

Comparação dos parâmetros espaço temporais da marcha entre crianças obesas e eutróficas: Estudo piloto

Comparison of gait spatiotemporal parameters between obese and normal weight children: pilot study

PIVETTA, F M; SILVEIRA, M C; MOTA, C B. Comparação dos parâmetros espaço temporais da marcha entre crianças obesas e eutróficas: Estudo piloto. **R. bras. Ci. e Mov** 2016;24(1): 127-133.

Franciele Marques Pivetta¹
Mateus Corrêa Silveira²
Carlos Bolli Mota¹

¹Universidade Federal de Santa Maria

²Universidade Federal do Paraná

RESUMO: A obesidade infantil é considerada uma doença preocupante por, entre outras coisas, aumentar o risco de lesões em função da sobrecarga devida maior massa corporal. Crianças obesas aparentemente possuem pior desenvolvimento motor, manutenção de postura e equilíbrio. A análise biomecânica da marcha pode auxiliar na identificação de quais parâmetros da caminhada de crianças obesas possibilitam o desenvolvimento de lesões. O objetivo deste estudo é comparar as características espaço temporais da marcha de crianças eutróficas e obesas. Nove crianças participaram voluntariamente do estudo e foram divididas em dois grupos de acordo com seu índice de massa corporal. As crianças caminharam em três diferentes velocidades: preferida, lenta e rápida. Os parâmetros espaço temporais da marcha (velocidade, comprimento e largura de passo/passada, cadência, tempos de apoio) foram avaliados com câmeras de infravermelho (VICON) e plataformas de força (AMTI), ambas sincronizadas durante as coletas. Não houve diferença entre grupos nos parâmetros da marcha caminhando na velocidade preferida. Porém, as crianças obesas apresentaram passos mais largos ($ES = 1,49$; $p < 0,05$) na velocidade rápida e padrão alterado de tempos de apoio ($ES \geq 1,00$; $p > 0,05$) nas velocidades lenta e rápida. As medidas antropométricas podem justificar o resultado uma vez que crianças obesas parecer possuir maior perímetro do quadril do que as eutróficas. Concluímos que as crianças obesas do presente estudo não apresentam diferenças na maior parte dos parâmetros espaço temporais, apenas uma maior largura de passo na velocidade rápida do que as crianças eutróficas e um padrão de apoio levemente alterado.

Palavras-chave: Obesidade; Criança; Marcha.

ABSTRACT: Obesity in childhood is considered a severe disease by, amongst other things, increase the risk of injury due to the overload by the excess of body mass. Obese children apparently have worse motor development, posture maintenance and balance. The biomechanical gait analysis can help identify which walk parameters of obese children allow the development of injuries. The aim of this study is to compare the gait spatiotemporal parameters of normal weight and obese children. Nine children participated voluntarily in the study and were divided into two groups according to their body mass index. They walked in three different speeds: preferred, slow and fast. Gait spatiotemporal parameters (velocity, step/stride length and width, cadence, stance times) were evaluated by using infrared cameras (VICON) and force platforms (AMTI), both synchronized during the walking trials. No differences were seen between groups in all gait parameters during walking at the preferred speed. However, the obese children walked with significant larger steps ($ES = 1,49$; $p < 0,05$) at fast walking speed and with altered stance times patterns ($ES \geq 1,00$; $p > 0,05$) at slow and fast walking speeds. Anthropometric measurements can justify the result, as obese children seem to have larger hip width than normal weight children. We conclude that our obese children do not differ in most gait spatiotemporal parameters, presenting only greater step widths at faster speed than the normal weight children and a slightly altered stance pattern.

Key Words: Obesity; Child; Gait.

Recebido: 14/06/2015
Aceito: 24/08/2015

Introdução

A obesidade infantil é considerada uma das doenças do século XXI de graves consequências, apresentando-se como uma epidemia global¹. Segundo dados do IBGE 2008-2009², indicadores antropométricos de crianças de 5 a 9 anos de idade estimaram as prevalências de excesso de peso e obesidade nessa faixa etária. A pesquisa mostrou que mais de 30% estão com excesso de peso e mais de 10% já são consideradas obesas. Os dados apresentados tornam-se preocupantes, uma vez que crianças obesas possuem maior risco para desenvolver lesões e patologias em função da sobrecarga excessiva e repetitiva ocasionada pelo aumento da massa corporal³.

Estudos têm se preocupado em fazer análises cinemáticas da caminhada de crianças obesas^{1,3} e crianças eutróficas⁴. Kleiner et al.⁵ mostram em seu estudo que crianças obesas (dependendo de seu sexo) podem apresentar os parâmetros espaço temporais da marcha diferenciados. Poeta et al.⁶ encontraram que crianças obesas apresentam piores resultados em baterias de testes de desenvolvimento motor comparadas às crianças eutróficas. Adicionalmente, há evidências de que a manutenção da postura e o equilíbrio também parecem ser afetados pela obesidade⁶⁻⁸.

Com base nas dificuldades apresentadas no comportamento motor, pesquisas têm comparado os parâmetros espaço temporais da marcha de pessoas obesas e eutróficas em diferentes faixas etárias. As principais diferenças observadas no padrão de caminhada de obesos são os maiores tempos de apoio duplo⁸⁻¹² e menores tempos de apoio simples^{8, 10, 13}, além de velocidades de caminhada reduzidas com menores comprimentos de passo e passada^{9, 11, 12}. Entretanto, poucas pesquisas têm avaliado crianças com classificações de peso distintas e, aparentemente, não há um consenso sobre quais são as diferenças entre seus padrões de caminhada. Enquanto alguns autores corroboram com os efeitos citados na velocidade da marcha e no comprimento da passada⁹, outros afirmam que crianças obesas não diferem das crianças eutróficas para ambas as variáveis^{10, 13}. Relativo aos tempos de

apoio, autores sugerem a ausência de diferenças^{9, 13} entre crianças obesas e não obesas. Morrison et al.¹⁴ sugerem ainda que as durações dos tempo de apoio possuem um comportamento inverso ao apresentado em públicos com outras faixas etárias (crianças obesas com menor duração de apoio duplo e maior duração no apoio simples durante o caminhar).

A falta de clareza sobre o padrão de caminhada do público infantil com obesidade pode dificultar um diagnóstico de quais as dificuldades experimentadas pelas mesmas. Com isso, a análise biomecânica da marcha pode identificar quais parâmetros da caminhada de crianças obesas possibilitam o desenvolvimento de lesões³. Porém, como poucos estudos procuraram comparar as variáveis espaço temporais entre crianças obesas e eutróficas, ainda não há consenso sobre quais as diferenças entre ambas e os riscos iminentes de lesão decorrentes dos seus padrões distintos de andar. Portanto, o objetivo deste estudo piloto é comparar as características espaço temporais da marcha entre crianças eutróficas e crianças obesas. Adicionalmente, o piloto pretende fornecer estimativas de uma amostra mínima necessária para realizar um estudo representativo comparando ambos os grupos.

Materiais e Métodos

Nove crianças (entre 8 e 10 anos de idade) participaram voluntariamente do estudo. Os responsáveis pelos participantes assinaram um termo de consentimento, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (protocolo 04931912.8.0000.5346), que esclarecia todos os procedimentos de coleta. Nenhuma possuía qualquer tipo de problema prejudicial à execução da marcha. O número de participantes do presente estudo foi baseado em um estudo⁴ com crianças de diferentes faixas etárias, que adotou uma média de cinco crianças por grupo.

As crianças foram divididas em dois grupos (Tabela 1) em função do seu índice de massa corporal (IMC), considerando a classificação proposta por Cole¹⁵: crianças eutróficas (CE) e crianças obesas (CO). Os grupos CO e CE apresentaram diferenças significativas para a massa e o IMC. Devido a problemas nas coletas de

dados, uma criança obesa não completou a bateria de testes e foi excluída do estudo.

Todos os participantes caminharam em ambiente de laboratório uma distância de cinco metros na sua velocidade autosselecionada (três tentativas). A velocidade da caminhada foi medida a partir de fotocélulas dispostas no decorrer do percurso. Logo após

o final das caminhadas, uma estimativa de uma velocidade 30% mais lenta e de uma velocidade 30% mais rápida foi calculada a partir da média da velocidade preferida. Os participantes caminharam mais seis tentativas, três em cada uma das velocidades (monitoradas novamente através de fotocélulas), permitindo uma margem de erro de $\pm 10\%$.

Tabela 1. Características das crianças eutróficas (CE) e obesas (CO) do estudo. Valores em média e desvio-padrão.

	♂	♀	Massa (kg)	Estatura (cm)	IMC (kg/m ²)
CE	1	4	30,58 ± 3,83	138,40 ± 65,91	15,93 ± 1,42
CO	2	2	*49,13 ± 4,14	144,38 ± 30,29	*23,58 ± 1,94

Legenda: ♂ = meninos; ♀ = meninas; IMC = índice de massa corporal; * indica maior média com valor significativo para $p \leq 0,05$.

Os dados cinemáticos foram obtidos por sete câmeras de infravermelho (*VICON Motion System*, Reino Unido), operando com frequência de aquisição de 200 Hz. As câmeras rastream 16 marcadores reflexivos (14 mm de diâmetro), que foram posicionados em pontos anatômicos dos membros inferiores de cada criança (na pelve e bilateralmente nas coxas, pernas e pés), de acordo com um modelo sugerido pelo sistema (*PlugInGait*). Os dados cinemáticos brutos passaram por um filtro passa-baixas Butterworth de 4ª ordem, com frequência de corte de 6 Hz. Duas plataformas de força (*Advanced Mechanical Technologies Inc. OR6-6 2000*, EUA) atuaram sincronizadas com as câmeras para identificar os eventos da marcha (saída do pé – SP – e toque do calcanhar – TC), com frequência de aquisição ajustada em 200 Hz e um limiar de força de 5N.

Os parâmetros espaço temporais da marcha analisados foram o comprimento e a largura de passo (distâncias anteroposterior e mediolateral entre os marcadores do calcanhar contralaterais em TC consecutivos), comprimento da passada (distância anteroposterior entre os marcadores do calcanhar ipsilaterais em TC consecutivos) a cadência (número de passos por unidade de tempo), a velocidade da marcha (medida a partir de um dos marcadores do quadril) e os tempos de apoio simples e duplo.

Inicialmente, foi obtido um valor médio de cada variável por tentativa em cada uma das velocidades. A normalidade foi testada através do teste de Shapiro-Wilk e, a partir dos resultados, foram realizadas comparações

entre os grupos através do teste t de Student para amostras independentes ou U de Mann-Whitney. O cálculo do tamanho amostral necessário para um estudo completo foi realizado a partir da Equação (1), analisando a variável com maior desvio-padrão¹⁶ (devido a esta medida de dispersão indicar o número necessário de indivíduos para minimizar a heterogeneidade da amostra). O nível de significância adotado para todos os testes foi de 5%. O tamanho de efeito (*d de Cohen*) também foi calculado, denotando valores: $d = 0,20$, $d = 0,50$ e $d \geq 0,80$ como tamanhos de efeito pequenos, médios e grandes, respectivamente¹⁷.

$$\text{Equação (1): } n = \left(\frac{Z_{\alpha/2} \cdot \sigma}{e} \right)^2$$

Onde: n = tamanho da amostra; Z = abscissa da curva normal padrão; α = nível de significância; σ = desvio-padrão da variável; e = erro amostral (máxima diferença admissível entre a média e o desvio padrão). A equação é utilizada para populações com tamanho inestimável e variância populacional não conhecida.

Resultados

Parâmetros espaço temporais

Os resultados estão apresentados nas tabelas com os valores de média e desvio-padrão, além dos tamanhos de efeito (*d de Cohen*). Na comparação entre CE e CO não houve diferenças significativas nas velocidades autosselecionada (Tabela 2) e lenta (Tabela 3) de

caminhada. Entretanto, na velocidade lenta de caminhada, o apoio simples esquerdo mostrou um grande tamanho de efeito, com maiores valores médios para CE.

Porém, na velocidade rápida de caminhada as CO apresentaram maior largura de passo (+40%) comparadas as CE (Tabela 4). Para as demais variáveis, as CO não diferiram das CE. Adicionalmente, um grande tamanho de efeito foi observado nas variáveis: duração do apoio duplo (maiores valores médios para CE), duração do apoio

simples esquerdo e largura do passo (maiores valores médios para CO).

Estimativa amostral

Utilizando a cadência do grupo CE na velocidade rápida (variável de maior desvio padrão), o cálculo amostral apontou a necessidade de 10,2 indivíduos para um α de 5%. Com isso, um “n” amostral de 11 sujeitos por grupo se torna necessário para um estudo comparativo completo.

Tabela 2. Comparação dos parâmetros espaço temporais da marcha entre crianças eutróficas (CE) e obesas (CO) na velocidade autosselecionada.

	CE	CO	<i>d de Cohen</i>
Velocidade (m/s)	1,10 ± 0,07	1,07 ± 0,13	0,28
Passo esquerdo (cm)	55,37 ± 5,28	55,98 ± 4,30	0,12
Passo direito (cm)	54,11 ± 7,17	55,61 ± 4,37	0,25
Largura do passo (cm)	6,07 ± 1,83	7,50 ± 3,08	0,56
Comprimento passada (cm)	110,08 ± 12,16	111,37 ± 9,34	0,12
Apoio simples esquerdo (s)	0,43 ± 0,03	0,43 ± 0,03	0,00
Apoio simples direito (s)	0,42 ± 0,03	0,43 ± 0,02	0,39
Apoio duplo (s)	0,09 ± 0,02	0,10 ± 0,02	0,50
Cadência (passos/min)	119,80 ± 8,93	114,25 ± 7,37	0,68

Tabela 3. Comparação dos parâmetros espaço temporais da marcha entre crianças eutróficas (CE) e obesas (CO) na velocidade lenta.

	CE	CO	<i>d de Cohen</i>
Velocidade (m/s)	0,88 ± 0,09	0,91 ± 0,09	0,33
Passo esquerdo (cm)	51,35 ± 3,17	51,08 ± 3,06	0,09
Passo direito (cm)	51,19 ± 2,61	49,37 ± 3,04	0,64
Largura do passo (cm)	5,72 ± 3,78	7,68 ± 3,55	0,53
Comprimento passada (cm)	103,06 ± 5,48	100,62 ± 6,00	0,42
Apoio simples esquerdo (s)	0,49 ± 0,04	0,44 ± 0,02	1,58 [†]
Apoio simples direito (s)	0,46 ± 0,03	0,46 ± 0,04	0,00
Apoio duplo (s)	0,12 ± 0,03	0,11 ± 0,01	0,45
Cadência (passos/min)	102,20 ± 8,14	107,75 ± 6,80	0,74

Legenda: [†] indica grande tamanho de efeito.

Tabela 4. Comparação dos parâmetros espaço temporais da marcha entre crianças eutróficas (CE) e obesas (CO) na velocidade rápida.

	CE	CO	<i>d de Cohen</i>
Velocidade (m/s)	1,60 ± 0,28	1,52 ± 0,13	0,37
Passo esquerdo (cm)	61,92 ± 3,63	64,32 ± 4,82	0,56
Passo direito (cm)	61,96 ± 7,25	61,38 ± 6,38	0,08
Largura do passo (cm)	5,30 ± 0,89	*8,79 ± 3,19	1,49 [†]
Comprimento passada (cm)	123,64 ± 10,53	125,71 ± 10,80	0,19
Apoio simples esquerdo (s)	0,35 ± 0,03	0,37 ± 0,02	0,78
Apoio simples direito (s)	0,35 ± 0,02	0,37 ± 0,01	1,26 [†]
Apoio duplo (s)	0,06 ± 0,01	0,05 ± 0,01	1,00 [†]
Cadência (passos/min)	147,60 ± 12,18	142,75 ± 0,96	0,56

Legenda: * indica maior média com valor significativo para $p \leq 0,05$; [†] indica grande tamanho de efeito.

Discussão

O presente estudo comparou as características espaço temporais da marcha entre crianças obesas e eutróficas em três diferentes velocidades: autosselecionada, rápida e lenta. Foi encontrada apenas diferença na largura do passo na caminhada de velocidade rápida para as crianças obesas em relação às crianças eutróficas.

Os resultados apontaram que não houve diferença na velocidade dos dois grupos. Talvez esse seja o resultado mais importante do nosso estudo, porque era esperado que a velocidade das crianças obesas fosse menor do que a das eutróficas. Porém, a literatura também aponta que não há diferenças na velocidade dos diferentes grupos^{5, 8, 10}. Em consequência disso, as demais variáveis dependentes da velocidade (cadência, comprimento de passo/passada)¹⁸ não apresentaram diferenças. Trabalhos anteriores^{4, 10, 13} não encontraram diferenças entre faixas etárias (entre 8 e 10 anos) para velocidade e comprimento de passo. Com isso, pode ser que a característica da caminhada de crianças na faixa etária do presente estudo não propicie diferenças nos parâmetros espaço temporais da marcha, mesmo com as diferenças antropométricas entre os grupos. Durante as caminhadas lenta e rápida, os grandes tamanhos de efeito encontrados na fase de apoio da marcha reforçam que as crianças obesas apresentam um padrão distinto nos tempos de apoio simples^{8, 10, 13, 14} e duplo^{8-10, 14}. Morrison et al.¹⁴ propõem que crianças obesas apresentam maior instabilidade da caminhada decorrentes de sua maior massa corporal e, com isso, apresentam um tempo de apoio diferenciado.

Ainda sobre o efeito da velocidade da marcha nos resultados encontrados, é importante ressaltar que a mesma apresenta relação com as variáveis antropométricas. Relações diretas entre a velocidade e o comprimento de membro inferior de crianças já foram identificadas¹⁹. Adicionalmente, a análise da velocidade de crianças geralmente é feita após sua normalização pela estatura ou comprimento do membro inferior^{20, 21}. Em trabalhos com adolescentes, o IMC pode ser fortemente predito por modelos de regressão a partir de parâmetros espaço temporais (velocidade e duração do apoio

duplo)¹². Assim, a literatura alerta para a importância da antropometria na determinação da velocidade que, por sua vez, também interfere nos demais parâmetros da marcha. Portanto, como os grupos apresentaram diferenças apenas para massa e IMC, acreditamos que nossos resultados são consequência direta destes parâmetros.

A diferença na largura do passo encontrada entre os grupos corrobora com o resultado de D'Hondt et al.¹⁰, que encontraram diferenças significativas também apenas nessa variável. Gouveia, Ogata¹ afirmam que crianças obesas apresentam base de suporte dinâmico acima do valor normal e isto pode estar relacionado aos resultados encontrados no nosso estudo. Isso representa uma estratégia na busca de estabilidade²², uma vez que as crianças obesas aparentam ser mais instáveis⁸. As medidas antropométricas também podem justificar o resultado, uma vez que crianças obesas possuem maior perímetro do quadril do que crianças eutróficas²³ e, por isso, possivelmente caminham com passos mais largos. A explicação de esta diferença ter acontecido apenas para a velocidade rápida de caminhada pode ser a dificuldade que obesos apresentam para desempenhar tarefas com maior desafio de controle motor⁸. O protocolo adotado no presente estudo já foi realizado semelhantemente em estudos prévios, objetivando visualizar as adaptações durante o caminhar em velocidade não preferida^{8, 9}.

O presente estudo apresentou limitações quanto ao número de crianças. Em função do reduzido grupo de estudo, possivelmente a estatística tenha rejeitado diferenças significativas nos parâmetros estudados. Adicionalmente outra limitação do estudo foi a falta de controle do nível de desenvolvimento motor, que pode ser um fator interveniente nas habilidades motoras⁶. O número desigual de crianças de cada sexo em cada grupo também pode limitar a explicação dos nossos resultados, já que a literatura⁵ destaca este fator ao analisar a marcha de crianças. Para futuros estudos, sugere-se que os dados sejam normalizados pelas medidas antropométricas antes de realizar comparações entre grupos. Salientamos, ainda assim, que tais comparações não necessariamente eliminam o efeito sobre a velocidade da marcha¹⁹, ocasionando resultados similares aos encontrados em

nosso estudo. Outras possibilidades são analisar demais parâmetros da marcha como a estabilidade, forças de reação do solo, pressão plantar, ângulos das articulações, ativações musculares e momentos articulares, na tentativa de aprofundar o conhecimento relacionado à caminhada de crianças obesas.

Conclusão

As crianças obesas apresentaram maior largura de passo na velocidade rápida do que as crianças eutróficas, com tempos de apoio distintos nas velocidades lenta e rápida de caminhada. Isto pode alertar para uma maior dificuldade de crianças obesas em manterem seu padrão de caminhada em maiores velocidades. Entretanto, a igualdade observada na velocidade da marcha entre grupos implicou na ausência de diferenças nos demais parâmetros. Nossos resultados não podem ser generalizados e devem ser atribuídos apenas para as crianças do presente estudo. Por fim, uma amostra de 11 crianças em cada grupo é suficiente para realizar estudos futuros representativos.

Referências

1. Gouveia HdO, Ogata G. Análise cinemática quantitativa da marcha em crianças obesas com idade de 6 à 8 anos. *Revista Científica do Unisalesiano*. 2010;1:1-11.
2. IBGE. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: Antropometria e estado nutricional de crianças, adolescentes e adultos no Brasil. Rio de Janeiro 2010.
3. Filippin N, *et al*. Efeitos da obesidade na distribuição de pressão plantar em crianças. *Brazilian Journal of Physical Therapy*. 2007;11:495-501.
4. de David AC, Ávila AOV. Variáveis espaço-temporais durante o andar em crianças. *Kinesis*. 2000(22):69-80.
5. Kleiner AFR, *et al*. Parâmetros espaço-temporais do andar em crianças obesas e com peso normal de acordo com o sexo. *Revista Brasileira de Crescimento e Desenvolvimento Humano*. 2004;14(3):29-36.
6. Poeta LS, *et al*. Desenvolvimento motor de crianças obesas. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*. 2011;18(4):18-25.
7. Lemos LFC, *et al*. Obesidade infantil e suas relações com o equilíbrio corporal. *Acta fisiátrica*. 2009;16(3):138-41.
8. McGraw B, *et al*. Gait and postural stability in obese and nonobese prepubertal boys. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2000;81(4):484-9.
9. Hills AP, Parker AW. Gait characteristics of obese children. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 1991;72(6):403-7.
10. D'Hondt E, *et al*. The role of vision in obese and normal-weight children's gait control. *Gait & Posture*. 2011;33(2):179-84.
11. Lai PPK, *et al*. Three-dimensional gait analysis of obese adults. *Clinical Biomechanics*. 2008;23, Supplement 1(0):S2-S6.
12. Dufek JS, *et al*. Effects of overweight and obesity on walking characteristics in adolescents. *Human Movement Science*. 2012;31(4):897-906.
13. Nantel J, *et al*. Locomotor strategies in obese and non-obese children. *Obesity*. 2006;14(10):1789-94.
14. Morrison SC, *et al*. The influence of body mass on the temporal parameters of peripubescent gait. *Gait & Posture*. 2008;27(4):719-21.
15. Cole TJ, *et al*. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ*. 2000;320:1-6.
16. Lopes LFD, *et al*. Caderno Didático: Estatística Geral. 3ª Edição ed. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria; 2008.
17. Sullivan GM, Feinn R. Using Effect Size—or Why the P Value Is Not Enough. *Journal of Graduate Medical Education*. 2012;4(3):279-82.
18. Hamill J, Knutzen KM. Bases biomecânicas do movimento humano. 3ª edição ed. Barueri: Manole; 2012.
19. Dixon PC, *et al*. The use of regression and normalisation for the comparison of spatio-temporal gait data in children. *Gait & Posture*. 2014;40(4):521-5.
20. Schwartz MH, *et al*. The effect of walking speed on the gait of typically developing children. *Journal of Biomechanics*. 2008;41(8):1639-50.
21. Stansfield BW, *et al*. Regression analysis of gait parameters with speed in normal children walking at self-selected speeds. *Gait & Posture*. 2006;23(3):288-94.
22. Rosenblatt NJ, Grabiner MD. Measures of frontal plane stability during treadmill and overground walking. *Gait & Posture*. 2010;31(3):380-4.
23. Giugliano R, Melo ALP. Diagnóstico de sobrepeso e obesidade em escolares: utilização do índice de massa corporal segundo padrão internacional. *Jornal de Pediatria*. 2004;80:129-34.