4,25	11,95 ± 3,61	11,34 ± 4,06	11,84 ± 4,33
Antepé E	12,54 ± 4,89	12,43 ± 5,3	11,78 ± 4,09	12,8 ± 4,05
Artelhos D	1,63 ± 1,54	1,63 ± 1,3	1,73 ± 1,41	1,65 ± 1,4
Artelhos E	1,73 ± 1,74	1,78 ± 1,61	1,69 ± 1,62	1,66 ± 1,61

D: direito; E: esquerdo.

<sup>†</sup> Difere significativamente do calcâneo direito (controle).

**Tabela 2.** Valores médios  $\pm$  DP da distribuição de força plantar nas diferentes regiões dos pés: sem carga (controle) e com carga de 5, 10 e 15% da massa corporal com a mochila posicionada na região posterior do tronco.

Região plantar	Controle	5%	10%	15%
Calcâneo D	25,86 $\pm$ 8,82	26,40 $\pm$ 7,75	27,05 $\pm$ 7,07	26,31 $\pm$ 7,05
Calcâneo E	30,43 $\pm$ 5,84 <sup>†</sup>	30,02 $\pm$ 5,42	30,97 $\pm$ 6,05	30,61 $\pm$ 6,79
Médio-pé D	8,40 $\pm$ 4,10	7,55 $\pm$ 3,86*	6,84 $\pm$ 3,19*	6,72 $\pm$ 3,27*
Médio-pé E	7,68 $\pm$ 3,82	7,35 $\pm$ 6,60	6,74 $\pm$ 3,13*	6,60 $\pm$ 3,67
Antepé D	11,70 $\pm$ 4,25	11,86 $\pm$ 4,11	12,03 $\pm$ 4,02	12,69 $\pm$ 4,63
Antepé E	12,54 $\pm$ 4,89	11,65 $\pm$ 3,43*	12,31 $\pm$ 3,67	12,13 $\pm$ 3,55
Artelhos D	1,63 $\pm$ 1,54	1,54 $\pm$ 1,24	2,0 $\pm$ 1,74*#	1,85 $\pm$ 1,17*#
Artelhos E	1,73 $\pm$ 1,74	1,59 $\pm$ 4,01	1,64 $\pm$ 1,48	1,83 $\pm$ 1,41

D: direito; E: esquerdo.

\* Difere significativamente das médias obtidas do controle; # difere significativamente das médias obtidas do artelho direito com carga de 5% do peso corporal; <sup>†</sup> difere significativamente do calcâneo direito (controle).**Tabela 3.** Valores médios  $\pm$  DP da trajetória anteroposterior do centro de pressão corporal no controle e diferentes posições da mochila para as cargas de 5, 10 e 15% da massa corporal.

	Controle	5%	10%	15%
	21,35 $\pm$ 1,8	--	--	--
Mochila posterior	--	21,24 $\pm$ 2,11	21,7 $\pm$ 1,75	21,96 $\pm$ 2,47*
Mochila anterior	--	21,2 $\pm$ 1,88	21,57 $\pm$ 1,72	22,26 $\pm$ 2,34#
Mochila ombro D	--	21,2 $\pm$ 2,07	21,51 $\pm$ 1,87	22,02 $\pm$ 2,67
Mochila ombro E	--	21,43 $\pm$ 2,05	21,47 $\pm$ 1,7	21,22 $\pm$ 2,26

D: direito; E: esquerdo.

\* Difere significativamente das médias obtidas com a mochila posterior 5%; # difere significativamente das médias obtidas com a mochila anterior 5%.

**Tabela 4.** Valores médios  $\pm$  DP da trajetória médio-lateral do centro de pressão corporal no controle e diferentes posições da mochila para as cargas de 5, 10 e 15% da massa corporal.

	Controle	5%	10%	15%
	14,95 $\pm$ 2,44	--	--	--
Mochila posterior	--	14,61 $\pm$ 2,0	14,49 $\pm$ 2,27	14,70 $\pm$ 1,98
Mochila anterior	--	14,80 $\pm$ 1,90	14,40 $\pm$ 1,84	14,43 $\pm$ 2,03
Mochila ombro D	--	14,41 $\pm$ 1,98	14,37 $\pm$ 2,05	14,33 $\pm$ 2,01
Mochila ombro E	--	14,58 $\pm$ 1,89	14,12 $\pm$ 2,33	14,27 $\pm$ 2,09

D: direito; E: esquerdo.

posterior do tronco. Para a carga de 5% da massa corporal, houve diminuição da distribuição de força no médio-pé direito e no antepé esquerdo, em relação aos respectivos valores controle ( $p < 0,05$ ). Para a carga de 10%, houve diminuição da distribuição de força no médio-pé direito e esquerdo em relação aos respectivos valores controle ( $p < 0,05$ ). Quando a carga foi de 15%, houve diminuição da distribuição da força no médio-pé direito e aumento da distribuição da força nos artelhos à direita em relação ao controle ( $p < 0,05$ ). A distribuição de força relativa nos artelhos à direita, com carga de 10 e 15% foi maior que aquela com carga de 5% ( $p < 0,05$ , Tabela 2).

### Trajетória do centro de pressão

A Tabela 3 demonstra os valores da trajetória anteroposterior do centro de pressão sem carga e quando a mochila com

diferentes cargas foi posicionada nas regiões anterior e posterior do tronco e nos ombros direito e esquerdo. Observou-se aumento da oscilação postural quando a mochila com carga de 15% da massa corporal foi posicionada nas regiões anterior e posterior do tronco, em relação à carga de 5% ( $p < 0,05$ ).

A Tabela 4 demonstra os valores da trajetória médio-lateral do centro de pressão. Não se observou diferença significativa entre as diferentes posições e cargas da mochila e o controle, bem como ao comparar as cargas e posições entre si ( $p > 0,05$ ).

### Discussão

A mochila é uma das formas mais utilizadas para transportar o material escolar<sup>4-8</sup>, sendo a fixação dorsal a maneira mais usual, seguida da fixação escapular<sup>9,13</sup>.

A literatura aponta uma discussão sobre o limite de carga nas mochilas entre 10 e 15% da massa corporal. Entretanto, não existe a determinação de um valor específico que não ofereça risco às estruturas musculoesqueléticas<sup>3</sup> e que tenha sido cientificamente justificado.

Alguns autores sugerem que cargas até 10% da massa corporal possivelmente não ofereçam risco, mas afirmam que outras pesquisas precisam ser realizadas para abranger todas as variáveis envolvidas<sup>4,14,15</sup>. Negrini e Carabalona<sup>6</sup> sugerem o limite máximo de até 15% da massa corporal. Apesar disso, tais informações também não são baseadas em dados científicos.

Em que pese a necessidade de análise de outras variáveis que permitam identificar de forma específica a influência da carga e forma de carregar o material escolar sobre a postura dos estudantes, os dados deste estudo foram obtidos com base em critérios científicos, apontando a presença de assimetria na DFP e oscilações do centro de pressão corporal e podem ser considerados para futuros estudos, visando à elaboração de propostas de prevenção primária para estudantes do ensino fundamental e médio.

Considerando ser a escoliose a alteração postural mais grave na população estudada<sup>16</sup>, a investigação de possíveis assimetrias na DFP provocadas pelo hábito de carregar o material escolar com carga e posicionamento inadequados apresenta relevância no âmbito da saúde coletiva, uma vez que a identificação precoce de tais assimetrias pode gerar ações de intervenção preventiva e corretiva para influenciar no alinhamento da pelve e, conseqüentemente, da coluna vertebral.

Neste estudo, a alteração na DFP na posição bipodal sem carga (controle) possivelmente esteja relacionada à dominância do membro inferior. Alguns estudos definem a preferência pedal como o pé preferido para manipular um objeto ou iniciar um movimento e como o pé não preferido aquele utilizado como suporte postural<sup>17</sup>.

Gobbi, Secco e Marins<sup>12</sup> propuseram alguns testes para investigar a dominância de membro inferior: chutar uma bola, erguer uma espuma, escrever uma letra (testes estáticos) e algumas tarefas dinâmicas, como conduzir uma bola, alinhar bolinhas ou circundar um arco com uma bola. Neste estudo, no qual 29 voluntários (96,6%) apresentaram dominância de membro inferior direito, que foi verificada de acordo com os testes propostos por Gobbi, Secco e Marins<sup>12</sup>, a maior distribuição de força plantar no membro inferior esquerdo poderia estar relacionada ao suporte postural, de acordo com a citação de Peters<sup>17</sup>.

Apesar de não ter havido diferença significativa na distribuição de força plantar quando a mochila com as diferentes cargas foi posicionada no ombro direito, nota-se uma tendência à simetria. Tal tendência também foi observada quando as cargas foram adicionadas no ombro esquerdo. Provavelmente, a maior

simetria após o acréscimo das cargas esteja relacionada à diferença pré-existente, não sendo possível concluir sobre a influência da carga posicionada unilateralmente nos ombros.

Outro aspecto importante no estudo da análise da influência das cargas é a distribuição das forças nas diferentes regiões plantares. Estas forças estão distribuídas de forma heterogênea em diferentes regiões do pé, na postura estática. Na posição bipodal sem carga, a distribuição de força foi de 56,29% no calcâneo, 16,08% no médio-pé, 24,24% no antepé e 3,36% nos artelhos. Esses dados coincidem com os observados por Cavanagh, Rodgers e Liboshi<sup>18</sup>, que avaliaram 107 indivíduos adultos normais, nos quais 60,5% da massa corporal incidia sobre o calcâneo, 7,8% sobre o médio-pé, 28,1% sobre o antepé e 3,6% sobre os artelhos.

Quando a mochila foi posicionada na região posterior do tronco com carga de 5, 10 ou 15% do peso corporal, houve a mesma tendência de DFP do controle (sem carga). Os valores que foram significativos não alteraram a distribuição, que foi sempre maior para o calcâneo e antepé e menor para o médio-pé e artelhos. Com carga, a tendência foi de maior simetria entre os pés direito e esquerdo quando comparados ao controle.

Estudos realizados por Rebelatto, Caldas e De Vitta<sup>9</sup>; De Vitta, Madrigal e Sales<sup>15</sup>; Negrini, Carabalona e Sibila<sup>14</sup>, Negrini e Carabalona<sup>6</sup> apontam que crianças e adolescentes transportam grande quantidade de carga nas mochilas. A maior preocupação é a conseqüência que esta rotina diária pode proporcionar às estruturas musculoesqueléticas, em médio e longo prazo, considerando que estes indivíduos estão em plena fase de desenvolvimento esquelético.

O controle postural recebe influências de experiências motoras aprendidas. Shummay-Cook e Woollacott<sup>19</sup> discutem que a aprendizagem motora é adquirida quando processos associados à prática favorecem a capacidade de produzir uma ação hábil a partir da interação entre percepção, cognição e ação durante a realização de uma tarefa em interação com o ambiente. Quando uma tarefa é executada de forma funcional, significa que uma nova estratégia para perceber e agir foi aprendida.

Considerando que os alunos realizam a tarefa de carregar o material didático diariamente durante vários anos, é possível que esta habilidade motora esteja incorporada aos hábitos dos estudantes e, conseqüentemente, um ajuste fino da atividade muscular tenha sido atingido, uma vez que a DFP apresentou comportamento muito próximo da simetria, mesmo frente a maior carga e ao posicionamento menos adequado da mochila. Esses resultados apontam para a necessidade de uma análise minuciosa da postura dos indivíduos durante as diferentes sobrecargas impostas.

A oscilação postural está relacionada ao controle postural e o fato de não ter havido aumento dessa oscilação no sentido médio-lateral na presença das cargas e em diferentes posições da mochila, pode estar relacionado à adaptação do sistema nervoso

central para a tarefa proposta<sup>19</sup>, que representa uma rotina diária dos voluntários. Isso pode ter favorecido a manutenção do equilíbrio postural, mesmo quando a carga era máxima, sugerindo novamente a necessidade de uma análise postural específica.

Conclui-se que a distribuição de força plantar não foi influenciada pelas diferentes cargas e posições da mochila. Considerando o aumento da trajetória do COP promovido pela carga de 15% da massa corporal simetricamente posicionada nas regiões anterior e posterior do tronco, recomenda-se que o limite máximo de carga a ser carregado em mochilas escolares não ultrapasse 10% da massa corporal.

Ressalta-se a necessidade de estudos que investiguem possíveis adaptações posturais às diferentes cargas e posições

da mochila, visando à identificação precoce das alterações e a elaboração de estratégias de prevenção, por meio de um trabalho de educação em saúde, abrangendo os estudantes do ensino fundamental e médio, seus familiares e o corpo social da escola.

## Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes/Prosup), pela bolsa de mestrado, e ao Fundo de Apoio à Extensão da Universidade Metodista de Piracicaba (FAE-Unimep), pelo apoio financeiro.

## Referências bibliográficas

- Bradford DS, Lonstein JE, Moe JH, Ogilvie JW, Winter RB. Escolioses e outras deformidades da coluna: "O livro de Moe". 2ª ed. São Paulo: Livraria Santos Editora; 1994.
- Rowland TW. Developmental exercise physiology. Champaign (IL): Human Kinetics; 1996.
- Brackley HM, Stevenson JM. Are children's backpack weight limits enough? A critical review of the relevant literature. *Spine*. 2004;29(19):2184-90.
- Grimmer K, Dansie B, Milanese S, Pirunsan U, Trott P. Adolescent standing postural response to backpack loads: a randomised controlled experimental study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2002;3(10):1-10.
- Whittfield JK, Legg SJ, Hedderley DI. The weight and use of schoolbags in New Zealand secondary schools. *Ergonomics*. 2001;44:819-24.
- Negrini S, Carabalona R. Backpacks on schoolchildren's perceptions of load, associations with back pain and factors determining the load. *Spine*. 2002;27:187-95.
- Sheir-Neiss GJ, Kruse RW, Rahman T, Jacobson LP, Pelli JA. The association of backpack use and back pain in adolescents. *Spine*. 2003;28:922-30.
- Goodgold S, Corcoran M, Gamache D, Gillis J, Guerin J, Coyle JQ. Backpack use in children. *Pediatr Phys Ther*. 2002;14:122-31.
- Rebelatto JR, Caldas MAJ, De Vitta A. Influência do transporte do material escolar sobre a ocorrência de desvios posturais em estudantes. *Rev Bras Ortop*. 1991;26(11-12):403-10.
- Norkin CC, Levangie PK. Articulações, estrutura e função: uma abordagem prática e abrangente. 2ª ed. São Paulo: Revinter; 2001.
- Penha PJ, João SM, Casarotto RA, Amino CJ, Penteadó DC. Postural assessment of girls between 7 and 10 years of age. *Clinics*. 2005;60(1):9-16.
- Gobbi LTB, Secco CR, Marins FHP. Influências da lateralidade na locomoção sobre obstáculos. In: Quevedo AAF, De Oliveira JR, Mantoan TEM (org.). Mobilidade e comunicação: desafios à tecnologia e à inclusão social. 1ª ed. Campinas: WVA; 1999. p. 11-5.
- Korovessis P, Koureas G, Papazisis Z. Correlation between backpack weight and way of carrying, sagittal and frontal spinal curvatures, athletic activity, and dorsal and low back pain in schoolchildren and adolescents. *J Spinal Disord Tech*. 2004;17(1):33-40.
- Negrini S, Carabalona R, Sibila P. Backpack as a daily load for schoolchildren. *Lancet*. 1999;354:1974.
- De Vitta A, Madrigal C, Sales VS. Peso corporal e peso do material escolar transportado por crianças em idade escolar. *Fisio Mov*. 2003;16(2):55-60.
- Marty-Poumarat C, Scattin L, Marpeau M, Garreau de L, Aegerler P. Natural history of progressive adult scoliosis. *Spine*. 2007;32(11):1227-34.
- Peters M. Footedness asymmetries in foot preference and skill and neuropsychological assessment of foot movement. *Psychol Bull*. 1988;103(2):179-92.
- Cavanagh PR, Rodgers MM, Liboshi A. Pressure distribution under symptom-free feet during barefoot standing. *Foot Ankle Int*. 1987;7(5):262-76.
- Shumway-Cook A, Woollacott MH. Controle Motor: teoria e aplicações práticas. 2ª ed. São Paulo: Manole; 2003.