

Estudo preliminar da cinemática da locomoção de crianças em idade escolar transportando mochilas às costas

João Rocha¹; Tiago M. Barbosa²

¹ Prof. Adjunto, Escola Superior de Tecnologia e de Gestão irocha@ipb.pt;

² Prof. Adjunto Escola Superior de Educação barbosa@ipb.pt;
Instituto Politécnico de Bragança

RESUMO

Este foi um estudo preliminar que teve como objectivo analisar a cinemática da marcha de crianças em idade escolar, transportando mochilas às costas. Foram estudadas 6 crianças (5 rapazes e uma rapariga) com 11 anos de idade. Cada criança caminhou sobre um 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 ao peso corporal (0%, 10% e 20%) numa mochila escolar. Todos os procedimentos foram filmados no plano sagital e tratados com software específico para análise do movimento humano. Da análise dos resultados observam-se tendências que evidenciam que a carga máxima a transportar mochila às costas estará em torno do valor de 10% do peso corporal.

1- INTRODUÇÃO

A marcha é o principal meio mecânico de locomoção do ser humano. A locomoção permite a translação do homem no espaço. Cada ciclo da marcha é dividido em dois períodos, período de apoio e o período de oscilação ou balanço. O período de apoio é o tempo em que o membro inferior estabelece uma cadeia cinemática fechada, ou seja, o pé está em contacto com o chão. Esta fase corresponde a 62 % do ciclo da marcha (Ayyappa 1997). Valores próximos destes (60%-40%) também são descritos por diferentes autores (Whittle 1996; Wu 2000; Carvalho 2002; Barela 2005) para sujeitos jovens e saudáveis. A fase de balanço corresponde ao tempo em que o pé está no ar, isto é, considerando-se o segmento como uma cadeia cinemática aberta. Esta fase corresponde aos restantes 38 por cento do ciclo de marcha (Ayyappa 1997).

As crianças adquirem a capacidade de caminhar vertical e autonomamente por volta dos 12-14 meses de idade. Comparativamente com o padrão da marcha do adulto, o padrão das crianças apresenta algumas diferenças biomecânicas. Segundo

(Vaughan, Langerak et al. 2000; Wu 2000) os padrões de marcha vão sofrendo alterações cinemáticas com o processo de apropriação do controlo motor da actividade até estar perfeitamente consolidada. Essas alterações traduzem-se na diminuição da área da base de sustentação, em movimentos segmentares mais precisos, no ajuste do balanço dos membros superiores à passada, na diminuição da frequência de passada, no aumento do comprimento de passada e no aumento da velocidade de deslocamento (Vaughan, Langerak et al. 2000; Wu 2000) É na idade de 4 a 6 anos que as respostas posturais passam por um estágio final de maturação. As crianças parecem mostrar novas habilidades de equilíbrio associadas com uma postura madura da marcha durante essa fase de desenvolvimento ontogenético (Daneli and Leiria 2005)

A postura humana é essencialmente dinâmica. É possível observar alterações posturais quando se transporta sobrecargas com mochilas. Para que o equilíbrio seja garantido, sempre que se desloca o centro de gravidade, o corpo faz pequenos ajustes visíveis através de pequenas alterações na

posição da cabeça, tronco e membros. (Nogueira, Monteiro et al. 2002)

Tilbury-Davis (Tilbury-Davis and Hooper 1999) sugere que as diferenças nos resultados entre estudos idênticos, podem ser explicados pelo facto de serem realizados com pessoas com experiência distinta na realização de determinada tarefa. Em particular, pessoas treinadas a transportar pesos às costas podem apresentar um andar “normal”.

No caso de crianças em idade escolar, uma das principais problemáticas relaciona-se com a aplicação de sobrecargas (p.e., mochilas escolares) às costas e as possíveis repercussões no aparelho locomotor, ainda em desenvolvimento. O facto de este tipo de populações tender a utilizar de forma frequente mochilas, com pesos relativos não desprezíveis, nas deslocações entre casa e a escola, assim como, na própria escola, leva a que a identificação, dos factores predisponentes para alterações posturais e consequentes ocorrências de lesões agudas e crónicas, seja fundamental.

Os desequilíbrios posturais gerados quando se transporta uma sobrecarga são agravados pelo facto de o peso carregado ser frequentemente desproporcional ao peso do próprio corpo e pelo uso inadequado da mochila, como no caso do apoio em um único ombro (Sacco and Melo 2003)

Assim, foi objectivo deste trabalho desenvolver um estudo preliminar para analisar a cinemática da marcha de crianças em idade escolar, transportando mochilas às costas.

2- MATERIAIS E MÉTODOS

Previamente ao estudo cinemático, efectuou-se no terreno um estudo “epidemiológico”. Foram estudadas 15 crianças avaliadas no início do dia escolar ao entrar no estabelecimento de ensino. Foi registada a idade, a estatura (SECA, 242, Alemanha), a massa corporal e a massa da mochila (SECA, 884, Alemanha).

Seguiu-se o estudo laboratorial da cinemática da marcha.

Foi estudada uma criança, do sexo masculino com 11 anos de idade, 36,8 kg de massa corporal, 1,39 m de estatura. A criança não apresentou qualquer lesão ou patologia ortopédica e/ou músculo-esquelética no último ano. Todos os procedimentos respeitaram a Declaração de Helsínquia para investigação com humanos.

A criança caminhou continuamente sobre um tapete rolante (PPS 55 Sport – I, Woodway, Alemanha), sem inclinação, a velocidades incrementais (1,11 m·s⁻¹ (4 km/h), 1,38 m·s⁻¹ (5 km/h) e 1,67 m·s⁻¹ (6 km/h)) durante 3 minutos. As crianças foram instruídas para caminhar naturalmente.

Este procedimento foi realizado três vezes, com diferentes cargas relativas ao peso corporal (0 %, 10 % e 20 % do peso corporal) numa mochila escolar. A mochila era preenchida com livros escolares até se atingir o peso relativo desejado. A mochila era colocada às costas e suportada por ambas as alças na cintura escapular. A ordem de realização da tarefa com as cargas foi determinada aleatoriamente. Entre cada repetição, o intervalo de repouso nunca foi inferior a 60 minutos. A criança teve pelo menos uma sessão de familiarização com o tapete rolante com a duração de 60 minutos em dias anteriores às avaliações.

Durante todo o procedimento o sujeito foi filmado no plano sagital (SONY, DCR-PC120E, Japão). Foi efectuada a análise cinemática (*Ariel Performance Analysis System*, Ariel Dynamics Inc., EUA) de um ciclo completo, para cada carga e velocidade, com recurso à captura directa para computador pessoal através de ligação i.LINK disponível. Foi utilizado um volume de calibração inamovível com 5,832 m³ e 7 pontos de calibração. Foi adoptado o modelo antropométrico de Zatsiorsky, adaptado por de Leva (Leva 1996), incluindo a divisão do tronco em 3 partes articuladas. Todos os ciclos gestuais digitalizados foram filtrados, com recurso a dupla passagem, com um filtro de passa-baixos de 5 Hz para o centro de massa e de 9 Hz para os segmentos corporais, como

sugerido na literatura (Winter 1990). A fiabilidade do processo de digitalização-redigitalização foi muito elevada ($ICC = 0,97 \pm 0,01$).

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

3- RESULTADOS E CONCLUSÕES

Os resultados referentes ao estudo “epidemiológico” são apresentados na tabela 1. De salientar que a massa da mochila com os respectivos pertences dos alunos variou entre os 0,70 kg e os 6,2 kg, o que relativizado à massa das crianças corresponde a uma variação entre os 1,20 % e os 18,90 %. Assim sendo, justifica-se a opção de estudar a cinemática da marcha das crianças com cargas a variar entre os 0 % e os 20 % da massa corporal.

Tabela I Estatísticas descritivas do estudo “epidemiológico”

	Idade (anos)	Massa Corporal (kg)	Massa da Mochila (kg)	Varição Percentual (%)
Média	11,0	48,2	3,4	8,3
Desvio	0,5	12,2	1,6	5,0
Mínimo	10,0	36,6	0,7	1,9
Máximo	12,0	82,3	6,2	18,9

Na figura 1 pode-se observar que a frequência da passada aumenta com a carga e com a velocidade do deslocamento. O maior aumento verifica-se para a maior velocidade utilizada e maior carga.

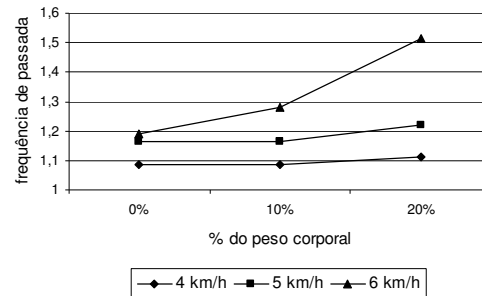


Figura 1 frequência da passada vs % peso/velocidade

Para 4 e 5 km/h a distância de ciclo decresce ligeiramente quando se passa de 0 para 10 % do peso da mochila relativamente a massa do corpo, no entanto, quando a velocidade é de 6 km/h há um decréscimo significativo na distância de ciclo.

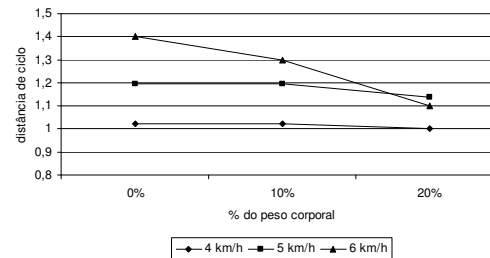


Figura 2 distância de ciclo vs % peso/velocidade

O deslocamento vertical do centro de gravidade aumentou quando o sujeito colocou uma carga de 10% do seu peso em qualquer das velocidades testadas. No entanto diminuiu quando se aumentou para 20%. Este resultado poderá indicar que se terá ultrapassado o valor máximo em que o sujeito marchava com conforto.

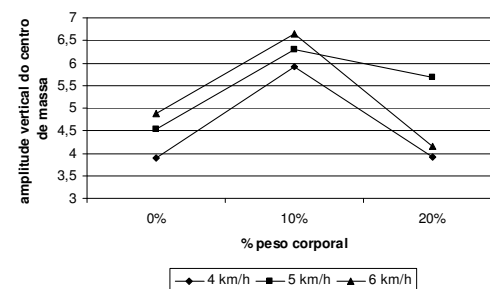


Figura 3 amplitude vertical do centro de massa vs % peso/velocidade

Na figura 4 é possível observar que para uma velocidade de 6 km/h o ângulo do tronco teve comportamento com a carga distinto do comportamento a velocidades de

4 e 5 km/h. Tal como verificado na figura 3 em torno da carga de 10% da massa corporal, o ângulo com a horizontal parece também aqui fazer uma inflexão. Talvez esta tentativa de colocar o tronco mais próximo da vertical se deva a uma adaptação muscular à carga.

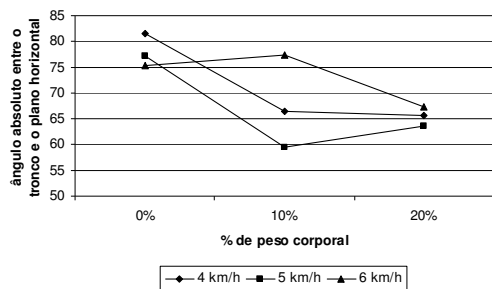


Figura 4 ângulo absoluto entre o tronco e o plano horizontal vs % peso/velocidade

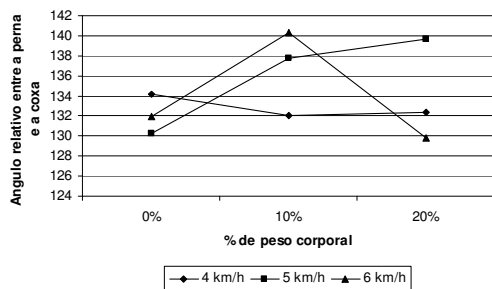


Figura 5 ângulo relativo entre a perna e a coxa vs % peso/velocidade

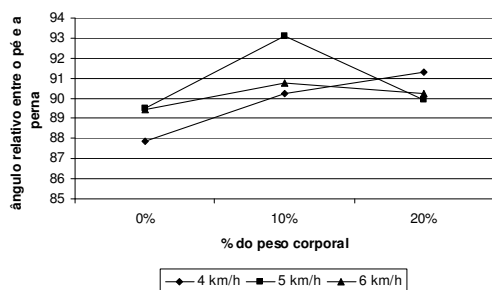


Figura 6 ângulo relativo entre o pé e a perna vs % peso/velocidade

Da observação dos gráficos anteriores (figuras 4, 5 e 6), a apesar de ser relativo a um só sujeito, verifica-se que para uma carga de 10% do peso corporal, a variação dos ângulos pé perna, perna coxa e tronco plano horizontal, tem uma inflexão. Quando se observa os mesmos gráficos para uma velocidade de 6 km/h, verifica-se que este comportamento ainda é mais evidente.

Estes dados poderão indicar que para estas condições este indivíduo já não terá as condições para desenvolver uma marcha normal, ou devido à elevada velocidade, já próxima da velocidade de corrida ou devido ao excessivo peso relativo, a que não está habituado ou à combinação destes dois.

4- REFÊRENCIAS

Ayyappa, E. (1997). "Normal Human Locomotion, Part 1: Basic concepts and Terminology." *Journal of Prosthetics and Orthotics* **9**(1): 10.

Barela, A. M. F. (2005). Análise biomecânica do andar de adultos e idosos nos ambientes aquático e terrestre. Escola de Educação Física de Esporte. São Paulo, Universidade de São Paulo. **PhD**: 131.

Carvalho, N. A. F. (2002). A carga das mochilas escolares, a saúde e o desenvolvimento harmonioso das crianças Faculdade das ciências do desporto e da educação física. Porto, Universidade do Porto. **Mestre**: 138.

Daneli, A. S. and M. T. Leiria. (2005). "Análise da Marcha com Diferentes Sobrecargas de Peso em Pré-adolescentes." from www.wgate.com.br/conteudo/medicinaesaude/fisioterapia/.

Leva, P. d. (1996). "Adjustments to Zatsiorsky-Seluyanov's segment inertia parameters." *J Biomechanics* **29**(9): 1223-1230.

Nogueira, D. V., W. Monteiro, et al. (2002). Análise da marcha humana mediante sobrecarga com mochila, Fisionet.

Sacco, I. C. N. and M. C. S. Melo (2003). "Análise biomecânica e cinesiológica de posturas mediante fotografia digital: estudo de casos." *R. Bras. Ci. e Mov. Brasília* **11**(2): 25-33.

Tilbury-Davis, D. C. and R. H. Hooper (1999). "The kinetic and kinematic effects of increasing load carriage

- upon the lower limb." *Human Movement Science* **18**(5): 693-700.
- Vaughan, C. L., N. Langerak, et al. (2000). The acquisition of mature gait patterns in children. IX congresso Brasileiro de Biomecânica.
- Whittle, W. M. (1996). *Gait analysis: an introduction*. Oxford, Butterworth Heinemann.
- Winter, D. A. (1990). *Biomechanics and Motor Control of Human Movement*, John Wiley.
- Wu, G. (2000). "Normal Gait Across Age Spectrum." 2006, from www.uvm.edu/~gwu/1201GAitIV.html.