

ANÁLISE DA MARCHA EM CRIANÇAS DE 5 A 10 ANOS DE IDADE

GAIT ANALYSIS IN CHILDREN FROM 5 TO 10 YEARS OLD

Eliane Fátima Manfio*
Ana Cristina de David**
Aluisio Otavio Vargas Avila***

RESUMO

O objetivo deste estudo foi descrever e verificar as diferenças nas variáveis cinemáticas e cinéticas da marcha em crianças de 5 a 10 anos, quando normalizadas pela massa corporal e estatura. Os dados da marcha de 28 crianças sem comprometimentos neuromusculoesqueléticos, divididos em três faixas etárias (5-6 anos, 7-8 anos e 9-10 anos), foram registrados utilizando-se o Sistema Peak Motus, composto por 4 câmeras e duas plataformas de força AMTI. Para verificar as diferenças entre os grupos foi utilizado a ANOVA one-way ($p < 0,05$). As variáveis espaçotemporais normalizadas não demonstraram diferenças significativas entre os grupos. As maiores diferenças para as variáveis espaçotemporais absolutas, ângulos e momentos articulares foram encontradas entre o grupo de crianças da faixa etária de 5 a 6 anos e os grupos de faixas etárias maiores. As diferenças para os momentos articulares, entre as faixas etárias, tendem a diminuir quando normalizados pela massa corporal e estatura, em comparação com os momentos normalizados apenas pela massa corporal.

Palavras-chave: Marcha. Criança. Biomecânica.

INTRODUÇÃO

Alguns estudos mostram que a marcha de crianças apresenta um padrão maduro entre 3 anos e meio e 4 anos de idade quando analisadas variáveis cinemáticas angulares e variáveis espaçotemporais normalizadas (SUTHERLAND et al., 1988; STOLZE et al., 1997; STANSFIELD et al., 2003), enquanto a análise dos momentos e da potência articulares demonstra que ocorrem alterações na marcha relacionadas a idades até acima de 7 anos, principalmente para a articulação do tornozelo (CUPP et al., 1999; HAUSDORFF et al., 1999; GANLEY; POWERS, 2005; CHESTER et al., 2006). Esses estudos destacam a importância de dados de referência da marcha normal de acordo com as faixas etárias para auxiliar no diagnóstico e tratamento da marcha patológica em crianças.

Cupp et al. (1999), investigando variáveis cinéticas da marcha infantil, verificaram diferenças para os momentos articulares no quadril, joelho e tornozelo e para a potência no joelho e no tornozelo em crianças de 4 a 10 anos de idade quando comparadas com adultos. As diferenças

foram mais significativas para o grupo de 4 a 5 anos do que para os demais grupos (6 a 7 anos e 8 a 10 anos). Ganley; Powers (2005) encontraram diferenças entre crianças de 7 anos de idade e adultos somente para o momento de flexão plantar e potência de tornozelo, enquanto Chester et al. (2006) observaram redução significativa do momento flexor do quadril e do momento extensor do joelho quando comparados crianças de 3 a 4 anos e grupos de faixas etárias superiores. Também verificaram redução do momento e potência do tornozelo do grupo de 9 a 13 anos em relação aos grupos de faixas etárias menores.

De acordo com Moio et al. (2003), os momentos articulares obtidos a partir da análise da marcha normalmente são utilizados para caracterizar a marcha normal e compará-la com características da marcha patológica. Destacam que é importante eliminar as variações que existem, devido à massa corporal e à estatura para que as diferenças na mecânica da marcha possam ser identificadas.

A maioria dos estudos tem utilizado a massa corporal como fator de normalização dos

* Doutor. Laboratório de Biomecânica do IBTeC.

** Doutor. Faculdade de Educação Física da Universidade de Brasília.

*** Doutor. Centro de Ciências da Saúde e do Esporte, Universidade do Estado de Santa Catarina.

momentos articulares (Cupp et al. 1999; Ganley; Powers, 2005; Chester et al. 2006); no entanto, sabe-se que os momentos articulares são tão sensíveis à massa corporal quanto aos tamanhos dos segmentos envolvidos nos movimentos articulares (Sutherland, 1997), principalmente em crianças de diferentes tamanhos. Apesar da apresentação de argumentos sobre as vantagens na utilização da estatura ou comprimento dos membros inferiores para normalização dessas variáveis, ainda são escassos na literatura estudos que descrevam seus efeitos nos parâmetros cinéticos.

Dessa forma, o objetivo deste estudo foi descrever e verificar as diferenças nas variáveis cinemáticas (espaçotemporais e ângulos articulares) e cinéticas (momentos articulares) da marcha de crianças na faixa etária de 5 a 10 anos de idade, quando normalizadas pela massa corporal e estatura.

MATERIAL E MÉTODO

Sujeitos

A amostra deste estudo constituiu-se de 28 crianças sem comprometimentos neurológicos e musculoesqueléticos (11 masculinos e 17 femininos), divididos em 3 grupos: 5 a 6 anos de idade (n=9), 7 a 8 anos de idade (n=8) e 9 a 10 anos de idade (n=11).

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Ciências da Saúde, Universidade de Brasília, parecer número 006/2009. O consentimento informado dos responsáveis pelas crianças foi obtido previamente, de acordo com as normas do comitê de ética local.

Aquisição dos dados

A avaliação da marcha no laboratório incluiu a realização de medidas antropométricas, registro da cinemática e das forças de reação do solo durante a marcha dos sujeitos na sua cadência natural por uma distância de aproximadamente 10m. Os sujeitos vestiam trajes de banho e estavam descalços. As variáveis antropométricas utilizadas para os cálculos dos momentos articulares foram mensuradas bilateralmente (comprimento da coxa, comprimento da perna, comprimento do pé, perímetro da coxa, perímetro da perna, diâmetro do

joelho, diâmetro dos maléolos, largura das cristas ilíacas, largura do pé e altura do maléolo lateral) (Vaughan et al., 1992). Adicionalmente, para efeitos de normalização, foram realizadas também as medidas de estatura e massa corporal.

Para registro das variáveis cinemáticas e cinéticas do andar foi utilizado o Sistema Peak Motus (*Peak Performance, Inc.*), composto por 4 câmeras digitais, com frequência de aquisição de 60 frames/s, e duas plataformas de força AMTI (Advanced Mechanical Technologic, EUA), com frequência de aquisição de 600 Hz. As quatro câmeras foram dispostas a uma distância de aproximadamente 8m em relação ao sentido do movimento, da seguinte forma: duas câmeras do lado direito (direito anterior e direito posterior) e duas câmeras do lado esquerdo (esquerdo anterior e esquerdo posterior) do sujeito. Para a localização das marcas de referências externas, conforme a Figura 1, foi utilizada uma modificação do protocolo de Helen Hayes, descrito por Vaughan et al. (1992). A partir dos dados adquiridos foram calculadas as variáveis espaçotemporais (comprimento do ciclo e do passo, tempo do ciclo, tempo de apoio simples, velocidade e cadência) e cinemática angular (ângulos articulares). Os momentos articulares do quadril, joelho e tornozelo no plano sagital durante o ciclo da marcha (fase de apoio e fase de balanço) foram obtidos pelo método da dinâmica inversa, de acordo com procedimentos descritos por Vaughan et al. (1992). Foi selecionada para análise uma tentativa das três tentativas registradas para cada sujeito, excluindo-se as duas tentativas que apresentavam o maior e o menor valor de velocidade.

Os momentos articulares foram normalizados pela massa corporal e pela massa corporal e estatura (MOISIO et al., 2003), e as variáveis espaçotemporais, normalizadas pela estatura. Os ângulos e momentos articulares foram normalizados na base temporal por 100% do ciclo (CHESTER et al., 2006). A velocidade utilizada foi a autosselecionada pelo indivíduo, uma vez que determinar uma mesma velocidade para crianças de diferentes tamanhos corporais introduziria diferenças na mecânica do movimento. Esse procedimento tem sido comumente utilizado na literatura da locomoção infantil (SUTHERLAND et al., 1988; STOLZE et al., 1997; STANSFIELD et al., 2003; CUPP et al., 1999; GANLEY; POWERS, 2005; CHESTER et al., 2006).



Figura 1 - Localização das marcas de referências externas.

Análise estatística

Para a comparação intergrupos foi utilizada a análise de variância (ANOVA), com o teste *Post Hoc* de Tukey e nível de significância de 0,05, após ser verificada a distribuição normal dos dados (Kolmogorov-Smirnov). Os testes estatísticos foram realizados com o aplicativo SPSS, versão 13.0 (SPSS, EUA).

RESULTADOS

Características dos sujeitos

Foram observadas diferenças significativas para as variáveis massa corporal ($p=0,012$), estatura ($p<0,000$), comprimento do membro inferior absoluto ($p=0,006$) e comprimento do membro inferior relativo ($p=0,017$) para o grupo de 5 a 6 anos em relação ao grupo de crianças de faixa etária superior (9 a 10 anos). Para a medida absoluta do comprimento do membro inferior ($p=0,006$) e estatura ($p=0,003$) foram verificadas também diferenças significativas entre o grupo de 9 a 10 anos e o grupo de 7 a 8 anos de idade (Tabela 1).

Parâmetros espaçotemporais da marcha

Para as variáveis espaçotemporais absolutas foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos de 5 a 6 anos e 9 a 10 anos, em relação à cadência ($p=0,040$), à velocidade ($p=0,012$) e ao tempo do ciclo ($p=0,033$). Para o comprimento do passo e comprimento do ciclo foram encontradas diferenças significativas entre todos os grupos ($p<0,002$). Quando as variáveis velocidade, comprimento do passo e comprimento do ciclo foram normalizadas pela estatura e o tempo de apoio simples foi normalizado pelo tempo total do ciclo, não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos de diferentes faixas etárias (Tabela 2).

Tabela 1 - Dados antropométricos (Média $\pm$ DP)

	5-6 anos (n=9)	7-8 anos (n=8)	9-10 anos (n=11)
Massa Corporal (kg)	22,67 $\pm$ 5,14 ^a	28,01 $\pm$ 7,87	31,32 $\pm$ 5,42
Estatura (m)	1,16 $\pm$ 0,06	1,25 $\pm$ 0,10	1,40 $\pm$ 0,09 ^b
Comprimento do membro inferior (m)	0,58 $\pm$ 0,04	0,63 $\pm$ 0,06	0,73 $\pm$ 0,07 ^b
Comprimento do membro inferior (% estatura)	49,67 $\pm$ 1,20 ^a	50,39 $\pm$ 1,33	52,04 $\pm$ 2,33

^a Diferenças significativas entre 5 a 6 anos de idade e 9 a 10 anos de idade.

^b Diferenças significativas entre 9 a 10 anos de idade e os dois grupos mais jovens (5 a 6 anos e 7 a 8 anos).

Tabela 2 - Dados espaçotemporais (média $\pm$ DP)

	5-6 anos (n=9)	7-8 anos (n=8)	9-10 anos (n=11)
Cadência (passos/min.)	135,07 $\pm$ 8,21 ^a	131,50 $\pm$ 12,79	122,29 $\pm$ 11,49
Velocidade (m/s)	1,10 $\pm$ 0,07 ^a	1,21 $\pm$ 0,13	1,23 $\pm$ 0,07
Velocidade (NE)	0,33 $\pm$ 0,02	0,35 $\pm$ 0,04	0,33 $\pm$ 0,02
Comprimento do ciclo (m)	0,97 $\pm$ 0,06 ^b	1,09 $\pm$ 0,06 ^b	1,21 $\pm$ 0,07 ^b
Comprimento do ciclo (NE)	0,84 $\pm$ 0,04	0,88 $\pm$ 0,07	0,87 $\pm$ 0,03
Comprimento do passo (m)	0,50 $\pm$ 0,04 ^b	0,56 $\pm$ 0,04 ^b	0,63 $\pm$ 0,03 ^b
Comprimento do passo (NE)	0,43 $\pm$ 0,03	0,45 $\pm$ 0,04	0,45 $\pm$ 0,02
Tempo do ciclo (s)	0,89 $\pm$ 0,05 ^a	0,92 $\pm$ 0,09	0,98 $\pm$ 0,09
Apoio simples (% ciclo)	34,35 $\pm$ 2,76	36,04 $\pm$ 2,53	36,91 $\pm$ 2,25

^a Diferenças significativas entre 5 a 6 anos de idade e 9 a 10 anos de idade.

^b Diferenças significativas entre todos os grupos.

NE= dados normalizados pela estatura.

Ângulos articulares e momentos articulares

Em relação aos parâmetros cinemáticos angulares (Tabela 3 e Figura 1) foram encontradas diferenças significativas entre as faixas etárias somente para os ângulos articulares do tornozelo. Observou-se um decréscimo significativo no ângulo de flexão plantar na fase de resposta da carga (RC) entre os grupos de 5 a 6 anos e 9 a 10 anos de idade, e

no balanço inicial (BI) (ângulo de flexão plantar máxima do tornozelo), entre o grupo de 5 a 6 anos e os demais grupos (7 a 8 anos e 9 a 10 anos). Ocorreram também diferenças significativas no ângulo de dorsiflexão do tornozelo no balanço terminal (BT). Para os ângulos articulares do quadril e joelho não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos.

Tabela 3 – Ângulos articulares no plano sagital (média $\pm$ DP).

	5-6 anos (n=9)	7-8 anos (n=8)	9-10 anos (n=11)
Flexão do quadril (°)	26,48 $\pm$ 7,17	26,96 $\pm$ 7,85	22,99 $\pm$ 8,11
Extensão máxima do quadril (°)	-13,51 $\pm$ 7,21	-20,21 $\pm$ 7,97	-20,96 $\pm$ 5,50
Flexão do joelho (RC) (°)	18,77 $\pm$ 5,46	14,36 $\pm$ 8,13	14,35 $\pm$ 8,69
Flexão máxima do joelho (BL) (°)	63,54 $\pm$ 8,81	61,51 $\pm$ 6,89	60,30 $\pm$ 6,17
Extensão máxima do joelho (AS) (°)	5,19 $\pm$ 5,31	0,57 $\pm$ 8,84	1,77 $\pm$ 6,90
Dorsiflexão máxima do tornozelo (AS) (°)	-9,85 $\pm$ 6,48	-10,41 $\pm$ 5,78	-6,11 $\pm$ 7,16
Flexão plantar do tornozelo (RC) (°)	5,48 $\pm$ 5,78 ^a	9,02 $\pm$ 5,21	11,95 $\pm$ 5,68
Flexão plantar máxima do tornozelo (BI) (°)	8,29 $\pm$ 4,51 ^b	16,49 $\pm$ 7,47	23,43 $\pm$ 7,64
Dorsiflexão do tornozelo (BT) (°)	-5,98 $\pm$ 6,04 ^b	0,91 $\pm$ 5,97	4,22 $\pm$ 4,87

^a Diferenças significativas entre 5 a 6 anos de idade e 9 a 10 anos de idade.

^b Diferenças significativas entre 5 a 6 anos de idade e os dois grupos de maior idade (7 a 8 anos e 9 a 10 anos de idade).

RC=Resposta à carga; BL=Fase de balanço; AS=Apoio simples; BI=Balanço inicial; BT=Balanço terminal.

Quando foi utilizada somente a massa corporal, para a normalização dos momentos articulares (Tabela 4), foram encontradas diferenças significativas entre o grupo de 5 a 6 anos e o grupo de 9 a 10 anos, para o momento flexor do quadril ($p=0,009$) e o momento extensor do joelho ($p=0,017$). Para o momento extensor do quadril

foram encontradas diferenças significativas entre o grupo de 5 a 6 anos e os demais grupos (grupo de 7 a 8 anos ($p=0,011$); grupo 9 a 10 anos ($p=0,015$)). Para o momento de flexão plantar o grupo de 9 a 10 anos apresentou diferenças significativas com o grupo de 5 a 6 anos ($p=0,001$) e com o grupo de 7 a 8 anos ($p=0,028$).

Tabela 4 – Picos dos momentos articulares no plano sagital normalizados pela massa corporal (média $\pm$ DP).

	5-6 anos (n=9)	7-8 anos (n=8)	9-10 anos (n=11)
Momento flexor do quadril (Nm/Kg)	0,76 $\pm$ 0,19 ^a	1,00 $\pm$ 0,32	1,10 $\pm$ 0,20
Momento extensor do quadril (Nm/Kg)	-1,09 $\pm$ 0,15 ^b	-0,76 $\pm$ 0,25	-0,80 $\pm$ 0,23
Momento flexor do joelho (Nm/Kg)	0,38 $\pm$ 0,09	0,24 $\pm$ 0,25	0,27 $\pm$ 0,16
Momento extensor do joelho (Nm/Kg)	0,08 $\pm$ 0,08 ^a	-0,12 $\pm$ 0,25	-0,21 $\pm$ 0,25
Momento de flexão plantar (Nm/Kg)	1,05 $\pm$ 0,07	1,15 $\pm$ 0,15	1,31 $\pm$ 0,12 ^c

^a Diferenças significativas entre 5 a 6 anos de idade e 9 a 10 anos de idade.

^b Diferenças significativas entre o grupo de 5 a 6 anos de idade e os dois grupos de maior idade (7 a 8 anos e 9 a 10 anos de idade).

^c Diferenças significativas entre o grupo de 9 a 10 anos de idade e os dois grupos de menor idade (5 a 6 anos e 7 a 8 anos de idade).

Para a normalização dos momentos articulares, utilizando-se a massa corporal e estatura, foram encontradas diferenças para o momento extensor do quadril do grupo de 5 a 6 anos com o grupo 7 a 8 anos ($p=0,002$) e o

grupo de 9 a 10 anos ($p<0,001$). Para o momento extensor do joelho foi encontrada diferença entre o grupo de 5 a 6 anos e o grupo de 9 a 10 anos ($p=0,017$), conforme Tabela 5.

Tabela 5 – Picos dos momentos articulares no plano sagital normalizados pela massa corporal e estatura (média±DP).

	5-6 anos (n=9)	7-8 anos (n=8)	9-10 anos (n=11)
Momento flexor do quadril (Nm/Kg/estatura)	0,66 ± 0,15	0,80 ± 0,25	0,79 ± 0,13
Momento extensor do quadril (Nm/Kg/estatura)	-0,94 ± 0,15 ^b	-0,61 ± 0,21	-0,57 ± 0,16
Momento flexor do joelho (Nm/Kg/estatura)	0,32 ± 0,07	0,14 ± 0,33	0,19 ± 0,11
Momento extensor do joelho (Nm/Kg/estatura)	0,06 ± 0,07 ^a	-0,09 ± 0,20	-0,15 ± 0,17
Momento de flexão plantar (Nm/Kg/estatura)	0,90 ± 0,04	0,92 ± 0,11	0,93 ± 0,06

^a Diferenças significativas entre os grupos de 5 a 6 anos e 9 a 10 anos de idade.

^b Diferenças significativas entre o grupo de 5 a 6 anos de idade e os dois grupos de maior idade (7 a 8 anos e 9 a 10 anos de idade).

Na Figura 2 são apresentadas as curvas dos ângulos articulares do quadril, joelho e tornozelo, e na Figura 3, as curvas dos

momentos articulares no plano sagital, para as mesmas articulações, normalizadas pela massa corporal e estatura.

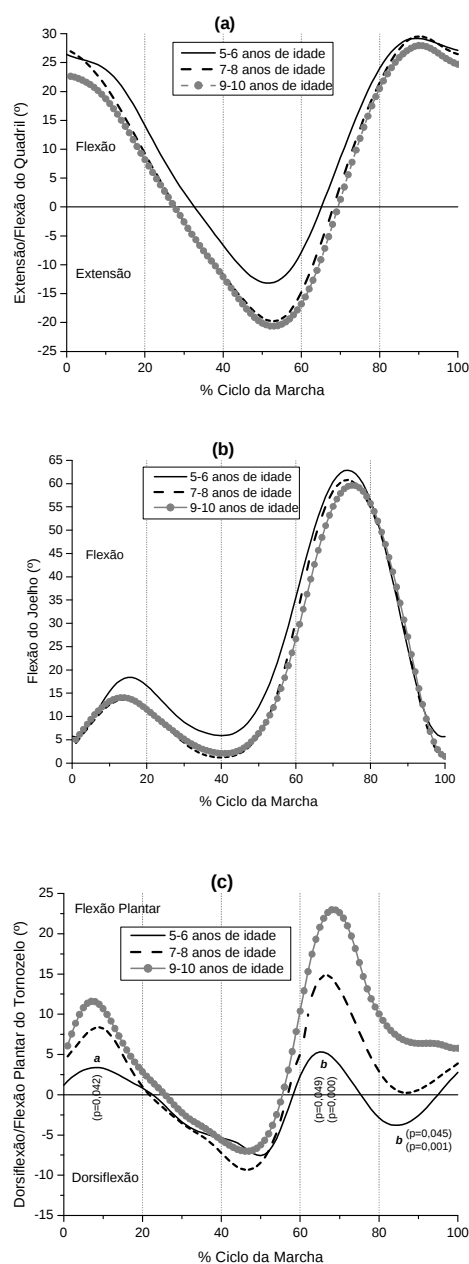


Figura 2 - Ângulos articulares do quadril (a), joelho (b) e tornozelo (c) no plano sagital.

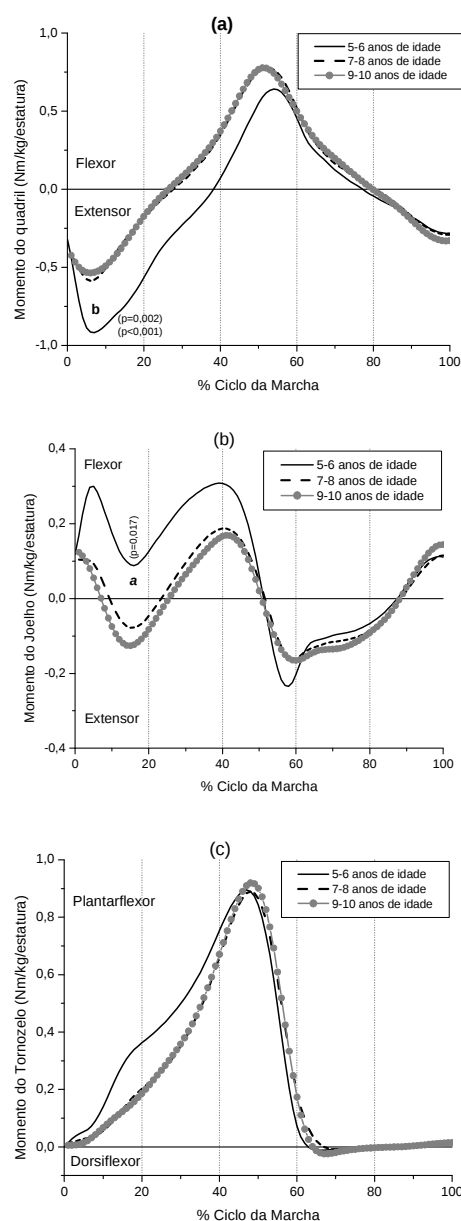


Figure 3 - Momentos articulares do quadril (a), joelho (b) e tornozelo (c) no plano sagital normalizadas pela massa corporal e estatura.

DISCUSSÃO

Os resultados encontrados para as variáveis espaçotemporais, absolutas e normalizadas estão de acordo com os valores encontrados na literatura para crianças dessas mesmas faixas etárias (HILLMAN et al., 2009; DUSING; THORPE, 2007; CHESTER et al., 2006; STANSFIELD et al., 2003; CUPP et al., 1999). O tempo do ciclo e a velocidade foram significativamente menores e a cadência foi significativamente maior para o grupo de faixa etária menor (5 a 6 anos) quando comparado com o grupo de faixa etária maior (9 a 10 anos), estando de acordo com os resultados encontrados por Chester et al. (2006). Os valores dos dados absolutos encontrados por Cupp et al. (1999) para a velocidade, de crianças de 4 a 7 anos (4 a 5 anos=1,1 m/s; 6 a 7 anos = 1,2 m/s), são semelhantes aos encontrados neste estudo para as crianças de 5 a 8 anos de idade. Para a cadência verificou-se a mesma tendência encontrada neste estudo, ocorrendo diminuição com o aumento da idade; porém os resultados deste estudo diferem dos dados encontrados por Ganley; Powers (2005), nos quais foram observados valores médios mais elevados para a velocidade (1,3 m/s) e a cadência (146,2 passos/min.) nas crianças de 7 anos. Observou-se que as médias da velocidade, cadência, comprimento do passo e apoio simples encontradas neste estudo para as crianças de 9 a 10 anos de idade foram mais próximos aos encontrados para os adultos saudáveis (GANLEY; POWERS, 2005; PERRON et al., 2000).

Conforme colocado por Hof (1996) e Stansfield et al. (2003), os resultados encontrados para as variáveis espaçotemporais demonstram que, após a normalização destes dados, as diferenças entre as faixas etárias são reduzidas. Isto pode significar que essas diferenças são devidas ao crescimento, e não à maturação da marcha, como colocado por Sutherland et al. (1997).

As maiores diferenças, tanto nas variáveis espaçotemporais e cinemáticas como nos momentos articulares, ocorreram entre o grupo de 5 a 6 anos e o grupo de 9 a 10 anos de idade. Isso pode estar relacionado com a diferença na proporção do comprimento do membro inferior e da estatura entre esses dois grupos e o grupo

de 5 a 6 anos, apresentando razões menores entre o comprimento de membro inferior e a estatura. Esses valores são semelhantes aos encontrados no estudo de Stansfield et al. (2003).

Em relação aos ângulos articulares, as curvas apresentadas são características daquelas descritas na literatura para crianças (CHESTER et al., 2006; OUNPUU et al., 1991); GANLEY; POWERS, 2005; CUPP et al., 1999), porém observou-se que para a articulação do tornozelo foram encontradas diferenças significativas, principalmente entre os grupos de 5 a 6 anos e 9 a 10 anos, para os ângulos de dorsiflexão/flexão plantar na fase de resposta à carga e na fase de balanço (BI e BT).

As diferenças para os momentos articulares entre as faixas etárias tendem a diminuir quando utilizada a massa corporal e a estatura, na comparação com os valores normalizados apenas pela massa corporal. Diferenças significativas para o momento de flexão plantar entre as faixas etárias, quando utilizada como fator de normalização apenas a massa corporal, também foram relatadas por Chester et al. (2006), e Cupp et al. (1999). Essas diferenças nos momentos demonstram a influência das diferentes técnicas de normalizações. De acordo com Moio et al. (2003), quando se utiliza a estatura ou comprimento do membro inferior juntamente com a massa corporal, para normalizar os momentos articulares, as diferenças entre os grupos tendem a diminuir.

Esse fato demonstra que quando se deseja comparar sujeitos de diferentes tamanhos e proporções, como é o caso de crianças de diferentes faixas etárias, a utilização apenas da massa corporal pode não ser suficiente para a normalização dessas variáveis; no entanto, ainda é difícil encontrar na literatura dados da marcha de crianças em que os momentos articulares tenham sido normalizados com estatura ou comprimento de membro inferior, dificultando a comparação com outros estudos.

No grupo de 5 a 6 anos, para a articulação do tornozelo, observou-se uma diminuição significativa da amplitude do movimento de dorsiflexão/flexão plantar, e para a flexão do joelho e do quadril foi observado um leve aumento da amplitude de movimento, quando comparado com os demais grupos. Para os

ângulos de flexão/extensão do quadril e joelho nas fases de apoio e balanço não foram encontradas diferenças significativas entre as diferentes faixas etárias, estando de acordo com estudos anteriores (CHESTER et al., 2006; GANLEY; POWERS, 2005).

Neste estudo, mesmo após a normalização pela massa corporal e estatura, foram encontradas diferenças no momento extensor do quadril para o grupo de 5 a 6 anos em relação aos outros dois grupos, e no momento extensor do joelho, para o grupo de 5 a 6 anos e o grupo de 9 a 10 anos. Estes resultados estão de acordo com os resultados encontrados por Chester et al. (2006) para o momento extensor do joelho, nos quais foram encontradas reduções significativas para o grupo de faixa etária menor, e diferem dos resultados encontrados por esses autores para os momentos do quadril, em que reduções significativas foram observadas para o momento flexor do quadril.

Uma provável explicação para o fato das crianças de faixas etárias menores apresentarem valores significativamente mais elevados no momento extensor do quadril, na fase de resposta à carga, em relação às crianças com idades maiores, pode ser o posicionamento da pelve com aumento significativo da anterversão. Já a diminuição do momento extensor do joelho para o grupo de 5 a 6 anos em relação aos demais grupos, pode estar associada ao comportamento cinemático da articulação do joelho, em que foi observado um aumento do ângulo de flexão do joelho, na fase de resposta à carga, como demonstrado nas curvas dos ângulos articulares (Figura 2). Segundo Moio et al. (2003), as diferenças que permanecem após a normalização, as quais, no caso de sujeitos adultos, ocorreram para os momentos do quadril no plano frontal, indicam

que as variações anatômicas, como a largura pélvica e a forma ou geometria femoral, podem também contribuir para a variabilidade nos momentos articulares, o que, no caso das crianças, pode ser decorrente do crescimento.

CONCLUSÕES

Os resultados encontrados para as variáveis espaçotemporais absolutas demonstram que com o aumento da idade ocorre aumento significativo da velocidade, comprimento do ciclo, comprimento do passo e tempo do ciclo e redução significativa da cadência. O mesmo comportamento não ocorreu após a normalização destes dados pela estatura, com diminuição das diferenças entre os grupos.

As maiores diferenças para as variáveis espaçotemporais, ângulos e momentos articulares foram encontradas entre o grupo de crianças da faixa etária de 5 a 6 anos e os grupos de faixas etárias maiores, o que pode significar que a maturação da marcha ainda não está completa nessa faixa etária. De acordo com os resultados observa-se que, para maiores informações sobre a maturação da marcha, é necessário que, além das variáveis espaçotemporais e cinemáticas, sejam analisadas também as variáveis cinéticas, como os momentos articulares.

Os momentos articulares mostraram menores diferenças entre as faixas etárias quando utilizadas a massa corporal e a estatura para normalização. Esse fato demonstra que, quando se deseja comparar sujeitos de diferentes tamanhos, como é o caso de crianças de diferentes idades, a utilização apenas da massa corporal não é suficiente para a normalização dessas variáveis.

GAIT ANALYSIS IN CHILDREN FROM 5 TO 10 YEARS OLD

ABSTRACT

The purpose of this study was to detect differences in kinematic and kinetic variables of gait of children aged 5-10 years old when normalized by mass and stature. Gait data of 28 healthy children (5-6 year-old, 7-8 year-old and 9-10 year-old) were recorded using four synchronized video cameras and two AMTI force plate (Peak Motus System). An one-way ANOVA test was used to assess gait differences ($p < 0.05$) among age groups. There are no significant differences between groups for normalized spatio-temporal parameters. Differences were found between 5-6 year-old group when compared to the other two groups for all variables. There were less significant differences between groups when mass and stature are used to normalize joint moments when compared to normalization using only mass.

Keywords: Gait. Children. Biomechanics.

REFERÊNCIAS

- CHESTER, V. L. et al. A comparison of kinetic gait parameters for 3-13 year olds. **Clinical Biomechanics**, Oxford, v. 21, n. 7, p. 726-732, 2006.
- CUPP, T. et al. Age-related kinetic changes in normal pediatrics. **Journal of Pediatric Orthopaedics**, Philadelphia, v. 19, n. 4, p. 475-478, 1999.
- DUSING, S. C.; THORPE, D. E. A normative sample of temporal and spatial gait parameters in children using GRAITite electronic walkway. **Gait & Posture**, Oxford, v. 25, n. 1, p. 135-139, 2007.
- GANLEY, K.J.; POWERS, C. M. Gait kinematics and kinetics of 7-year-old children: a comparison to adults using age-specific anthropometric data. **Gait & Posture**, Oxford, v. 21, n. 2, p. 141-145, 2005.
- HAUSDORFF, J.M. et al. Maturation of gait dynamics: stride-to-stride variability and its temporal organization in children. **Journal of Applied Physiology**, Washington, v. 86, n. 3, p. 1040-1047, 1999.
- HILLMAN, S. J. et al. Development of temporal and distance parameters of gait in normal children. **Gait & Posture**, Oxford, v. 29, n. 1, p. 81-85, 2009.
- HOF, A. L. Scaling gait data to body size. **Gait & Posture**, Oxford, v. 4, p. 222-223, 1996.
- MOISIO, K. C. et al. Normalization of joint moments during gait: a comparison of two techniques. **Journal of Biomechanics**, Oxford, v. 36, n.4, p. 599-603, 2003.
- OUNPUU, S. et al. Three-dimensional lower extremity joint kinetics in normal pediatric gait. **Journal of Pediatric Orthopaedics**, Philadelphia, v. 11, n. 3, p. 341-349, 1991.
- PERRON, M. et al. Three-dimensional gait analysis in women with a total hip arthroplasty. **Clinical Biomechanics**, Oxford, v. 15, n. 7, p. 504-515, 2000.
- STANSFIELD, B.W. et al. Normalisation of gait in children. **Gait & Posture**, Oxford, v. 17, n. 1, p. 81-87, 2003.
- STOLZE, H. et al. Gait analysis treadmill and overground locomotion in children and adults. **Electroencephalography and Clinical Neurophysiology**, Amsterdam, v. 105, n. 6, p. 490-497, 1997.
- SUTHERLAND, D. H. et al. **The development of mature gait**. Oxford: Mac Keith, 1988.
- SUTHERLAND, D. H. The development of mature gait. **Gait & Posture**, Oxford, v. 6, p. 163-170, 1997.
- VAUGHN, L. C. et al. **Dynamics of human gait**. Champaign: Human Kinetics Publishers, 1992.

Recebido em 18/05/2010

Revisado em 14/07/2010

Aceito em 16/08/2010

Endereço para correspondência: Eliane Fátima Manfio. Rua Araxá, 750, Bairro Ideal, CEP 93334-000, Novo Hamburgo-RS. E-mail: manfio6@hotmail.com; acdavid@unb.br