

ESTUDO DA MARCHA DE CRIANÇAS EM IDADE ESCOLAR QUE TRANSPORTAM MOCHILAS ÀS COSTAS USANDO CINEMÁTICA

Rocha, D.¹; Rocha, J.²; Barbosa, T. M.³; Queijo, L.⁴; San Juan, M.⁵

¹ Tecnologia Biomédica, Escola Superior de Tecnologia e de Gestão

^{2,4} Departamento de Tecnologia Mecânica, Escola Superior de Tecnologia e de Gestão

³ Departamento de Desporto, Escola Superior de Educação

Instituto Politécnico de Bragança

⁵ Departamento de Ingeniería Mecánica e Ingeniería de Materiales,
Universidad de Valladolid

RESUMO

Este estudo teve como objectivo analisar a cinemática do ciclo da marcha de crianças em idade escolar, transportando mochilas às costas. Foram estudadas 4 crianças (3 do sexo masculino e 1 do sexo feminino) do 3º ano do primeiro ciclo do ensino básico (8 anos idade). Cada criança caminhou num tapete rolante a velocidades incrementais (1.11 m.s^{-1} , 1.38 m.s^{-1} e 1.67 m.s^{-1}) e com diferentes cargas relativas à massa corporal (0 %, 10 % e 20 %) numa mochila escolar. Todos os procedimentos foram filmados no plano sagital e frontal e tratados com software específico para análise cinemática do movimento humano. Foi efectuada a análise cinemática de um ciclo completo, para cada carga e velocidade. Foram avaliados os parâmetros gerais do ciclo da marcha, parâmetros de cinemática angular, assim como, parâmetros de cinemática linear. Como principais conclusões deste estudo pode-se afirmar que de 0 % para 10 % de carga os parâmetros seguem uma tendência e para cargas superiores a 10 % e com marcha mais rápida essa tendência não se mantém. Será portanto espectável que o valor de carga máxima a transportar na mochila esteja entre 10 e 20 % da massa corporal.

1. INTRODUÇÃO

A marcha pode ser definida como uma forma natural de locomoção vertical no meio terrestre, cujo padrão motor se caracteriza por uma acção alternada e progressiva dos membros inferiores e um contacto contínuo com a superfície de apoio (Wickstrom 1990).

Cada ciclo de marcha divide-se em duas passadas (uma de cada membro inferior). Já cada passada comporta duas fases: fase de apoio e fase de balanço. A

primeira fase compreende o período entre o toque do pé (calcanhar) e o levantar dos dedos. Esta fase permite que a perna de apoio sustente o peso do corpo e este possa avançar (Junior 2002). A fase de balanço é iniciada após a retirada dos dedos e segundo toque do pé.

Nos indivíduos adultos, a fase de apoio compreende cerca de 62 % do ciclo da marcha e a fase de balanço dura aproximadamente 38 % (Sutherland 1998).

Estudo da marcha de crianças em idade escolar que transportam mochilas às costas usando cinemática.

O ser humano começa a desenvolver a marcha nos primeiros anos de vida. O padrão característico de marcha bípede é consolidada por volta dos 6 anos, onde o sistema sensório-motor torna-se adaptado a produzir automaticamente um conjunto repetitivo de comandos de controlo motor para permitir que uma pessoa caminhe sem esforço consciente (Pellico 1995),

Antes dos seis anos as crianças ainda não adquiriram a capacidade de ajuste antecipatório, apresentando menor estabilidade e insuficiente força muscular, além de uma dificuldade constante na activação do sistema motor (Malouin 2000).

O aspecto central da progressão dos estágios iniciais de desenvolvimento até o maduro (característico do adulto) está na aquisição do movimento com melhoria da precisão e organização espaço-temporal de todo o conjunto (Eckert 1993).

A mochila é um dos objectos escolares mais usados pelos alunos, servindo para transportarem para a escola o material didáctico essencial às suas actividades escolares.

O sobrepeso das mochilas escolares origina um acréscimo de carga mecânica no aparelho locomotor dos estudantes durante a locomoção, como demonstram diversos trabalhos (Goh 1998, Hong 2000).

Para que o equilíbrio corporal seja garantido, sempre que se desloca o centro de gravidade, o corpo faz pequenos ajustes visíveis através de pequenas alterações da cabeça, tronco e membros (Nogueira 2002).

Da prática recorrente e prolongada desses mecanismos de sobrecarga, muitos jovens parecem manifestar sinais claros de dor ou desconforto (Pascoe 1997, Oliveira 1999, Troussier 1994), que associam com frequência ao uso das mochilas pesadas, resultando circunstancialmente em consultas com técnicos de saúde.

Foi objectivo analisar a cinemática da marcha de crianças em idade escolar, transportando mochilas às costas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo desenrolou-se em duas fases.

Na primeira, efectuou-se um estudo “epidemiológico”, na escola EB 2,3 Paulo Quintela (Bragança). Foram avaliadas 243 crianças no início de um dia escolar ao entrar no estabelecimento de ensino, após autorização do responsável pelo estabelecimento de ensino, registando-se a idade, estatura e massa corporal (com e sem mochila), sendo a massa da mochila a diferença entre as duas avaliações.

A medição da estatura dos alunos foi feita sempre no mesmo local, com a ajuda de uma fita métrica graduada em centímetros, fixa na parede.

Para a pesagem utilizou-se uma balança digital Soehnle. Os alunos foram pesados no início do dia de aulas pois esse era o momento em que os alunos levavam a carga máxima nas mochilas.

A segunda fase decorreu no Laboratório de Ciências de Desporto do Instituto Politécnico de Bragança, na qual se procedeu ao estudo laboratorial da cinemática da marcha.

A aquisição dos parâmetros cinemáticos foi realizada a partir da recolha de imagens durante um ciclo completo da marcha. Foram registadas as imagens de 4 crianças (3 do sexo masculino e 1 do sexo feminino) todos com 8 anos de idade, com uma massa corporal de 39,2 kg, 34,4 kg, 28,6 kg e 328,4 kg de massa corporal; 1,50 m e 1,37 m, 1,31 m e 1,41 m de estatura, respectivamente. As crianças não apresentaram qualquer lesão ou patologia ortopédica e/ou músculo-esquelética no último ano. Todos os procedimentos respeitaram a Declaração de Helsínquia para investigação com humanos.

Estudo da marcha de crianças em idade escolar que transportam mochilas às costas usando cinemática.

Cada aluno teve de caminhar continuamente sobre um tapete rolante (Woodway, PPS S5 SPORT-I, Munique, Alemanha), em aclave. Os sujeitos foram instruídos para caminhar naturalmente, a velocidades incrementais ($1,11 \text{ m.s}^{-1}$ (4km/h), $1,38 \text{ m.s}^{-1}$ (5 km/h) e $1,67 \text{ m.s}^{-1}$ (6km/h) durante 3 minutos. Cada aluno teve pelo menos uma sessão de familiarização com o tapete rolante, para que a marcha fosse o mais natural possível.

O protocolo incremental foi aplicado 3 vezes a cada aluno, com diferentes cargas relativas à massa corporal (0 %, 10 % e 20 % da massa corporal) numa mochila escolar. A mochila utilizada foi a mesma para todos os alunos, foi colocada às costas e suportada por ambas as alças na cintura escapular e preenchida com livros escolares até se atingir a massa relativa desejada. A ordem de realização da tarefa com as cargas foi determinada aleatoriamente. Durante todo o procedimento os sujeitos foram filmados nos planos sagital e frontal, com duas câmaras de vídeo (Sony, DCR-PC 120, Tóquio, Japão).

Foi efectuada a análise cinemática a partir do sistema A.P.A.S (Ariel Performance Analysis System, Ariel Dynamics Inc., EUA) de um ciclo completo, para cada carga e velocidade, com recurso à captura para o computador através do programa Movie Maker.

O tapete rolante ficou compreendido entre um cubo de calibração (160 x 160 x 160 cm^3 e 21 pontos de calibração).

Foi adoptado um modelo antropométrico de Zatsiorsky adaptado por de Leva (Leva 1996). Para facilitar uma posterior digitalização dos pontos foram utilizados marcadores passivos (adesivos bicolores, amarelo e preto) nas estruturas anatómicas relevantes. As imagens digitalizadas dos dois planos foram reconstruídas com recurso ao algoritmo de transformação directa (Abdel-Aziz e Karara, 1971). O bio-sinal foi tratado com

o filtro passa-baixo com um valor de corte de 6 Hz e recorrendo-se à dupla passagem.

Foram avaliados os parâmetros gerais do ciclo (distância do ciclo), parâmetros de cinemática linear (amplitude vertical do centro de massa), assim como parâmetros de cinemática angular (o ângulo absoluto entre o tronco e o plano vertical, o ângulo relativo entre a perna e a coxa e o ângulo relativo entre o pé e a perna).

3. RESULTADOS E CONCLUSÕES

Os resultados relativos ao estudo “epidemiológico” são apresentados na Fig. 1. Verificou-se que a média de sobrecarga transportada na mochila diariamente foi de 9,39 kg. Não negligenciável é o facto de a massa máxima que um aluno carregava ser de 25,47 kg. Alunos mais velhos, tendencialmente transportam menos massa (mínimo = 0,01; Máximo = 25,49; Mediana = 8,11; DP = 5,26).

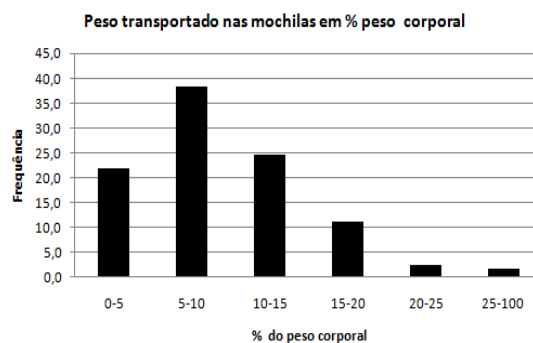


Fig. 1 Valores da massa transportada nas mochilas em % peso corporal.

Na Fig. 2 pode-se observar que à medida que a velocidade aumenta, a distância do ciclo também aumenta, não se notando uma influência significativa da carga. Para 4 e 5 km/h a distância do ciclo diminui ligeiramente quando se passa de 0 % para 10 % da massa da mochila relativamente à massa corporal mantendo-se quase constante para 20 % da carga. Contudo, para 6 km/h a distância do ciclo é quase constante relativamente à carga. Talvez isto se deva ao facto de para 6 km/h

Estudo da marcha de crianças em idade escolar que transportam mochilas às costas usando cinemática.

já se estar no limiar entre a marcha e a corrida (o principal factor distintivo entre as duas técnica de locomoção é o facto de na primeira se verificar um duplo apoio, o qual é inexistente na segunda) não sendo possível a adaptação neuromuscular deste parâmetro ao aumento da carga.

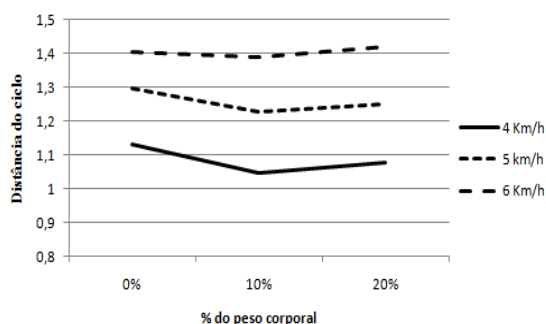


Fig. 2 Distância do ciclo relativamente à percentagem de massa/velocidade.

Na Fig. 3, verifica-se que para 4 e 5 km/h a amplitude do centro de massa diminui ligeiramente de 0 % para 10 % de carga, enquanto, para 6 km/h diminui significativamente, deste modo, o deslocamento vertical do centro de gravidade diminui para todas as velocidades. De 10 % para 20 %, aumenta ligeiramente para 5 e 6 km/h, enquanto, para 4 km/h diminui a amplitude do centro de massa.

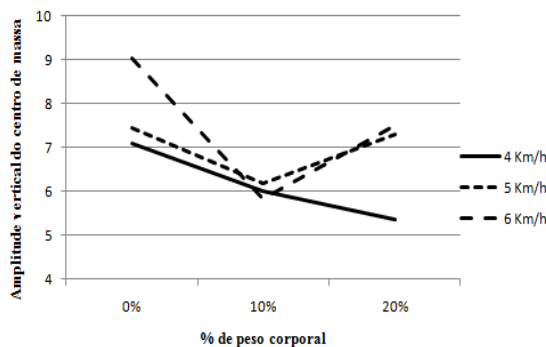


Fig. 3 Amplitude vertical do centro de massa relativamente à massa/velocidade.

Na Fig. 4 é possível observar que para uma velocidade de 5 km/h o ângulo do tronco teve um comportamento distinto do que com 4 e 6 km/h, ou seja, aumenta

de 0 % para 10 %, e de 10 % para 20 % diminui. Já para as outras cargas, verifica-se o oposto. No entanto, em qualquer dos casos, a variação angular é diminuta.

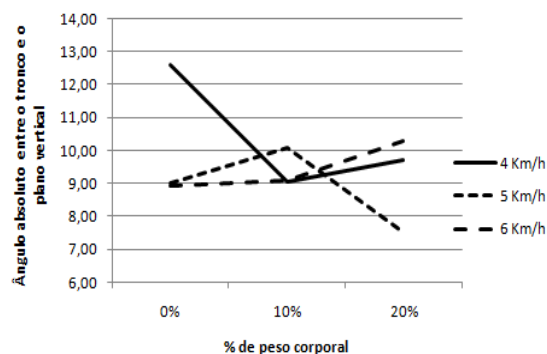


Fig. 4 Ângulo absoluto entre o tronco e o plano vertical relativamente à massa/velocidade.

Relativamente à Fig. 5 observa-se que para 4 e 6 km/h o ângulo relativo entre a perna e a coxa mantém-se quase constante de 0 % para 10 %, e aumenta ligeiramente quando passa para 20 % de carga. No entanto, para 5 km/h observa-se um comportamento muito diferente do 4 e 6 km/h. Esta discrepância talvez se deva ao facto de a amostra apresentar uma dimensão limitada.

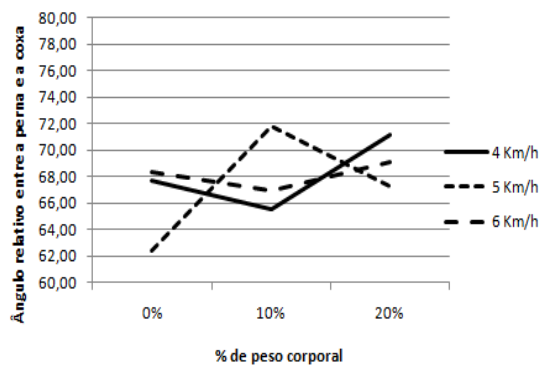


Fig. 5 Ângulo relativo entre a perna e a coxa relativamente à massa/velocidade.

Finalmente, no que diz respeito à Fig. 6 observa-se que para 0 % e 10 % da carga e para 4 e 5 km/h diminui ligeiramente o ângulo e de 10 % para 20 % aumenta cerca de 3°. Todavia, para 6 km/h aumenta para 10 % de carga, diminuindo

Estudo da marcha de crianças em idade escolar que transportam mochilas às costas usando cinemática.

quando passa para 20 %. Esta divergência, tal como para a figura anterior, pode dever-se ao facto de a amostra ser reduzida.

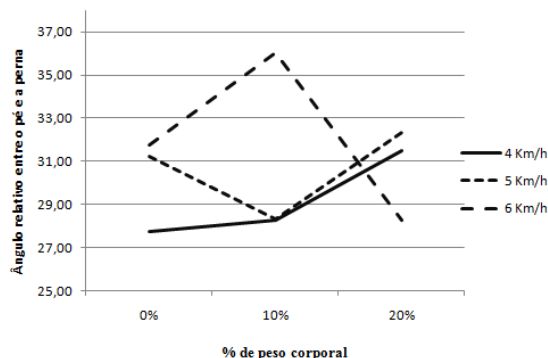


Fig. 6 Ângulo relativo entre o pé e a perna relativamente à massa/velocidade.

Em síntese, observa-se um comportamento diferenciado dos parâmetros analisados, para a velocidade 6 km/h e 20 % de carga relativa à massa corporal. Estes dados poderão indicar que a cinemática da marcha tende-se a desviar do padrão normal devido à elevada velocidade (no limiar da corrida) e/ou devido ao excesso de massa adicional suportada pelo aluno.

4. REFERÊNCIAS

- Abdel-Aziz, Y. Karara, H., 1971. Direct Linear Transformation from Comparator Coordinates into Object Space Coordinates in Close-Range Photogrammetry. Papers from the American Society of Photogrammetry, Symposium on Close-Range Photogrammetry, Urbana, pp. 1-18, Illinois.
- Eckert, H. 1993. Desenvolvimento motor. São Paulo: Manole 3. Ed.,.
- Goh, J., & Thambyah, 1998. A. Effects of varying loads on peak forces in the lumbosacral spine during walking. *Clinical Biomechanics*, 1: s26-s31.
- Hong, Y., LI, J., & Wong, 2000. A. Effects of load carriage on heart rate, blood pressure and energy expenditure in children. In: *Ergonomics*, 43: 717-727.
- Junior, C. H. 2002. Distúrbios da Postura, Marcha e Quedas in *Tratado de Geriatria e Gerontologia*. Editora Guanabara-Koogan.
- Leva, P. D. 1996. Adjustments to Zatsiorsky-Seluyanov's segment inertia parameters. *J Biomechanics* 29: 1223-1230.
- Malouin, F., & Richards, C. P. 2000. Preparatory adjustments during gait initiation in 4–6-year-old Children. *Gait and Posture*, Amsterdam, v.11, p.239-253,
- Nogueira, D. V. 2002. Análise da marcha humana mediante sobrecarga com mochila. . *Univap*, v. 1/2. p. 664-666
- Oliveira, R. 1999. A Lombalgia nas Crianças e Adolescentes: Estudo Epidemiológico na Região da Grande Lisboa. In *Tese de Mestrado*. FMH-UTL. Lisboa.,.
- Pascoe, D., Pascoe, E., Wang, Y., & Shim, D. 1997. Influence of carrying bookbags on gait cycle and posture of youths. *Ergonomics*, 40-6 p63 - 640
- Pellico, L. G., Torres, L., & Mora, C. 1995. Development Medicine & Child Neurology. In *Changes in walking pattern between five and six years of age*. v.35, n.9,p.800-806.
- Sutherland, D. H. 1998. Cinemática da marcha humana normal. Rose, J. & Gamble, J. G. *Marcha Humana*. 2ª ed. . São Paulo. p 23-44
- Troussier, B., Davoine, P., Gaudemaris, R., & Fauconnier, J. 1994. Backpain in school children: A study among 1178 pupils. *Scand J Rehabil Med*, 26.
- Wickstrom Ralph, 1990. *Patrones motores básicos*. Alianza Deporte. Madrid