

VARIÁVEIS ESPAÇO-TEMPORAIS DO ANDAR EM VELOCIDADE LENTA, LIVRE E RÁPIDA EM CRIANÇAS DE 3 A 8 ANOS

SPACE-TEMPORAL VARIABLES OF WALKING IN CHILDREN FROM 3 TO 8 YEARS AT SLOW, FREE AND FAST SPEED

Cláudia Regina Esteves Mariano*
Ana Cristina de David**

RESUMO

O objetivo deste estudo foi descrever e verificar diferenças nas variáveis espaçotemporais no andar em velocidade lenta, livre e rápida, entre crianças das faixas etárias de 3 a 4, 5 a 6 e 7 a 8 anos. A amostra foi composta de 33 crianças saudáveis. Os dados foram normalizados pelo método não dimensional (Hof, 1996). Não foram encontradas diferenças significativas entre as faixas etárias no andar lento, livre ou rápido, quando consideradas as velocidades normalizadas. Houve diferença na cadência absoluta entre os grupos de 3 a 4 e 7 a 8 anos no andar livre. O comprimento do passo relativo não apresentou diferença significativa entre os grupos, demonstrando que crianças nessas faixas etárias preferem um aumento na cadência para aumentar a velocidade. Os valores temporais relativos mostram diferenças entre os grupos etários, sendo utilizada a mesma estratégia para o aumento da velocidade: diminuição do tempo de apoio duplo, aumento do tempo de apoio simples e aumento do tempo de balanço.

Palavras-chave: Andar. Velocidade. Criança.

INTRODUÇÃO

A marcha humana faz parte do repertório das habilidades motoras fundamentais do indivíduo e o andar em velocidade normal (livre ou autosselecionada) é um dos movimentos mais estudados. Sabe-se que a velocidade da marcha influencia os ângulos articulares, a força de reação do solo, os momentos articulares e a potência, bem como os parâmetros espaçotemporais, (SCHWARTZ et al., 2008; DIOP et al., 2005; STANSFIELD et al., 2003; STANSFIELD et al., 2001; MURRAY et al., 1984). Grande parte das investigações sobre o efeito da velocidade na marcha foi realizada com adultos (KANG; DINGWELL, 2008; HANLON; ANDERSON, 2006; JORDAN, 2007; ENGLAND; GRANATA, 2007; SEGERS et al., 2006), sendo escassos na literatura estudos que descrevam o comportamento da marcha em diferentes velocidades em crianças, principalmente

entre os 3 e 4 anos de idade. Esses dados seriam importantes para o estudo do desenvolvimento motor e para comparação com crianças com patologias na marcha, pois é comum observar uma grande variação de velocidades nessa população (PIRPIRIS et al., 2003; VAN DER LINDEN et al., 2002). Para comparar características da marcha patológica com a marcha normal, estas devem ser derivadas da mesma velocidade, pois assim torna-se possível diferenciar efeitos causados pela velocidade ou pela desordem já existente. Um dos meios para se controlar de forma precisa a velocidade é a utilização de esteiras, porém se sabe que essa estratégia influencia a mecânica da marcha (BERTRAM; RUINA, 2001), podendo também não ser adequada em muitas aplicações clínicas, como na paralisia cerebral, em que o equilíbrio e o controle motor estão significativamente comprometidos, ou mesmo, no estudo com

* Mestre em Educação Física pela Universidade de Brasília.

** Professora Doutora da Faculdade de Educação Física da Universidade de Brasília.

crianças menores, que ainda não adquiriram equilíbrio suficiente para essa tarefa.

O padrão do andar de crianças difere do padrão adulto até por volta dos quatro anos de idade, quando ocorre a maturação da marcha (SUTHERLAND, 1997). A idade de três a cinco anos é ainda pouco pesquisada na marcha infantil, tanto nos parâmetros cinemáticos como nos cinéticos. Um dos estudos mais importantes realizados por Sutherland et al. (1988) mostrou que a cinemática angular é semelhante no andar em velocidade livre quando as crianças são agrupadas por idade; no entanto, as variáveis espaçotemporais e forças de reação do solo mostram evidências de maturação até por volta de cinco anos de idade.

Parte da variabilidade encontrada nas variáveis da marcha muitas vezes se deve às diferenças nas dimensões físicas dos indivíduos, como estatura e massa corporal (HOF, 1996; SUTHERLAND, 1996). Esse fato é especialmente importante no estudo da marcha em populações que possuem grandes variações no crescimento, como é o caso de crianças. Para minimizar essa variabilidade, relacionada à morfologia, é possível normalizar parâmetros da marcha em quantidades adimensionais (STANSFIELD et al., 2003; HOF, 1996). Essa é uma das maneiras de se verificar se as diferenças na marcha em crianças menores são devidas ao crescimento ou à maturação. Em face disto, o objetivo deste estudo foi descrever e verificar se há diferenças nas variáveis espaçotemporais durante o andar lento, livre e rápido em crianças de 3 a 8 anos de idade, considerando-se variáveis absolutas e normalizadas.

MÉTODOS

A amostra deste estudo constituiu-se de 33 crianças de 3 a 8 anos de idade, de ambos os gêneros, sem distúrbios aparentes do sistema locomotor, distribuídas nas seguintes faixas etárias: 3 a 4 (n=12), 5 a 6 (n=10) e 7 a 8 (n=11) anos. Esta pesquisa contou com a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa local sob o registro 54/2007. Os pais e/ou responsáveis pelas crianças receberam informações sobre o objetivo

e o procedimento do estudo e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido.

Aquisição dos dados

Durante a realização do protocolo de coleta as crianças eram instruídas a andar em linha reta, em um espaço de aproximadamente 10 metros, primeiramente em velocidade livre (ou autosselecionada), em seguida em velocidade lenta (sendo mencionado que seria em velocidade inferior à executada anteriormente) e, por fim, em velocidade rápida. Para cada velocidade eram obtidas, no mínimo, três repetições válidas. Não foi realizada nenhuma tentativa de controlar o comprimento do passo ou a cadência dos sujeitos, pois isso já foi descrito como fator de alteração da marcha (DAVID, 2000). As crianças vestiam roupa de banho e estavam descalças, e duas marcas reflexivas foram posicionadas nos calcâneos direito e esquerdo, na linha média posterior, bilateralmente.

Para registro das imagens foram utilizadas duas câmeras de vídeo com taxa de aquisição de 60 Hz, posicionadas a cerca de cinco metros do sujeito, com ângulo mínimo de convergência entre elas, conforme os procedimentos estabelecidos para a reconstrução tridimensional dos movimentos de acordo com o método DLT (*Direct Linear Transformation*), utilizando-se o *Sistema Peak Performance Inc. (DENVER, USA.)*. Após a digitalização dos pontos as coordenadas transformadas foram filtradas com o filtro digital *Butterworth* (4ª ordem), numa frequência de corte de 7 Hz. Para a análise dos dados, foi selecionada uma tentativa para cada criança das três processadas, para cada velocidade. Utilizou-se a tentativa que continha o valor mediano da velocidade absoluta das três tentativas, uma vez que dessa forma os valores extremos são desconsiderados.

As variáveis analisadas no presente estudo foram comprimento do passo, cadência, velocidade, tempo de apoio simples, tempo de apoio duplo e tempo de balanço, descritos a partir de valores absolutos e normalizados.

Normalização das variáveis espaçotemporais

As variáveis espaçotemporais foram normalizadas pelo comprimento do membro inferior (distância entre o trocânter maior do

fêmur até o solo) de acordo com o método não dimensional proposto por Hof (1996):

$$\text{Velocidade Normalizada} = \text{velocidade} \times \frac{1}{\sqrt{(\text{CMI} \times g)}}$$

$$\text{Comprimento do Passo Normalizado} = \text{Comprimento do Passo} \times \frac{1}{\text{CMI}}$$

$$\text{Cadência Normalizada} = \text{Cadência} \times \sqrt{\frac{\text{CMI}}{g}}$$

onde:

CMI = comprimento do membro inferior (m)

aceleração da gravidade (g) = $9,81 \text{ m/s}^2$.

Análise dos dados

Na análise da distribuição dos valores da amostra foi utilizado o teste de *Shapiro Wilk*,

Tabela 1 - Características dos sujeitos (média \pm dp).

Faixa etária	n	Idade (anos)	Estatuta (m)	Membro inferior (m)	Massa (kg)
3-4 anos	12	$3,80 \pm 0,48^a$	$1,05 \pm 0,08^b$	$0,48 \pm 0,05^c$	$17,67 \pm 3,34^d$
5-6 anos	10	$5,94 \pm 0,72^a$	$1,17 \pm 0,06^b$	$0,58 \pm 0,05^c$	$21,36 \pm 3,88^d$
7-8 anos	11	$7,80 \pm 0,45^a$	$1,28 \pm 0,06^b$	$0,66 \pm 0,04^c$	$28,59 \pm 4,64^d$

^{a, b, c, d} diferença estatisticamente significativa ($P < 0,000$) entre todas as faixas etárias.

A Tabela 2 apresenta os valores médios para a velocidade absoluta, para cada um dos grupos, quando solicitado que o sujeito andasse lento, livre e rápido. Foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre os grupos 3 a 4 e 7 a 8 anos, apenas nas velocidades lenta e livre. Apesar de haver uma tendência ao aumento da velocidade com o aumento da idade, as diferenças não foram significativas entre os grupos na velocidade rápida.

Tabela 2 - Velocidade absoluta (m/s) por grupo (média \pm dp).

Faixa etária	n	Lenta (m/s)	Livre (m/s)	Rápida (m/s)
3-4 anos	12	$0,62 \pm 0,12^a$	$0,89 \pm 0,13^b$	$1,22 \pm 0,17$
5-6 anos	10	$0,75 \pm 0,13$	$0,98 \pm 0,14$	$1,29 \pm 0,11$
7-8 anos	11	$0,78 \pm 0,14^a$	$1,02 \pm 0,09^b$	$1,44 \pm 0,18$

^a diferença estatisticamente significativa ($P=0,020$)

^b diferença estatisticamente significativa ($P=0,032$)

Quando as velocidades de cada sujeito foram normalizadas (Tabela 3) pelo comprimento do membro inferior e pela aceleração da gravidade, não foi encontrada

para verificar se os valores apresentavam distribuição normal. Para comparar os valores dos parâmetros espacotemporais entre os grupos de diferentes faixas etárias, no andar lento, livre e rápido, foi utilizado o teste paramétrico ANOVA *one-way* com teste *post hoc* de *Tukey*. O nível de significância adotado foi $P < 0,05$. Para a realização dos testes estatísticos utilizou-se o *software* SPSS versão 13.0 (Chicago, IL, EUA).

RESULTADOS

Na Tabela 1 são apresentados os dados de idade, estatura, comprimento do membro inferior e massa dos sujeitos, agrupados por faixa etária.

diferença significativa entre as faixas etárias nas velocidades lenta, livre ou rápida.

Tabela 3 - Velocidade normalizada por grupo (média \pm dp).

Faixa etária	n	Lenta	Livre	Rápida
3 a 4 anos	12	$0,29 \pm 0,07$	$0,41 \pm 0,07$	$0,56 \pm 0,07$
5 a 6 anos	10	$0,32 \pm 0,06$	$0,41 \pm 0,07$	$0,54 \pm 0,05$
7 a 8 anos	11	$0,31 \pm 0,05$	$0,40 \pm 0,04$	$0,57 \pm 0,08$

Não há diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($P > 0,05$)

Quando analisados os valores de cadência (Tabela 4), foram encontradas diferenças significativas entre os grupos de 3 a 4 e 7 a 8 anos de idade, nos valores absolutos, somente quando considerada a velocidade livre. Quando a cadência foi normalizada, encontraram-se diferenças significativas entre o grupo de 3 a 4 anos e o grupo de 7 a 8 anos, na velocidade lenta, e entre o grupo de 3 a 4 anos e os grupos 5 a 6 e 7 a 8 anos, na velocidade livre. Na velocidade rápida também foram encontradas diferenças significativas entre esses mesmos grupos, para os valores de cadência normalizada.

Tabela 4 - Cadência absoluta (passos/min.) e cadência normalizada por grupo (média \pm dp)

Faixa etária	n	Lenta		Livre		Rápida	
		Cadência abs	Cadência norm	Cadência abs	Cadência norm	Cadência abs	Cadência norm
3-4 anos	12	115,42 \pm 20,24	53,41 ^a \pm 1,12	133,20 ^b \pm 13,75	61,52 ^c \pm 8,41	160,96 \pm 10,57	74,11 ^d \pm 5,85
5-6 anos	10	114,94 \pm 12,52	48,40 \pm 6,89	127,50 \pm 10,11	53,62 ^c \pm 5,86	151,06 \pm 11,76	63,48 ^d \pm 6,46
7-8 anos	11	108,09 \pm 8,50	42,64 ^a \pm 3,62	120,61 ^b \pm 9,06	47,61 ^c \pm 4,39	150,14 \pm 21,15	59,30 ^d \pm 9,17

^a diferença estatisticamente significativa (P=0,010).

^b diferença estatisticamente significativa (P=0,036).

^c diferença estatisticamente significativa entre os grupos 3-4 e 5-6 anos (P=0,029) e entre 3-4 e 7-8 anos (P<0,00).

^d diferença estatisticamente significativa entre os grupos 3-4 e 5-6 anos (P=0,008) e entre 3-4 e 7-8 anos (P<0,00).

Os valores de cadência tendem a aumentar com o aumento da velocidade, para todos os grupos. Pode-se perceber, também, que há uma tendência de diminuição da cadência com o aumento da idade, tanto para a cadência normalizada como para a cadência absoluta.

Quanto ao comprimento do passo (Tabela 5), foram encontradas diferenças significativas entre as faixas etárias, tanto na velocidade lenta como nas velocidades livre e rápida, quando considerados os valores absolutos.

Tabela 5 - Comprimento do passo absoluto(m) e normalizado por grupo (média \pm dp).

Faixa etária	n	Lenta		Livre		Rápida	
		Passo (m)	Passo norm	Passo (m)	Passo norm	Passo (m)	Passo norm
3-4 anos	12	0,33 ^a \pm 0,05	0,69 \pm 0,16	0,40 ^b \pm 0,04	0,83 \pm 0,11	0,46 ^c \pm 0,06	0,96 \pm 0,12
5-6 anos	10	0,40 ^a \pm 0,04	0,69 \pm 0,09	0,47 ^b \pm 0,05	0,81 \pm 0,12	0,51 ^c \pm 0,02	0,88 \pm 0,08
7-8 anos	11	0,44 ^a \pm 0,06	0,67 \pm 0,10	0,52 ^b \pm 0,05	0,80 \pm 0,10	0,59 ^c \pm 0,06	0,89 \pm 0,10

^a diferença estatisticamente significativa entre os grupos 3-4 e 5-6 anos (P=0,014) e entre 3-4 e 7-8 anos (P<0,00).

^b diferença estatisticamente significativa entre os grupos 3-4 e 5-6 anos (P=0,010), 3-4 e 7-8 anos (P<0,00) e entre 5-6 e 7-8 anos (P=0,029).

^c diferença estatisticamente significativa entre os grupos 7-8 anos e 3-4 (P<0,00) e entre 7-8 anos e 5-6 anos (P<0,004).

Quando considerados os valores absolutos de tempo de apoio simples (Tabela 6) foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos 3 a 4 anos e 7 a 8 anos

tanto na velocidade lenta como na velocidade livre; e na velocidade rápida ocorreram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos 3 a 4 e 5 a 6 anos e entre os de 3 a 4 e 7 a 8 anos.

Tabela 6 - Tempo de apoio simples absoluto (s) e relativo por grupo (média \pm dp).

Faixa etária	n	Lenta		Livre		Rápida	
		Apoio simples (s)	Apoio simples relativo	Apoio simples (s)	Apoio simples relativo	Apoio simples (s)	Apoio simples relativo
3-4 anos	12	0,34 \pm 0,05 ^a	32,33 \pm 2,30 ^d	0,32 \pm 0,03 ^b	34,90 \pm 1,40 ^e	0,27 \pm 0,02 ^c	36,74 \pm 2,34 ^f
5-6 anos	10	0,37 \pm 0,04	35,18 \pm 2,75 ^d	0,35 \pm 0,02	36,88 \pm 1,92 ^e	0,31 \pm 0,02 ^c	38,59 \pm 1,64
7-8 anos	11	0,40 \pm 0,04 ^a	35,56 \pm 2,49 ^d	0,37 \pm 0,03 ^b	36,95 \pm 1,69 ^e	0,32 \pm 0,04 ^c	39,23 \pm 1,79 ^f

^a diferença estatisticamente significativa (P=0,036).

^b diferença estatisticamente significativa (P=0,000).

^c diferença estatisticamente significativa entre os grupos 3-4 e 5-6 anos (P=0,045) e entre 3-4 e 7-8 anos (P=0,004).

^d diferença estatisticamente significativa entre os grupos 3-4 e 5-6 anos (P=0,042) e entre 3-4 e 7-8 anos (P=0,013).

^e diferença estatisticamente significativa entre os grupos 3-4 e 5-6 anos (P=0,033) e entre 3-4 e 7-8 anos (P=0,019).

^f diferença estatisticamente significativa (P=0,015).

Quando considerados os valores relativos de tempo de apoio simples (Tabela 6) foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre os grupos 3 a 4 e 5 a 6 anos e

entre os de 3 a 4 e 7 a 8 anos, para as velocidades lenta e livre; já na velocidade rápida houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos 3 a 4 e 7 a 8 anos.

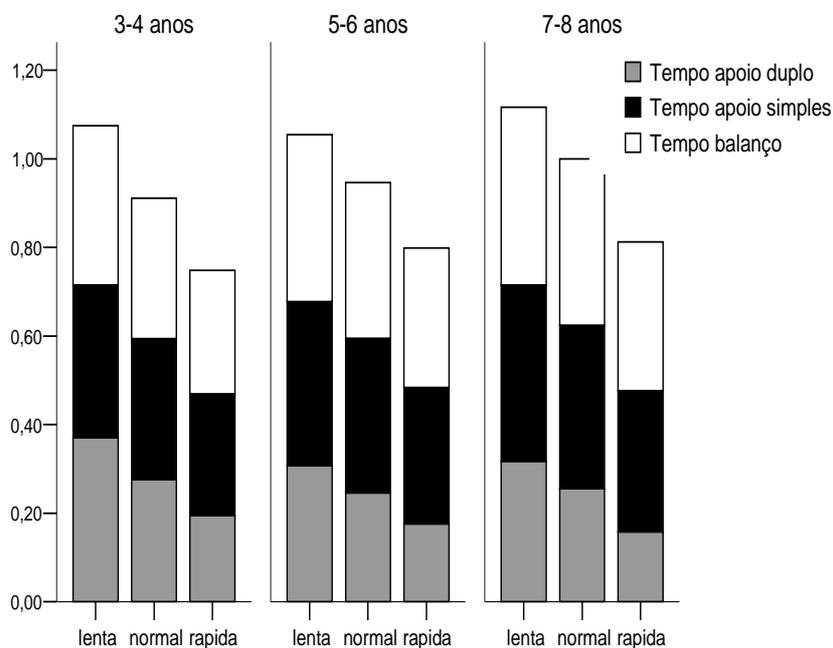


Gráfico 1 - Valores absolutos para o tempo de apoio duplo, apoio simples e tempo de balanço.

Quando considerados os valores absolutos (Gráfico 1) do tempo de apoio duplo, foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos 3 a 4 anos e 7 a 8 anos na velocidade rápida. Quanto ao tempo

de balanço, foram encontradas diferenças significativas entre os grupos 3 a 4 e 5 a 6 anos e entre os 3 a 4 e 7 a 8 anos, para as velocidades livre e rápida.

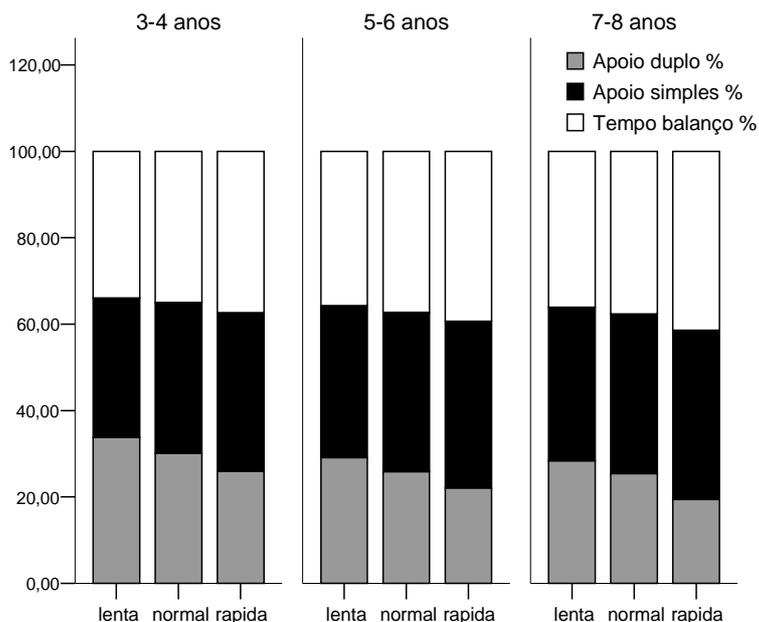


Gráfico 2 - Valores para o tempo de apoio duplo, apoio simples e tempo de balanço, relativos ao tempo total do ciclo (100%).

Quando considerados os valores relativos do apoio duplo (Gráfico 2) foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos 3 a 4 e 5 a 6 anos e entre 3 a 4 e 7 a 8 anos, para todas as velocidades. Além disso, houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos 5 a 6 anos e 7 a 8 anos na velocidade rápida. Quando considerados os valores relativos do tempo de balanço foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos 3 a 4 e 5 a 6 anos, entre 3 a 4 e 7 a 8 anos e entre 5 a 6 e 7 a 8 anos somente para a velocidade rápida.

DISCUSSÃO

Os valores para as velocidades livres absolutas do presente estudo foram semelhantes aos do estudo de Chester et al., (2006), inclusive quanto à diferença encontrada entre as faixas etárias de 3 a 4 e 7 a 8 anos. Por outro lado, os estudos de Stansfield et al. (2003) e Van der Linden et al., (2002) com crianças nas mesmas faixas etárias relatam velocidades livres e velocidades lentas absolutas maiores. Nossos resultados foram comparados com estudos de outros autores que também investigaram a influência de diferentes velocidades nos parâmetros biomecânicos da marcha em crianças (STANSFIELD et al., 2001; SCHWARTZ et al., 2008; VAN DER LINDEN et al., 2002).

Após a normalização das velocidades desapareceram as diferenças encontradas nos valores absolutos tanto para a velocidade livre como para a lenta e a rápida. Tal fato indica que tais diferenças devem ter como causa a variação de tamanho entre os sujeitos. Stansfield et al. (2001) mostraram que alterações nos parâmetros da marcha em crianças de 5 a 12 anos, quando técnicas adimensionais de normalização foram utilizadas para análise, foram predominantemente determinadas pela velocidade de progressão, e não pela idade. A relação não significativa da idade com a velocidade normalizada, segundo os autores, mostrou que a utilização dos dados agrupados é adequada para essas crianças. Neste contexto, levando-se em conta os parâmetros espaçotemporais, considera-se razoável que, quando adotado o mesmo procedimento de

normalização, os sujeitos possam ser agrupados em uma faixa etária mais ampla.

Um fator que influi na comparação desses dados é que, apesar de a literatura (HOF, 1996; SUTHERLAND, 1996) indicar que o comprimento do membro inferior é mais adequado para normalização das variáveis da marcha, vários estudos têm utilizado a estatura (STANSFIELD et al., 2001; VAN DER LINDEN et al., 2002; DUSING; THORPE, 2007), o que dificulta a comparação entre os estudos. A utilização da estatura se deve, provavelmente, à facilidade de se obter tal medida, quando comparada com o comprimento dos membros inferiores.

Sabe-se que, para aumentar ou diminuir a velocidade de deslocamento, podem-se utilizar duas estratégias: mudança na cadência e/ou mudança no comprimento do passo. Os valores para cadência absoluta do presente estudo foram inferiores aos do estudo de Chester et al. (2006), que verificou diferenças entre as faixas etárias de 3 a 4, 5 a 6 e 7 a 8 anos com a utilização da velocidade autosselecionada. No presente estudo, verificou-se diferença estatisticamente significativa na cadência absoluta em velocidade livre entre 3 a 4 anos e 7 a 8 anos. No estudo de Van der Linden et al. (2002) a cadência absoluta em velocidade autosselecionada é semelhante à encontrada no presente estudo para o grupo de 7 a 8 anos. Stansfield et al. (2001) obtiveram para a cadência valores maiores do que os presentes dados para a velocidade livre, contudo, menores que os de velocidade rápida.

Os valores para a cadência normalizada pela estatura em velocidade autosselecionada (DUSING; THORPE, 2007) foram próximos aos valores de cadência normalizada pelo comprimento do membro inferior, na velocidade livre do presente estudo, quando foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre todos os grupos para essa velocidade.

O fato de o comprimento do passo ter mostrado diferença significativa entre todas as idades pode indicar que o aumento no comprimento do passo é a estratégia preferida pelas crianças, nessas faixas etárias, para aumentar a velocidade do movimento. Esse parâmetro também parece ser o mais afetado por diferenças no tamanho das crianças, como já demonstrado em

estudo anterior (SCHWARTZ et al., 2008), no qual o comprimento do passo *versus* a cadência, juntamente com a velocidade, indicou que o padrão da relação entre essas três variáveis tem escala uniforme, sugerindo que esses parâmetros mantêm um mesmo comportamento de variação, mesmo acima e abaixo da velocidade livre. Essa afirmação é reforçada quando se observam os valores do comprimento do passo normalizados pelo comprimento do membro inferior, pois essa variável não apresentou diferença significativa entre os grupos para nenhuma das velocidades - lenta, livre ou rápida. Os valores encontrados por Van der Linden et al. (2002) para o comprimento do passo absoluto, em velocidade livre, concordam com os valores do presente estudo.

A redução dos valores absolutos do tempo do ciclo, o tempo de apoio simples e o tempo de duplo apoio com o aumento da velocidade são relatados em outros estudos, concordando com nossos resultados (STANSFIELD et al., 2001; SCHWARTZ et al., 2008; VAN DER LINDEN et al., 2002). Quando verificado o comportamento desses mesmos parâmetros temporais relativos ao tempo total do ciclo, nota-se que, para a mudança na velocidade, todos os grupos, de diferentes faixas etárias, utilizam a mesma estratégia: diminuição do tempo de apoio duplo, aumento do tempo de apoio simples e aumento do tempo de balanço. Essa tendência neste estudo é mais fortemente percebida para o grupo de 7 a 8 anos, provavelmente pela maior capacidade de equilíbrio necessária para o aumento do tempo de apoio simples.

O estudo de Murray (1984) também encontrou, para mulheres adultas, diferenças relacionadas à velocidade rápida nas dimensões do ciclo e nos componentes temporais mensurados; no entanto, não temos

conhecimentos de outros estudos realizados com crianças para compararmos nossos dados na velocidade rápida.

CONCLUSÕES

Não foram observadas diferenças entre as faixas etárias nas velocidades lenta, livre ou rápida quando as velocidades de cada sujeito foram normalizadas pelo comprimento do membro inferior e pela aceleração da gravidade. Tal fato indica que as diferenças observadas na velocidade absoluta foram devidas, provavelmente, às diferenças de tamanho entre os sujeitos. Verificou-se que o aumento no comprimento do passo é a estratégia preferida pelas crianças, nessas faixas etárias, para aumentar a velocidade do movimento. Os valores do comprimento do passo normalizados pelo comprimento do membro inferior não apresentaram diferenças significativas entre os grupos, para nenhuma das velocidades. Quando verificado o comportamento dos parâmetros temporais relativos ao tempo total do ciclo, nota-se que, para aumento na velocidade, todos os grupos, de diferentes faixas etárias, utilizam a mesma estratégia: diminuição do tempo de apoio duplo, aumento do tempo de apoio simples e aumento do tempo de balanço.

Não foi possível comparar os dados referentes à velocidade rápida com outros estudos em crianças, o que reforça a importância dos dados apresentados nesse estudo, uma vez que, tanto em reabilitação, como em programas de desenvolvimento motor, procura-se aumentar o repertório motor das crianças para além do andar em velocidade livre.

SPACE-TEMPORAL VARIABLES OF WALKING IN CHILDREN FROM 3 TO 8 YEARS AT SLOW, FREE AND FAST SPEED

ABSTRACT

This study aimed to describe and to verify differences in space-temporal variables during walking at three different speeds (slow, free and fast) among three age groups of children. Thirty-three healthy children were distributed into the following groups: 3-4, 5-6 and 7-8 years. Space-temporal data were normalized by Hof's (1996) non-dimensional method. There was no difference between age groups at slow, fast or normal walking when considered normalized speed. There were differences between groups of 3-4 and 7-8 years of age at free walking for cadence. No significant differences were found between all age groups for slow, free and fast speed when considered absolute step length. It allows us to say that children from this age prefer to change cadence in order to increase speed. As for temporal parameters the same strategy was identified to increase speed for all age groups: higher single stance and balance time and lower double stance.

Keywords: Gait. Speed. Children.

REFERÊNCIAS

- BERTRAM, J. E. A.; RUINA, A. Multiple walking speed-frequency relations are predicted by constrained optimization. **Journal Theoretical Biology**, Oxford, v. 209, p. 445-453, 2001.
- CHESTER, V. L. et al. A comparison of kinetic gait parameters for 3-13 year olds. **Clinical Biomechanics**, Oxford, v. 21, p. 726-732, 2006.
- DAVID, A. C. **Aspectos biomecânicos do andar em crianças: cinemática e cinética**. 2000. 142 f. Tese (Doutorado em Educação Física)-Centro de Educação Física e Desportos, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2000.
- DIOP, M. et al. Influence of speed variation and age on ground reaction forces and stride parameters of children's normal gait. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 26, p. 682-687, 2005.
- DUSING, S. C.; THORPE, D. E. A normative sample of temporal and spatial gait parameters in children using GRATite electronic walkway. **Gait & Posture**, Oxford, v. 25, p.135-139, 2007.
- ENGLAND, S. A.; GRANATA, K. P. The influence of gait speed on local dynamic stability of walking. **Gait & Posture**, Oxford, v. 25, p. 172-178, 2007.
- HANLON, M.; ANDERSON, R. Prediction methods to account for the effect of gait speed on lower limb angular kinematics. **Gait & Posture**, Oxford, v. 24, p. 280-287, 2006.
- HOF, A. L. Scaling gait data to body size. **Gait & Posture**, Oxford, v. 4, p. 222-223, 1996.
- JORDAN, K. et al. Speed influences on the scaling behavior of gait cycle fluctuations during treadmill running. **Human Movement Science**, Oxford, v. 26, p. 87-102, 2007.
- KANG, H. G.; DINGWELL, J. B. Separating the effects of age and walking speed on gait variability. **Gait & Posture**, Oxford, v. 27, p. 572-577, 2008.
- MURRAY, M. P. et al. Kinematic and EMG patterns during slow, free, and fast walking. **Journal of Orthopaedic Research**, Philadelphia, v. 2, p. 272-280, 1984.
- PIRPIRIS, M. et al. Walking speed in children and young adults with neuromuscular disease: comparison between two assessment methods. **Journal of Pediatric Orthopaedics**, Philadelphia, v. 23, p. 302-302, 2003.
- SCHWARTZ, M. H. et al. The effect of walking speed on the gait of typically developing children. **Journal of Biomechanics**, New York, v. 41, p. 1639-1650, 2008.
- SEGRS, V. et al. Spatiotemporal characteristics of the walk-to-run and run-to-walk transition when gradually changing speed. **Gait & Posture**, Oxford, v. 24, p. 247-254, 2006.
- STANSFIELD, B. W. et al. Normalisation of gait data in children. **Gait & Posture**, Oxford, v. 17, p. 81-87, 2003.
- STANSFIELD, B. W. et al. Regression analysis of gait parameters with speed normal children walking at self-selected speeds. **Gait & Posture**, Oxford, v. 23, p. 288-294, 2006.
- STANSFIELD, B. W. et al. Sagittal joint kinematics, moments and powers are predominantly characterized by speed of progression not age in normal children. **Journal of Pediatric Orthopaedics**, Philadelphia, v. 21, p. 403-411, 2001.
- SUTHERLAND, D. H. Dimensionless gait measurement and gait maturity - Editorial. **Gait & Posture**, Oxford, v. 4, p. 209-211, 1996.
- SUTHERLAND, D. H. et al. **The development of mature walking**. Oxford: Mac Keith, 1988.
- SUTHERLAND, D. H. The development of mature gait. **Gait & Posture**, Oxford, v. 6, p. 163-170, 1997.
- VAN DER LINDEN, M. L. et al. Kinematic and kinetic gait characteristics of normal children walking at a range of clinically relevant speeds. **Journal of Pediatric Orthopaedics**, Philadelphia, v. 22, p. 800-806, 2002.

Recebido em 21/09/09

Revisado em 19/05/10

Aceito em 21/06/10

Endereço para correspondência: Cláudia Regina Esteves Mariano. Faculdade de Educação Física, Universidade de Brasília. Campus Universitário Darcy Ribeiro, Asa Norte, CEP 70919-970, Brasília-DF, Brasil. E-mail: cresteves@gmail.com