

Repetibilidade dos parâmetros espaço-temporais da marcha: comparação entre crianças normais e com paralisia cerebral do tipo hemiplegia espástica

Repeatability of spatiotemporal gait parameters: comparison between normal children and children with hemiplegic spastic cerebral palsy

Dini PD¹, David AC²

Resumo

Objetivo: Avaliar a repetibilidade das medidas dos parâmetros espaço-temporais da marcha por meio de um estudo comparativo entre crianças normais e crianças com paralisia cerebral (PC). **Métodos:** A amostra foi composta por 17 crianças divididas em dois grupos: um grupo de nove crianças com PC do tipo hemiplegia espástica e um grupo com oito crianças normais que foram avaliadas pelo mesmo pesquisador em duas sessões diferentes, com intervalo de uma semana entre as sessões. As crianças caminharam em velocidade autosselcionada e foram utilizadas seis tentativas nas sessões 1 e 2 para representar a média. Para registro dos parâmetros espaço-temporais, foi utilizado o sistema Peak Motus, com duas câmeras de vídeo SVHS com taxa de aquisição de 60 Hz. Coeficiente de correlação intraclasses (ICC) e limites de concordância de Bland-Altman foram escolhidos para análise dos dados. **Resultados:** Os resultados demonstraram que as crianças com PC apresentaram menor velocidade e comprimento do ciclo do que as crianças normais para as sessões 1 e 2. Para todos os parâmetros espaço-temporais, os dois grupos apresentaram valores de ICC de excelentes a moderados, ou seja, maior do que 0,70. **Conclusão:** Pode-se concluir que os dois grupos apresentaram níveis bons de repetibilidade para todos os parâmetros analisados quando seis tentativas foram utilizadas para representar a média.

Palavras-chave: marcha; crianças; paralisia cerebral; repetibilidade.

Abstract

Objective: To evaluate the repeatability of spatiotemporal gait parameters by means of a comparative study between normal children and children with cerebral palsy (CP). **Methods:** The sample consisted of 17 children divided into two groups: a group of nine children with spastic hemiplegia CP and a group of eight normal children. The children were evaluated by the same researcher in two different sessions, with a one-week interval between the sessions. The children walked at self-selected velocities, and six attempts were performed at each session to represent the average. To record the spatiotemporal parameters, the Peak Motus system was used with two SVHS video cameras with an acquisition rate of 60 Hz. The intra-class correlation coefficient (ICC) and Bland-Altman concordance limits were chosen for data analysis. **Results:** The results demonstrated that the children with CP presented lower velocity and shorter cycles than the normal children in sessions 1 and 2. For all the spatiotemporal parameters, the two groups presented moderate to excellent ICC values, i.e. greater than 0.70. **Conclusion:** It can be concluded that the two groups presented good levels of repeatability for all the parameters analyzed when six attempts were used to represent the average.

Key words: gait; children; cerebral palsy; repeatability.

Recebido: 01/06/2008 – Revisado: 27/09/2008 – Aceito: 22/01/2009

¹ Departamento de Fisioterapia, Centro Universitário UNIEURO, Brasília (DF), Brasil

² Departamento de Educação Física, Universidade de Brasília (UNB), Brasília (DF), Brasil

Correspondência para: Patrícia de Deus Dini, QE 19 Conjunto C, Casa 20, Guara II, CEP 71050-033, Brasília (DF), Brasil, e-mail: dinipatricia@hotmail.com

Introdução ::::

A paralisia cerebral (PC) é uma desordem crônica do movimento e da postura, resultante de um dano causado ao cérebro imaturo, ocorrido por diversos fatores pré, peri e pós-natais. Esse tipo de injúria ao sistema neurológico comumente resulta em controle motor anormal. Crianças com PC apresentam uma variedade de distúrbios como fraqueza muscular, perda sensorial e espasticidade. Esses distúrbios neuromusculares afetam a posição em pé ereta, o equilíbrio e a habilidade de andar. Consequentemente, o desempenho da marcha dessas crianças quando comparado ao de crianças normais está prejudicado, levando à dificuldade na realização de tarefas diárias e até mesmo de lazer¹⁻⁴.

As atuais técnicas de análise tridimensional da marcha permitem uma descrição quantitativa do movimento dos membros inferiores durante o andar. Portanto, há melhor compreensão da biomecânica da marcha humana normal, permitindo melhor identificação das disfunções e uma avaliação objetiva das desordens. Essa análise tem desempenhado um importante papel no tratamento da PC, pois auxilia na tomada de decisões concernentes à prática clínica e na avaliação dos resultados de intervenções terapêuticas, já que melhorar o padrão de marcha dessas crianças tem sido frequentemente um dos objetivos de tratamento⁵⁻⁷. Os parâmetros espaço-temporais são medidas utilizadas frequentemente para avaliar o desenvolvimento da marcha em crianças e identificar possíveis desordens. A análise desses parâmetros, além de avaliar aspectos da marcha patológica, quantifica a evolução após intervenção cirúrgica ou tratamento conservador^{8,9}. No entanto, para se tomar decisões baseadas em evidências acerca do tratamento de pacientes com disfunção da marcha, faz-se necessária a avaliação da repetibilidade desses parâmetros¹⁰⁻¹³. Repetibilidade pode ser definida como a concordância entre os resultados dentro de um curto período de tempo com o mesmo analista e a mesma instrumentação¹⁴. Geralmente, os dados da avaliação da marcha são baseados na coleta de tentativas registradas em uma única visita do paciente ao laboratório e comparados com os dados de sujeitos controles, ou seja, sem comprometimento do padrão da marcha. É extremamente importante a garantia de que esses valores representem o padrão de locomoção da criança. Kadaba et al.¹⁵ encontraram para adultos normais níveis de repetibilidade bons para os parâmetros espaço-temporais, utilizando a média de três tentativas do ciclo da marcha. Stolze et al.⁹ encontraram para adultos normais repetibilidade excelente para todos os parâmetros espaço-temporais da marcha, utilizando a média de 15 tentativas do ciclo da marcha, enquanto que as crianças normais apresentaram maior variação. Os autores afirmam que há menor repetibilidade desses parâmetros para crianças quando comparadas a adultos.

Portanto, o objetivo deste trabalho é verificar, por meio de um estudo comparativo, a repetibilidade dos parâmetros espaço-temporais da marcha de crianças normais e de crianças com PC.

Materiais e métodos ::::

O estudo foi delineado como sendo do tipo transversal controlado.

Sujeitos

A amostra foi composta por dois grupos de crianças com idades de 6 a 13 anos, selecionadas de forma não probabilística por acessibilidade. Um grupo foi formado por nove crianças com o diagnóstico clínico prévio de PC do tipo hemiplegia espástica que frequentavam o Centro de Reabilitação Infantil da Universidade Católica de Brasília, sendo seis sujeitos do sexo masculino e três do sexo feminino. O segundo grupo foi composto por oito crianças normais, dois meninos e seis meninas, recrutados por familiares e amigos do pesquisador responsável. Os responsáveis pelas crianças foram informados pelo pesquisador quanto à proposta e importância do estudo e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. Inicialmente foram selecionadas a participar do estudo 10 crianças com PC e 10 crianças normais. Uma criança com PC não concluiu o estudo porque desistiu de participar. Com relação às crianças normais, duas não participaram, pois os pais não autorizaram. Portanto, ao final do estudo, a amostra foi composta por um total de 17 sujeitos. Como critério de inclusão, as crianças deveriam ter idade entre 6 e 13 anos e cognitivo preservado para compreensão das instruções. Além disso, as crianças com PC deveriam ter capacidade para realizar marcha independente sem auxílio na locomoção ou uso de órteses e apresentar diagnóstico clínico prévio de PC do tipo hemiplegia espástica e grau 1 de espasticidade na escala de Ashworth. Os critérios de exclusão para as crianças normais era apresentar histórico clínico de problemas neurológicos ou musculoesqueléticos; para as crianças com PC, era ter se submetido a alguma cirurgia ortopédica até um ano antes da inclusão no estudo. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília, no dia 28 de julho de 2006, pelo registro 033/2006.

Procedimentos

A coleta de dados propriamente dita constou de filmagens em dois dias diferentes para cada criança, sessão 1 e sessão 2, com intervalo de 1 semana entre as sessões, para obtenção dos parâmetros espaço-temporais da marcha. A coleta dos dados

de cada criança foi realizada no mesmo período do dia para as 2 sessões. Para análise da marcha, foi utilizado o sistema *Peak Motus* versão 7.2.6 (*Peak Performance Inc.*) com duas câmeras de vídeo de alta frequência SVHS com taxa de aquisição de 60 Hz, posicionadas a 5 metros do plano sagital 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*). Ao chegar ao laboratório, foi realizado um trabalho de reconhecimento e aceitação por parte das crianças e responsáveis do ambiente de coleta. Posteriormente, cada criança era instruída a vestir roupa de banho. As crianças eram avaliadas descalças com o objetivo de eliminar qualquer influência provocada pelo uso do calçado. Então, era realizada a medida da estatura de cada criança e feita a colocação dos marcadores externos reflexivos na porção superior, posterior do calcâneo, no eixo do pé, bilateralmente, para posterior cálculo dos parâmetros espaço-temporais. A medida da estatura serviu para o fornecimento de dados para a normalização das variáveis do estudo^{16,17}.

Durante a realização do protocolo de coleta, as crianças eram instruídas a andar através de um percurso de 10 metros, em sua velocidade autosselecionada. A primeira tentativa era descartada e as seis tentativas seguintes válidas foram selecionadas para o processamento dos dados. A escolha das primeiras seis tentativas foi realizada para evitar os efeitos da fadiga, principalmente nas crianças com PC. Para os procedimentos de análise, foi feita a média das seis tentativas na sessão 1 e seis tentativas na sessão 2. Todos os sujeitos foram avaliados pelo mesmo pesquisador durante as duas sessões. Os dados das imagens de vídeo foram processados utilizando o *software Peak Motus*. Os pontos dos calcâneos direito e esquerdo foram selecionados para digitalização. A partir desses dois pontos é possível calcular as variáveis espaço-temporais do ciclo da marcha tanto para o lado direito quanto para o lado esquerdo (ou lado plégico e não plégico). Para minimizar os erros de digitalização, as coordenadas foram filtradas utilizando o filtro digital *Butterworth* (filtro digital, no domínio temporal, de 4ª ordem) nas coordenadas brutas de interesse do sujeito, com uma frequência de corte estabelecida em 6 Hz, já que bons resultados são encontrados na utilização desse tipo de filtro para dados cinemáticos do andar¹⁸.

As variáveis analisadas no presente estudo foram comprimento do passo e do ciclo, cadência, tempo total do ciclo, tempo total do apoio, tempo de balanço e velocidade. Os valores do comprimento do ciclo, comprimento do passo, tempo total do ciclo, tempo total de apoio, tempo de balanço e velocidade foram descritos a partir de valores absolutos e normalizados. Os parâmetros obtidos para comprimento do ciclo, comprimento do passo e velocidade foram normalizados pela estatura de

cada criança, ou seja, foi obtida a razão entre os valores absolutos e a estatura do sujeito. Os parâmetros obtidos para tempo foram normalizados em termos do ciclo da marcha.

Análise estatística

O tratamento estatístico foi realizado mediante o pacote computadorizado *Statistical Package for the Social Science* (SPSS) – versão 13.0.

Para a análise da distribuição dos valores de cada amostra, foi utilizado o teste de *Shapiro Wilk* com o intuito de descrever se os valores apresentavam distribuição normal. Para testar a homogeneidade das variâncias, foi realizado o teste de *Levene*. Sendo assim, quando a análise dos dados por esses dois testes resultava em $p > 0,05$, foram realizados testes paramétricos para comparações entre os grupos; no entanto, se a análise devolvia um valor de p inferior a 0,05, quer seja para o teste de normalidade, quer para o teste de homogeneidade de variâncias, foram executados testes não-paramétricos para as comparações.

Para caracterizar a amostra selecionada para o estudo, recorreu-se aos procedimentos da estatística descritiva (média \pm desvio-padrão) e, posteriormente, foram feitas as devidas inferências. Para comparar as medidas dos parâmetros espaço-temporais intragrupo, foi utilizado o teste paramétrico *t* de *Student* pareado ou o teste não-paramétrico de *Wilcoxon*. Para comparação das mesmas variáveis intergrupos, foi utilizado o teste *t* de *Student* para amostras independentes ou o teste não-paramétrico de *Mann-Whitney*. O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$.

Informações quanto à repetibilidade dos dados obtidos de cada grupo de pacientes foram analisadas mediante dois procedimentos associados ao índice de concordância entre réplicas de medidas:

- Coeficiente de correlação intraclasse (ICC): para esse cálculo, foi escolhido o modelo *two way misturado*, com intervalo de confiança de 95%. Para interpretação dos valores do ICC, foi utilizada a escala de valores sugerida por Menz et al.¹⁹. Valores acima de 0,75 mostram repetibilidade excelente; valores entre 0,40-0,75, repetibilidade moderada/satisfatória e valores abaixo de 0,40 mostram repetibilidade pobre.
- O método de Bland e Altman para definir a magnitude de concordância/discordância dos valores das medidas entre os dias 1 e 2 de teste. O limite de concordância de 95% foi escolhido. Quando se calculam os limites de concordância, “D” representa a diferença média entre os sujeitos para as variáveis medidas nos dias 1 e 2; “DP diferença” representa o desvio-padrão das diferenças das variáveis medidas nos dias 1 e 2. Os limites de concordância de 95% são calculados como $D \pm (DP \text{ diferença multiplicado por } 2)$. Os coeficientes de repetibilidade recomendado por Bland-Altman

assumem que a diferença média entre as tentativas seja igual a zero. No entanto, os limites de concordância que indicam uma boa repetibilidade também fazem parte do julgamento do pesquisador²⁰⁻²².

Resultados

Os resultados obtidos neste estudo serão apresentados segundo os seguintes parâmetros avaliados: comprimento do ciclo, comprimento do passo, velocidade, cadência, tempo do ciclo, tempo de apoio e tempo de balanço. Foram feitas comparações intragrupo e intergrupos e avaliação da repetibilidade utilizando a média de seis tentativas do ciclo marcha.

Comparação intergrupos e intragrupo

A Tabela 1 mostra os dados para a idade e estatura da amostra, agrupadas pela presença ou não de PC.

A Tabela 2 mostra os parâmetros espaço-temporais da marcha: velocidade, cadência, tempo do ciclo, tempo de apoio, tempo de balanço e comprimento do ciclo (dados absolutos)

Tabela 1. Valores de média, desvio-padrão e p-valor para a idade e estatura dos sujeitos normais e com PC.

	Normais (N=8)	PC (N=9)	p
Idade (anos)	9,13 (3,04)	8,89 (3,14)	0,89
Estatura (m)	1,32 (0,16)	1,30 (0,15)	0,86

Os valores para desvio-padrão estão entre parênteses. O valor de p é resultado da análise dos dados pelo test *t* de Student. Considera-se diferença entre os grupos "Normais" e "PC", para as variáveis idade e estatura, quando $p < 0,05$.

Tabela 2. Valores de média e desvio-padrão dos parâmetros espaço-temporais (dados absolutos), medidos em duas sessões, com a média de 6 tentativas para as crianças normais e com PC.

Parâmetros espaço-temporais	Sessão	Normais	PC
Velocidade (m/s)	1	1,03 (0,14) Aa	0,81 (0,15) Ba
	2	1,01 (0,14) Aa	0,81 (0,13) Ba
Cadência (passos/min)	1	124,89 (14,89) Aa	112,43 (15,98) Aa
	2	119,18 (8,06) Aa	114,36 (14,07) Aa
Tempo do ciclo (s)	1	0,97 (0,11) Aa	1,09 (0,14) Aa
	2	1,01 (0,07) Aa	1,06 (0,13) Aa
Tempo de apoio (s)	1	0,61 (0,08) Aa	0,66 (0,09) Aa
	2	0,64 (0,04) Aa	0,65 (0,09) Aa
Tempo de balanço (s)	1	0,37 (0,04) Aa	0,43 (0,06) Ba
	2	0,37 (0,04) Aa	0,42 (0,06) Aa
Comprimento do ciclo (m)	1	1,00 (0,18) Aa	0,87 (0,15) Aa
	2	1,02 (0,18) Aa	0,85 (0,15) Aa

Os valores para desvio-padrão estão entre parênteses. Médias com letras maiúsculas distintas na mesma linha (comparação intergrupos) ou letras minúsculas distintas na mesma coluna (comparação intragrupo) diferem estatisticamente ($p < 0,05$).

para as crianças normais e com PC quando a média de seis tentativas nas sessões 1 e 2 são comparadas.

Na Tabela 3, são descritos os valores normalizados para a velocidade, tempo de apoio, tempo de balanço e comprimento do ciclo para as crianças normais e com PC quando a média de seis tentativas nas sessões 1 e 2 são comparadas.

A Tabela 4 mostra os valores referentes à comparação entre o passo plégico das crianças com PC e o passo direito das crianças normais (dados absolutos e normalizados) e os valores referentes à comparação do comprimento do passo plégico e não plégico das crianças com PC (dados absolutos e normalizados), quando a média de seis tentativas nos dias 1 e 2 são comparadas.

Repetibilidade

As Tabelas 5 e 6 mostram os valores de repetibilidade dos parâmetros espaço-temporais da marcha: velocidade, cadência, tempo do ciclo, tempo de apoio, tempo de balanço e comprimento do ciclo (dados absolutos) das crianças normais e com PC, quando a média de seis tentativas nos dias 1 e 2 são comparadas.

Na Tabela 7 encontram-se os valores de repetibilidade referentes ao comprimento do passo plégico das crianças com PC e ao comprimento do passo direito das crianças normais (dados absolutos), quando a média de seis tentativas nos dias 1 e 2 são comparadas.

Discussão

O presente estudo teve como objetivo avaliar a repetibilidade dos parâmetros espaço-temporais da marcha em dois dias de teste, comparando crianças normais com crianças

Tabela 3. Valores de média e desvio-padrão dos parâmetros espaço-temporais (dados normalizados), medidos em duas sessões, com a média de 6 tentativas para as crianças normais e com PC.

Parâmetros espaço-temporais	Sessão	Normais	PC
Velocidade (m/s/estatura)	1	0,78 (0,07) Aa	0,62 (0,11) Ba
	2	0,76 (0,05) Aa	0,62 (0,11) Ba
Tempo de apoio (% do ciclo)	1	62,34 (2,36) Aa	60,91 (2,09) Aa
	2	63,56 (1,86) Ab	60,68 (3,14) Ba
Tempo de balanço (% do ciclo)	1	37,66 (2,36) Aa	39,08 (2,07) Aa
	2	36,44 (1,86) Ab	39,34 (3,15) Ba
Comprimento do ciclo (% da estatura)	1	75,95 (6,79) Aa	66,88 (5,83) Ba
	2	77,20 (6,66) Aa	65,23 (6,67) Ba

Os valores para desvio-padrão estão entre parênteses. Médias com letras maiúsculas distintas na mesma linha (comparação intergrupos) ou letras minúsculas distintas na mesma coluna (comparação intragrupo) diferem estatisticamente ($p < 0,05$).

com PC, utilizando a média de seis tentativas do ciclo da marcha. Os achados mostram que para todos os parâmetros espaço-temporais, os dois grupos apresentaram valores de ICC de excelentes a moderados, ou seja, maior que 0,70.

Como a medida desses parâmetros constitui ferramenta importante na tomada de decisões acerca da prática clínica de pacientes com PC, é extremamente importante a garantia de que esses dados reproduzam o padrão de locomoção

Tabela 4. Valores de média e desvio-padrão referentes aos comprimentos dos passos (dados absolutos e normalizados), medidos em duas sessões, com a média de 6 tentativas para as crianças normais e com PC.

	Sessão	Normais		PC	
		Passo direito (m)	Passo plégico (m)	Passo não-plégico (m)	
Valores absolutos (m)	1	0,52 (0,09) Aa	0,44 (0,08) Aa	0,44 (0,08) Aa	
	2	0,53 (0,09) Aa	0,43 (0,08) BCa	0,43 (0,08) Ca	
Valores normalizados (% da estatura)	1	38,87 (3,41) Aa	33,50 (2,88) BCa	33,70 (3,70) Ca	
	2	39,78 (3,99) Aa	32,50 (3,49) BCa	32,73 (3,39) Ca	

Os valores para desvio-padrão estão entre parênteses. Médias com letras maiúsculas distintas na mesma linha (comparação intergrupos) ou letras minúsculas distintas na mesma coluna (comparação intragrupo) diferem estatisticamente ($p < 0,05$).

Tabela 5. Diferença das médias (D), desvio-padrão para as diferenças (DP dif.), limites de concordância de Bland-Altman (LOA), coeficiente de correlação intraclassa (ICC) e intervalo de confiança 95% (IC) para a repetibilidade dos dados absolutos, das crianças normais, para os parâmetros espaço-temporais, quando a média de 6 tentativas nos dias 1 e 2 são comparadas.

Parâmetros espaço-temporais	D	DP Dif.	Limite de concordância	Intervalo de concordância 95% de Bland-Altman (LOA)	Varição LOA	Correlação ICC [IC 95%]
Velocidade (m/s)	0,03	0,09	0,18	[-0,15; 0,20]	0,35	0,8 [0,29; 0,96]
Cadência (passos/min)	5,5	8,47	16,94	[-11,10; 22,10]	33,20	0,74 [0,14; 0,94]
Tempo do ciclo (s)	-0,03	0,06	0,12	[-0,16; 0,08]	0,24	0,76 [0,19; 0,95]
Tempo de apoio (s)	-0,04	0,05	0,10	[-0,12; 0,05]	0,65	0,72 [0,11; 0,94]
Tempo de balanço (s)	-0,01	0,02	0,04	[-0,05; 0,04]	0,09	0,85 [0,42; 0,97]
Comprimento do ciclo (m)	-0,02	0,05	0,10	[-0,11; 0,08]	0,19	0,96 [0,83; 0,99]

D=a média da diferença de cada parâmetro entre os dias 1 e 2 para todos os pacientes do grupo analisado; DP dif.=desvio-padrão para as diferenças de cada parâmetro entre os dias 1 e 2 para todos os sujeitos do grupo analisado.

Tabela 6. Diferença das médias (D), desvio-padrão para as diferenças (DP dif.), limites de concordância de Bland-Altman (LOA), coeficiente de correlação intraclassa (ICC) e intervalo de confiança 95% (IC) para a repetibilidade dos dados absolutos das crianças com PC para os parâmetros espaço-temporais, quando a média de 6 tentativas nos dias 1 e 2 são comparadas.

Parâmetros espaço-temporais	D	DP Dif.	Limite de concordância	Intervalo de concordância 95% de Bland-Altman (LOA)	Varição LOA	Correlação ICC [IC 95%]
Velocidade (m/s)	0,01	0,06	0,12	[-0,11; 0,13]	0,24	0,91 [0,64; 0,98]
Cadência (passos/min)	-2,11	6,21	12,42	[-14,29; 10,07]	24,36	0,92 [0,68; 0,98]
Tempo do ciclo (s)	0,02	0,05	0,10	[-0,08; 0,13]	0,21	0,92 [0,70; 0,98]
Tempo de apoio (s)	0,02	0,03	0,06	[-0,05; 0,08]	0,13	0,93 [0,73; 0,98]
Tempo de balanço (s)	0,01	0,03	0,06	[-0,04; 0,06]	0,10	0,89 [0,59; 0,97]
Comprimento do ciclo (m)	0,02	0,06	0,12	[-0,10; 0,14]	0,24	0,92 [0,69; 0,98]

D=a média da diferença de cada parâmetro entre os dias 1 e 2 para todos os pacientes do grupo analisado; DP dif.=desvio-padrão para as diferenças de cada parâmetro entre os dias 1 e 2 para todos os sujeitos do grupo analisado.

Tabela 7. Diferença das médias (D), desvio-padrão para as diferenças (DP dif.), limites de concordância de Bland-Altman (LOA), coeficiente de correlação intraclassa (ICC) e intervalo de confiança 95% (IC) para a repetibilidade dos dados absolutos das crianças normais e com PC para o parâmetro comprimento do passo direito (crianças normais) e comprimento do passo plégico (crianças com PC), quando a média de 6 tentativas nos dias 1 e 2 são comparadas.

Parâmetros espaço-temporais	D	DP Dif.	Limite de concordância	Intervalo de concordância 95% de Bland-Altman (LOA)	Varição LOA	Correlação ICC [IC 95%]
Passo direito (m)	-0,01	0,03	0,06	[-0,07; 0,04]	0,11	0,96 [0,80; 0,99]
Passo plégico (m)	0,01	0,04	0,08	[-0,06; 0,09]	0,15	0,89 [-0,09; 0,88]

D=a média da diferença de cada parâmetro entre os dias 1 e 2 para todos os pacientes do grupo analisado; DP dif.=desvio-padrão para as diferenças de cada parâmetro entre os dias 1 e 2 para todos os sujeitos do grupo analisado.

das crianças e gere dados acurados de uma avaliação da marcha.

Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas ($p > 0,05$) quando realizada a comparação das médias das variáveis idade e estatura entre o grupo de crianças normais e com PC. Isso evidencia que se trata de uma amostra homogênea. Para comparações intergrupos, foram encontradas diferenças significativas ($p < 0,05$) para a velocidade tanto nos valores absolutos quanto nos normalizados, nas sessões 1 e 2, entre as crianças normais e com PC. As crianças normais andaram com maior velocidade.

Esses resultados vão ao encontro do estudo sobre maturação da marcha de Sutherland et al.²³. Os autores afirmam que a maturação do Sistema Nervoso Central (SNC) contribui para a evolução da marcha e que o aumento da velocidade é proporcional à maturação. Como as crianças com PC apresentam lesão do SNC e alterações no desenvolvimento motor, é esperado que apresentem menores velocidades para andar.

Steinwender et al.²⁴ também encontraram menor velocidade para crianças com PC quando comparadas com crianças normais. Os valores encontrados foram 1,33 m/s e 1,24 m/s para crianças normais e com PC respectivamente. Os autores justificam que a limitação de movimento que as crianças com PC apresentam devido à espasticidade pode ser fator contribuinte na diminuição da velocidade. A espasticidade é o resultado do aumento patológico do tônus da musculatura, hiperreflexia e perda do controle inibitório da musculatura antagonista. Geralmente é acompanhada de outras disfunções motoras como incoordenação, fraqueza, atrofia muscular, perda de controle de movimentos seletivos, destreza e cocontração²⁵, concordando, também, com os resultados do presente estudo. Abel e Damiano²⁶ encontraram maior velocidade para crianças normais do que para crianças com PC do tipo diplegia espástica. Isso reforça a hipótese que relaciona o comprometimento das crianças com PC com a realização de atividades como andar. Pirpiris et al.²⁷ afirmam que a velocidade do andar é reduzida proporcionalmente à severidade do comprometimento motor do sujeito, e que uma das características de pacientes com distúrbios neuromusculares é uma velocidade mais lenta. Raimundo et al.²⁸, em seu estudo para verificar a velocidade da marcha de crianças normais, com faixa etária de 4 a 6 anos, encontraram valores de 1,03 m/s (absoluto) e 0,90 m/s/estatura (normalizado).

Com relação ao comprimento do ciclo, somente os valores normalizados mostraram diferenças significativas entre os grupos para os dois dias de teste, com as crianças com PC apresentando comprimentos do ciclo menores. As diferenças encontradas no comprimento do ciclo entre crianças normais e com PC podem ser devido à falta de estabilidade do membro de apoio que as crianças com PC apresentam devido a alterações no desenvolvimento motor, além de limitações na amplitude de movimento que essas

crianças geralmente apresentam em articulações como quadril, joelho e tornozelo. As crianças do presente estudo apresentavam diagnóstico clínico de hemiplegia. A hemiplegia se caracteriza por déficit motor e espasticidade unilateral, atingindo os membros superior e inferior contralaterais ao hemisfério cerebral afetado. A criança hemiplégica movimenta-se utilizando preferencialmente o hemicorpo normal e apresenta déficit no alinhamento corporal, dificultando a transferência de peso sobre o lado afetado, o que justifica os presentes achados²⁹. Steinwender et al.³⁰ também encontraram para velocidade e comprimento do ciclo valores maiores para crianças normais do que para crianças com PC. Abel e Damiano²⁶, utilizando três tentativas do ciclo da marcha como média, observaram, para valores normalizados, menor comprimento do ciclo para as crianças com PC comparadas a crianças normais.

O tempo total de apoio compreende à soma do tempo de apoio simples e de apoio duplo. A duração do apoio simples do membro é indicador de estabilidade. Diminuição desse período durante o ciclo da marcha pode ser devido à fraqueza muscular e falta de controle motor²³. Foram encontradas diferenças entre os grupos para o tempo de apoio normalizado na sessão 2 com menor duração para as crianças com PC. Isso pode ser justificado por uma diminuição no tempo de apoio simples do membro plégico, já que essas crianças frequentemente apresentam quadro de fraqueza muscular e utilizam preferencialmente o membro não plégico como descrito anteriormente. Embora a diferença estatística só tenha acontecido no segundo dia de teste, o que pode ser um indício da variabilidade, pode-se observar que no primeiro dia as crianças com PC também apresentaram médias menores para duração do tempo de apoio. Sorsdahl, Moe-Nilsen e Strand⁸, em seu estudo com crianças com PC, afirmam que o tempo de apoio simples do membro plégico é menor do que a duração do apoio simples do membro não plégico. Abel e Damiano²⁶ encontraram tempos maiores para a duração do apoio e menores para o tempo de balanço para crianças normais.

Para o comprimento do passo valores normalizados houve diferença significativa entre o comprimento do passo das crianças normais e o comprimento do passo plégico das crianças com PC para os dois dias. No entanto, para os valores absolutos, somente o segundo dia de teste mostrou diferença significativa para esse parâmetro. Esse resultado, novamente, reforça a presença de alterações no desenvolvimento motor que essas crianças apresentam em relação a crianças normais e mostra o comprometimento da habilidade do andar.

Com relação à comparação intragrupo, somente os valores de tempo de apoio e balanço normalizados mostraram diferenças significativas para o grupo de crianças normais entre os dois dias de testes, o que não aconteceu para as crianças com PC. Essa diferença pode ser justificada pela variabilidade natural do sujeito, já que as crianças normais, por apresentarem melhor controle motor, apresentam maior repertório motor e

uma maior capacidade de modificar o padrão de locomoção. Stolze et al.⁹ encontraram para crianças normais diferenças significativas, para os dois dias de teste, somente para a duração do tempo de apoio. Os autores justificam que a leve diminuição do tempo de apoio pode ser devido a um pequeno aumento na velocidade no segundo dia de teste, devido à familiarização do sujeito ao protocolo. No presente estudo, houve leve aumento na duração do tempo de apoio, que também pode ser explicado pela pequena diminuição da velocidade no segundo dia de teste. Mackey et al.³ avaliaram os parâmetros espaço-temporais de crianças com PC do tipo hemiplegia com idade semelhante a do presente estudo. Os autores afirmam não ter encontrado diferença significativa entre os parâmetros comprimento do passo, comprimento do ciclo, cadência e velocidade, concordando com os resultados do presente estudo.

De acordo com os resultados, pode-se notar que o ICC mostrou níveis de repetibilidade excelente para todos os parâmetros analisados quando as médias de seis tentativas dos dois dias de teste são comparadas, exceto para cadência e tempo de apoio para as crianças normais que apresentaram repetibilidade moderada. No entanto, os limites de concordância de Bland-Altman exibiram variações aceitáveis dos limites de concordância para todos os parâmetros analisados, o que é indicativo de boa repetibilidade dos dados.

Thorpe, Dusing e Moore²², analisando a repetibilidade dos parâmetros espaço-temporais da marcha de crianças normais, encontraram para crianças de 4 a 8 anos níveis de repetibilidade, ou seja, valores de ICC de moderado a excelente: velocidade (0,74), cadência (0,84), comprimento do passo (0,82), comprimento do ciclo (0,81). Para crianças de 8 a 11 anos, encontraram repetibilidade de pobre a excelente: velocidade (0,73), cadência (0,93), comprimento do passo (0,40) e comprimento do ciclo (0,41). Os autores justificam que o nível de repetibilidade pobre, no comprimento do passo e do ciclo, para essa faixa etária pode ser devido ao fato de essas crianças estarem mais à vontade no segundo dia de teste e andaram com maior velocidade.

Embora os valores de ICC tenham apresentado níveis de repetibilidade excelente para a maioria dos parâmetros, pode-se observar que as crianças normais mostraram uma tendência a valores de ICC menores do que as crianças com PC. A justificativa pode se basear no fato de que as crianças com PC apresentam menor liberdade de movimento, portanto uma menor variabilidade natural do padrão de locomoção, o que aumenta a capacidade de reproduzir o mesmo movimento em uma nova sessão.

Na análise da marcha de crianças com PC com faixa etária de 2 a 15 anos, Sorsdahl, Moe-Nilssen e Strand⁸, embora tenham utilizado um protocolo diferente, encontraram repetibilidade excelente, ou seja, ótimos níveis de ICC para as variáveis: cadência (0,94), comprimento do passo plégico (0,95), comprimento do ciclo (0,94) e tempo de apoio simples (0,89). Maynard et al.³¹ sugerem que o mínimo de três ciclos da marcha deve ser utilizado como média quando se quer avaliar a repetibilidade. No entanto, Steinwender et al.²⁴ compararam a repetibilidade da marcha de crianças normais e com PC utilizando a média de dez tentativas, e ambos os grupos demonstraram alta variabilidade.

Conclusões

Os resultados demonstraram que as crianças com PC apresentaram menor velocidade e comprimento do ciclo do que as crianças normais para as sessões 1 e 2. Tanto as crianças normais quanto as crianças com PC apresentaram repetibilidade de excelente a moderada para todos os parâmetros analisados. Considerando-se os resultados obtidos neste estudo, verifica-se que os parâmetros da marcha registrados em laboratório com uma semana de intervalo apresentam repetibilidade suficiente, servindo como referência para fins de comparação tanto para crianças normais como para crianças com PC do tipo hemiplegia espástica, quando seis tentativas são utilizadas.

Referências bibliográficas

1. Bobath K. Uma base neurofisiológica para o tratamento da paralisia cerebral. 2ª ed. São Paulo: Manole; 1984.
2. Yokochi K, Yokochi M, Kodama K. Motor function of infants with spastic hemiplegia. *Brain Dev.* 1995;17(1):42-8.
3. Mackey AH, Walt SE, Lobb GA, Stott SN. Reliability of upper and lower limb three-dimensional kinematics in children with hemiplegia. *Gait Posture.* 2005;22(1):1-9.
4. O'Byrne JM, Jenkinson A, O'Brien TM. Quantitative analysis and classification of gait patterns in cerebral palsy using a three-dimensional motion analyser. *J Child Neurol.* 1998;13(3):101-8.
5. DeLuca PA, Davis RB 3rd, Ounpuu S, Rose S, Sirkin R. Alterations in surgical decision making in patients with cerebral palsy based on three-dimensional gait analysis. *J Pediatr Orthop.* 1997;17(5):608-14.
6. Doderlein L, Wolf S. Der Stellenwert der instrumentellen Ganganalyse bei der infantilen Zerebralparese. *Orthopäde.* 2004;33(10):1103-18.
7. Gage JR. Gait analysis. An essential tool in the treatment of cerebral palsy. *Clin Orthop Relat Res.* 1993;288:126-34.
8. Sorsdahl AB, Moe-Nilssen R, Strand LI. Test-retest reliability of spatial and temporal gait parameters in children with cerebral palsy as measured by an electronic walkway. *Gait Posture.* 2008;27(1):43-50.

9. Stolze H, Kuhtz-Buschbeck JP, Mondwurf C, Johnk K, Friege L. Retest reliability of spatiotemporal gait parameters in children and adults. *Gait Posture*. 1998;7(2):125-30.
10. Bruton A, Conway JH, Holgate ST. Reliability: what is it, and how is it measured? *Physiotherapy*. 2000;86(2):94-9.
11. Barker S, Craik R, Freedman W, Herrmann N, Hillstrom H. Accuracy, reliability, and validity of a spatiotemporal gait analysis system. *Med Eng Phys*. 2006;28(5):460-7.
12. Kirkpatrick M, Wytch R, Cole G, Helms P. Is the objective assessment of cerebral palsy gait reproducible? *J Pediatr Orthop*. 1994;14(6):705-8.
13. Skaggs DL, Rethlefsen SA, Kay RM, Dennis SW, Reynolds RA, Tolo VT. Variability in gait analysis interpretation. *J Pediatr Orthop*. 2000;20(6):759-64.
14. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Guia para validação de métodos analíticos e bioanalíticos. Resolução RE nº 899, de 29/05/2003.
15. Kadaba MP, Ramakrishnan HK, Wootten ME, Gainey J, Gorton G, Cochran GV. Repeatability of kinematic, kinetic, and electromyographic data in normal adult gait. *J Orthop Res*. 1989;7(6):849-60.
16. O'Malley MJ. Normalization of temporal-distance parameters in pediatric gait. *J Biomech*. 1996;29(5):619-25.
17. Stansfield BW, Hillman SJ, Hazlewood ME, Lawson AM, Mann AM, Loudon IR, et al. Normalisation of gait data in children. *Gait Posture*. 2003;17(1):81-7.
18. David AC. Aspectos biomecânicos do andar em crianças: cinemática e cinética. [Tese]. Santa Maria (RS). Universidade Federal de Santa Maria – UFSM; 2000.
19. Menz HB, Latt MD, Tiedemann A, Mun San Kwan M, Lord SR. Reliability of the GAITRite walkway system for the quantification of temporospatial parameters of gait in young and older people. *Gait Posture*. 2004;20(1):20-5.
20. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*. 1986;1(8476):307-10.
21. Monaghan K, Delahunt E, Caulfield B. Increasing the number of gait trial recordings maximises intra-rater reliability of the CODA motion analysis system. *Gait Posture*. 2007;25(2):303-15.
22. Thorpe DE, Dusing SC, Moore CG. Repeatability of temporospatial gait measures in children using the GAITRite electronic walkway. *Arch Phys Med Rehabil*. 2005;86(12):2342-6.
23. Sutherland DH, Olshen R, Cooper L, Woo SL. The development of mature gait. *J Bone Joint Surg Am*. 1980;62(3):336-53.
24. Steinwender G, Saraph V, Scheiber S, Zwick EB, Uitz C, Hackl K. Intrasubject repeatability of gait analysis data in normal and spastic children. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2000;15(2):134-9.
25. Fonseca LF, Pianetti G, Xavier CC. *Compêndio de neurologia infantil*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2002.
26. Abel MF, Damiano DL. Strategies for increasing walking speed in diplegic cerebral palsy. *J Pediatr Orthop*. 1996;16(6):753-8.
27. Pirpiris M, Wilkinson AJ, Rodda J, Nguyen TC, Baker RJ, Nattrass GR, et al. Walking speed in children and young adults with neuromuscular disease: comparison between two assessment methods. *J Pediatr Orthop*. 2003;23(3):302-7.
28. Raimundo AKS, Dini PD, David AC, Moreira D. Comparação da velocidade da marcha de crianças saudáveis em dois ambientes. *Efdeportes [periódico da internet]*. 2006 Agosto. [acesso em 20/08/2007; 11(99):[aproximadamente 3p]. Disponível em: URL: <http://www.efdeportes.com/efd99/marcha.htm>
29. Chagas EF, Tavares MCGCF. A simetria e transferência de peso do hemiplégico: relação dessa condição com o desempenho de suas atividades funcionais. *Rev Fisioter Univ São Paulo*. 2001;8(1):40-50.
30. Steinwender G, Saraph V, Zwick EB, Steinwender C, Linhart W. Hip locomotion mechanisms in cerebral palsy crouch gait. *Gait Posture*. 2001;13(2):78-85.
31. Maynard V, Bakheit AM, Oldham J, Freeman J. Intra-rater and inter-rater reliability of gait measurements with CODA mpx30 motion analysis system. *Gait Posture*. 2003;17(1):59-67.