

## DIFERENÇAS NOS PARÂMETROS CINEMÁTICOS NA MARCHA EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES COM PARALISIA CEREBRAL HEMIPLÉGICA

*Differences in the gait kinematic parameters in  
children and teenagers with hemiplegic cerebral  
palsy*

**RESUMO:** A paralisia cerebral (PC) gera limitações devido a desordens motoras e problemas musculoesqueléticos, sendo a hemiplegia uma das principais sequelas. A marcha hemiplégica pode comprometer o sistema musculoesquelético na infância com repercussões e desequilíbrios musculares na fase adulta. Objetivo: Avaliar os parâmetros cinemáticos da marcha de crianças e adolescentes com paralisia cerebral hemiplégica espástica e verificar se existem diferenças quanto ao lado da sequela (direita ou esquerda). Participaram do estudo 37 crianças e adolescentes, ambos os sexos, com idades entre cinco e 16 anos, com diagnóstico clínico de PC (GMFCS nível I e II), avaliados no Laboratório de Movimento da Universidade Estadual de Goiás. Foram mensurados peso, altura e antropometria da pelve e membros inferiores. Foram posicionados marcadores reflexivos em pontos anatômicos específicos e realizada a avaliação tridimensional da marcha. A amostra foi dividida em dois grupos: grupo 1, com hemiplegia à direita (n=20) e o grupo 2, com hemiplegia à esquerda (n=17). Dentre os parâmetros de marcha analisados neste estudo houve diferença significativa entre os grupos quanto ao comprimento do passo (p=0,00), período do passo (p=0,02), largura da passada (p=0,05) e resposta à carga (p=0,00) do membro não parético. Não houve diferenças estatísticas entre os grupos para o membro parético. Conclusões: Os achados revelaram que os indivíduos hemiplégicos à esquerda apresentaram pior equilíbrio dinâmico do membro parético, prolongam a fase de apoio no membro não-parético, e também possuem maior velocidade na marcha. Porém indivíduos hemiplégicos à direita necessitam de mais tempo para a adaptação na resposta à carga.

**Palavras-chave:** Lesão cerebral. Locomoção. Biomecânica.

**ABSTRACT:** Cerebral palsy (CP) generates limitations due musculoskeletal and motor disorders, being hemiplegia one of its main consequences. The hemiplegic gait may affect the musculoskeletal system in childhood, which may create muscle imbalance in adulthood. Objective: To assess the kinematic parameters of gait in children and adolescents with spastic hemiplegic cerebral palsy and verify if there is any difference in which concerns the side of the body affected (right or left). The study included 37 children and adolescents, both sexes, aged between 5 and 16 years with a clinical diagnosis of CP (GMFCS levels I and II), evaluated by the Movement Laboratory of the State University of Goiás. They were submitted to height and weight measurements and anthropometric evaluation of the pelvis and lower limbs. Reflective markers were placed at specific anatomical points and the three-dimensional gait analysis was performed. The sample was divided into two groups: group 1, with right hemiplegia (n=20) and group 2, with left hemiplegia (n=17). Among the gait parameters analyzed in this study, there was a significant difference between the groups regarding stride length (p=0.00), step period (p=0.02), stride width (p=0.05) and response to load (p=0.00) of the non-paretic limb. There were no statistical differences between the groups for the paretic limb. Conclusion: The findings showed that the left hemiplegic individuals had worse dynamic balance control of the paretic limb, an increased support phase on the non-paretic limb and faster gait speed. However, right hemiplegic individuals require more time to adapt when responding to load.

**Keywords:** Cerebral lesion. Locomotion. Biomechanics.

**Cibelle Kayenne Martins Roberto  
Formiga<sup>1</sup>**

**Flávia Martins Gervásio<sup>1</sup>**

**Tânia Cristina Dias da Silva-Hamu<sup>1</sup>**

**Flávia Liara Massaroto Cessel  
Chagas<sup>1</sup>**

**Raiane Pereira Reis<sup>1</sup>**

**Darlan Martins Ribeiro<sup>1,2</sup>**

**João Alírio Teixeira da Silva Junior<sup>2</sup>**

**Geert J Savelsbergh<sup>3</sup>**

1- Universidade Estadual de Goiás, Goiás,  
Brasil;

2- Centro de Reabilitação e Readaptação Dr  
Henrique Santillo, Goiás, Brasil;

3- Vrije University Amsterdam, Holanda.

E-mail: cibellekayenne@gmail.com

**Recebido em:** 26/06/2018

**Revisado em:** 20/07/2018

**Aceito em:** 07/08/2018

## INTRODUÇÃO

A paralisia cerebral (PC) trata-se de um conjunto de distúrbios permanentes do desenvolvimento do movimento e postura. Ela gera limitação da atividade devido a desordens motoras juntamente com problemas musculoesqueléticos, tais como o encurtamento e atrofia muscular, deformidades ósseas e desvios posturais<sup>1</sup>. Os pacientes que conseguem adquirir a marcha podem sofrer interferência devido ao aumento da espasticidade, contraturas articulares, dor no joelho e deterioração da força muscular<sup>2</sup>.

A compreensão das deficiências motoras na PC pode melhorar o planejamento da reabilitação desses pacientes, especialmente no período da infância<sup>3</sup>. A análise de marcha é muito utilizada para estudar a função motora dos membros inferiores e identificar problemas biomecânicos<sup>4,5</sup>.

Um dos principais acometimentos da PC é a hemiplegia, onde um lado do corpo, membro superior e inferior, direito ou esquerdo é afetado. Estudos apontam diferenças entre crianças com PC com sequelas à direita e esquerda, principalmente em déficits sensorial, verbais e motores. A marcha da criança com hemiplegia pode gerar desequilíbrios musculoesqueléticos que podem vir a comprometer seu desenvolvimento e postura com impacto na idade adulta<sup>3</sup>.

Nesta condição ocorre perda da seletividade muscular durante a realização dos movimentos o que interfere na execução de movimentos automáticos como a marcha<sup>6,7</sup>. Desta forma, estratégias compensatórias são ativadas para manter a funcionalidade e permitir a locomoção. Os desvios da marcha

podem ser divididos em primários, diretamente relacionados à patologia e secundários, devidos às compensações do desvio primário<sup>8</sup>.

Na literatura encontram-se poucos estudos de crianças com PC do tipo hemiplégica que analisam a diferença entre as variáveis espaço-temporais da marcha em indivíduos hemiplégicos à direita e a esquerda. Sabe-se que indivíduos hemiplégicos apresentam assimetria desses parâmetros, porém ainda não é bem investigado se há diferença quando o hemicorpo afetado é o direito ou o esquerdo<sup>3,4,9</sup>.

Considerando a importância do estudo da marcha para a reabilitação motora e o impacto da hemiplegia no desenvolvimento musculoesquelético na infância, o objetivo do estudo foi avaliar os parâmetros cinemáticos da marcha de crianças e adolescentes com paralisia cerebral hemiplégica espástica e verificar se existem diferenças quanto ao lado da sequela (direito ou esquerdo).

## MÉTODOS

### Participantes

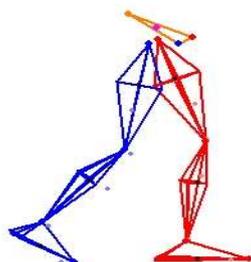
A amostra foi composta por 37 crianças e adolescentes, brasileiros, ambos os sexos, com idades entre 5 e 16 anos (5 a 12 anos = 28 participantes / 13 aos 16 anos = 09 participantes), com diagnóstico clínico de Paralisia Cerebral (PC), avaliados no Laboratório de Movimento Dr. Cláudio de Almeida Borges da Universidade Estadual de Goiás (LAMO-UEG). O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de Brasília, Brasil, número CEP-FM 041/2006. Os critérios de inclusão foram paralisia cerebral hemiparética espástica congênita, indivíduo capaz de levantar e andar

independente, sem o uso de dispositivos de assistência para andar (GMFCS nível I e II) e idade entre 5-16 anos de idade. Foram excluídos pacientes que utilizaram medicamentos para a redução da espasticidade, pacientes submetidos a qualquer tipo de cirurgia nos membros inferiores, pacientes que apresentassem ataxia, atetose e retardo mental.

### Procedimentos para análise tridimensional da marcha

A avaliação da marcha segue uma rotina de preparação e execução dos exames no LAMOV-UEG, onde o ambiente para o exame é preparado através da sincronização das câmeras e calibração do sistema. Inicialmente, são mensurados peso e altura. Em seguida todos os pacientes passam por uma avaliação antropométrica da pelve e membros

inferiores de acordo com o protocolo de exigência do software ViconPeak® 9.2. São realizadas 19 medidas que incluem nove pontos em cada perna (comprimentos da coxa, perna e pé, a circunferência da coxa e da perna, diâmetro do joelho, altura do maléolo lateral e largura do pé) e a distância entre as espinhas ilíacas anterossuperiores. Em seguida, são posicionados marcadores reflexivos em pontos anatômicos específicos (espinhas ilíacas antero-superiores, sacro, ponto médio do comprimento da coxa e da perna, linha articular do joelho, maléolo lateral, cabeça do segundo metatarso e calcâneo). Os pacientes são instruídos a fazer o percurso do exame três vezes para familiarização do uso dos marcadores e procedimento no ambiente do laboratório. Após essas instruções o exame é coletado e registrado (Figura 1).



**Figura 1.** Visualização tridimensional da coleta do exame de marcha

Através dos marcadores reflexivos foram estabelecidas no sistema as coordenadas tridimensionais da pelve, coxa, perna e pés. Utilizou-se 06 câmeras infravermelhas Pulnix® (modelo TM 6701AN), e os resultados da cinemática eram obtidos através de uma taxa de captura de 120 Hz/s. A identificação dos marcadores e o cálculo das variáveis foram realizados pelo sistema VICON MOTUS® 9.2 (VICONPEAK, Oxford Métricas Inc. EUA).

### Análise de dados

A análise estatística foi realizada utilizando o programa Statistical Package for Social Sciences (SPSS) versão 23.0 (Chicago, IL). Os testes de comparação de grupos foram aplicados conforme a necessidade (Teste-T, Mann-Whitney e Qui-quadrado) considerando as características da amostra para o grupo com hemiplegia D e E. Foram selecionadas as seguintes variáveis de análise: velocidade, cadência, duplo suporte, simples suporte, comprimento do passo e passada, período de

apoio e balanço, período do passo e da passada, largura da passada, resposta à carga e pré-balanço.

1 com hemiplegia à direita (n=20) e o grupo 2 com hemiplegia à esquerda (n=17). Na tabela 1 é apresentada a caracterização dos grupos. Os grupos se mostraram heterogêneos em relação à idade, peso, altura, IMC, gênero e GMFCS.

## RESULTADOS

A amostra foi dividida em 2 grupos de acordo com o lado da seqüela. Sendo o grupo

**Tabela 1** – Características da amostra do estudo (n=37)

Características	Grupo 1 (n=20) Hemiplegia D	Grupo 2 (n=17) Hemiplegia E	p
<b>Idade</b> (média e DP)	10,8 ± 2,46	10,18 ± 3,39	0,62
<b>Peso</b> (média e DP)	36,08 ± 14,10	37,74 ± 14,49	0,71**
<b>Altura</b> (média e DP)	1,45 ± 0,17	1,43 ± 0,21	0,94**
<b>IMC</b> (média e DP)	16,55 ± 3,02	17,67 ± 3,18	0,28
<b>Gênero</b>			0,09*
Feminino	71,4% (n=10)	28,6% (n=4)	
Masculino	43,5% (n=10)	56,5% (n=13)	
<b>Classificação GMFCS</b>			0,21*
Nível I	70% (n=7)	30% (n=3)	
Nível II	48,1% (n=13)	51,9% (n=14)	

**Legenda:** DP - desvio padrão; IMC – Índice de massa corporal; GMFCS - (Gross Motor Function Classification System; \* - Qui-quadrado; \*\* - Mann-Whitney.

Para os parâmetros de marcha analisados neste estudo, os resultados revelaram que só houve diferença significativa entre os grupos quando comparamos comprimento do passo (p=0,00), período do passo (p=0,02), largura da passada (p=0,05) e resposta à carga (p=0,00) do membro não parético. Não houve diferenças estatísticas entre os grupos para o membro parético.

Dentre as variáveis que obtiveram significância estatística observamos que largura da passada (0,16±0,02), comprimento (0,58±0,03) e período do passo (0,55±0,08) foi maior no grupo 2. Já a variável de resposta à carga foi maior no grupo 1 (0,16±0,04).

O comprimento da passada foi maior no grupo 2 tanto no membro parético (1,14±0,04) quanto no não-parético (1,14±0,05).

O valor do período da passada foi maior no membro parético do grupo 1 (1,18±0,04), que significa que o grupo 1 permaneceu mais tempo apoiado no membro parético do que o grupo 2. E quando analisamos o período de apoio do membro parético entre os grupos isto é confirmado (grupo 1: 0,71±0,03; grupo 2: 0,69±0,02).

A cadência se apresentou mais alta no grupo 2 no membro parético (109,71±13,93) e não-parético (108,39±16,79). O grupo 2 adquiriu velocidade mais alta no membro parético (1,03±0,22) e não parético (1,03±0,19). Na variável de período do balanço ocorreu o mesmo o grupo 2 obteve maior valor no membro parético (61,96±3,06) e não-parético (64,60±3,36). No membro parético o grupo 1

permanece mais tempo no pré-balanço ( $0,20 \pm 0,19$ ).

O período do duplo suporte aumenta durante o apoio do membro parético em ambos os grupos (grupo 1:  $0,29 \pm 0,02$ ; grupo 2:  $0,29 \pm 0,01$ ). No grupo 2 o simples suporte apresenta-se aumentado no membro não-

parético ( $0,47 \pm 0,09$ ). Já no grupo 1, o simples suporte obteve valor maior no membro parético ( $0,61 \pm 0,84$ ). Isto sugere que os indivíduos com hemiplegia à esquerda (grupo 2) sobrecarrega mais o membro não-parético do que os hemiplégicos à direita (grupo 1).

**Tabela 2** – Parâmetros cinemáticos analisados na marcha dos participantes

Variáveis da Marcha	Membro não parético			Membro parético		
	Grupo 1 (n=20)	Grupo 2 (n=17)	p	Grupo 1 (n=20)	Grupo 2 (n=17)	p
	Média (DP)	Média (DP)		Média (DP)	Média (DP)	
Comp. da Passada (metros)	1,09 (0,02)	1,14 (0,04)	0,94 <sup>1</sup>	1,09 (0,05)	1,14 (0,05)	0,45 <sup>1</sup>
Período da Passada (segundos)	1,13 (0,18)	1,13 (0,18)	0,69	1,18 (0,04)	1,11 (0,03)	0,57 <sup>1</sup>
Cadência (passos/minuto)	103,12 (27,88)	108,39 (16,79)	0,50	98,73 (27,20)	109,71 (13,93)	0,14
Comp. do Passo (metros)	0,51 (0,02)	0,58 (0,03)	<0,001 <sup>1*</sup>	0,56 (0,10)	0,55 (0,09)	0,93
Período do Apoio (segundos)	0,72 (0,16)	0,73 (0,11)	0,88	0,71 (0,03)	0,69 (0,02)	0,85 <sup>1</sup>
Período do Balanço (segundos)	62,80 (14,95)	64,60 (3,36)	0,63	57,55 (13,67)	61,96 (3,06)	0,20
Período do Passo (segundos)	0,47 (0,11)	0,55 (0,08)	0,02 <sup>*</sup>	0,64 (0,13)	0,56 (0,09)	0,82
Duplo Suporte (segundos)	0,28 (0,02)	0,26 (0,01)	0,79 <sup>1</sup>	0,29 (0,02)	0,29 (0,01)	0,75 <sup>1</sup>
Simple Suporte (segundos)	0,46 (0,13)	0,47 (0,09)	0,56	0,61 (0,84)	0,40 (0,08)	0,30
Largura da Passada (metros)	0,12 (0,01)	0,16 (0,02)	0,05 <sup>1*</sup>	0,14 (0,02)	0,11 (0,01)	0,22 <sup>1</sup>
Resposta a Carga (segundos)	0,16 (0,04)	0,11 (0,03)	<0,001 <sup>*</sup>	0,17 (0,20)	0,15 (0,02)	0,75
Pré-balanço (segundos)	0,15 (0,17)	0,15 (0,02)	0,99	0,20 (0,19)	0,13 (0,05)	0,14
Velocidade (metros/segundo)	0,96 (0,20)	1,03 (0,19)	0,34	0,98 (0,20)	1,03 (0,22)	0,50

**Legenda:** DP – desvio padrão; Comp. – comprimento; <sup>1</sup> - Mann-Whitney; \* -  $p \leq 0,05$ ; Grupo 1: hemiplegia à direita; Grupo 2: hemiplegia à esquerda.

## DISCUSSÃO

Neste estudo a largura da passada encontrou-se maior no grupo 2 (hemiplegia à esquerda) no membro não-parético ( $0,16 \pm 0,02$ ) e no membro parético ( $0,14 \pm 0,02$ ) no grupo 1

(hemiplegia à direita). O que corroborou com os achados na literatura, em que obtiveram valores menores na largura da passada no membro hemiplégico à direita quando comparado com a esquerda em sua amostra

de crianças com PC<sup>3</sup>. Esta variável é muito utilizada nos estudos de equilíbrio, pois se apresenta aumentada em indivíduos com déficit de equilíbrio<sup>10,11</sup>. Ou seja, isto sugere que o equilíbrio dinâmico do membro não-parético foi pior no grupo 2 e já no grupo 1 foi pior no membro parético.

O comprimento e período do passo se encontraram aumentado no membro não-parético no grupo 2 (hemiplégicos à esquerda). Este fato pode ser explicado devido os indivíduos hemiplégicos prolongarem a fase de apoio no membro não-parético, ou seja, eles irão permanecer por mais tempo e durante uma distância maior neste membro<sup>12</sup>. Esses achados corroboram com os encontrados na literatura em que crianças hemiparética por sequela da PC apresentam na maioria das vezes o comprimento de passo menor no membro hemiplégico à direita<sup>3</sup>.

Em um estudo com hemiparéticos pós acidente vascular encefálico no grupo que não utilizavam auxiliar de marcha, quando assumiam uma velocidade preferida encontraram valores de simples suporte (membro parético:  $0,40 \pm 0,04$ , membro não-parético:  $0,48 \pm 0,11$ ) que se aproximam aos encontrados nesse estudo, principalmente do grupo 2 (membro parético:  $0,40 \pm 0,08$ , membro não-parético:  $0,47 \pm 0,09$ )<sup>13</sup>.

Um estudo comparou a velocidade entre indivíduos hemiplégicos à direita e à esquerda. E sempre os hemiplégicos à direita obtiveram velocidade mais alta. Neste estudo obtivemos resultados contrários. O grupo de hemiplégicos à esquerda (grupo 2) obteve velocidade mais alta tanto no membro parético ( $1,03 \pm 0,22$ ) quanto no não-parético ( $1,03 \pm 0,19$ )<sup>3</sup>. Porém essas diferenças não foram

estatisticamente significativas o que confirma com achados na literatura de um estudo que avaliou diferenças entre crianças hemiplégicas à direita e à esquerda<sup>9</sup>.

Neste estudo observamos que o membro parético de indivíduos hemiplégicos à direita (grupo 1) precisaram de maior tempo na resposta à carga ( $0,16 \pm 0,04$ ) quando comparado ao grupo 2 ( $p < 0,001$ ). Isto pode ocorrer devido à distribuição das funções entre os hemisférios cerebrais. Pacientes com lesão do hemisfério esquerdo tendem apresentar um prejuízo maior das atividades motoras que requerem planejamento. Visto que a resposta à carga é uma tarefa importante na marcha, onde as forças são recepcionadas e redistribuídas no corpo o indivíduo com hemiplegia a direita necessita de mais tempo para adaptação nessa tarefa<sup>14,15,16</sup>.

Para este estudo os indivíduos hemiplégicos à esquerda obtiveram velocidade mais alta o que divergiu da literatura. Porém indivíduos hemiplégicos à direita necessitam de mais tempo para a adaptação na resposta à carga. Ainda há poucos estudos sobre as diferenças entre os membros (parético e não parético) em relação ao hemicorpo afetado. Então para que se entenda melhor o comportamento das variáveis espaço-temporais da marcha em crianças e adolescentes com paralisia hemiplégica são necessários novos estudos com uma padronização das variáveis mais importantes a serem analisadas para esta população.

## CONCLUSÃO

De acordo com os resultados dessa pesquisa concluímos que os indivíduos hemiplégicos à esquerda apresentaram nessa

amostra um pior equilíbrio dinâmico do membro parético. As crianças e adolescentes hemiplégicos à esquerda tendem a prolongar a fase de apoio no membro não-parético. Os resultados do presente estudo podem ser de grande aplicabilidade para pesquisadores e profissionais que se dedicam a atuar junto a pacientes com paralisia cerebral, especialmente crianças e adolescentes com hemiplegia decorrentes deste diagnóstico.

## REFERÊNCIAS

1. Tugui RD; Antonescu D. Cerebral Palsy Gait, Clinical Importance. *Maedica* 2013; 8(4):388-393.
2. Mockford M, Caulton JM. The pathophysiological basis of weakness in children with cerebral palsy. *Pediatr Phys Ther* 2010:222-233.
3. Galli M, Cimolin V, Rigoldi C, Tenore N, Albertini G. Gait patterns in hemiplegic children with Cerebral Palsy: Comparison of right and left hemiplegia. *Res Dev Disabil* 2010;31:1340-1345.
4. Dini PD; David AC. Repetibilidade dos parâmetros espaço-temporais da marcha: comparação entre crianças normais e com paralisia cerebral do tipo hemiplegia espástica. *Rev Bras Fisioter* 2009; 13(3):215-222.
5. Harvey A; Gorter JW. Video gait analysis for ambulatory children with cerebral palsy: Why, when, where and how! *Gait Posture* 2011; 33:501-503.
6. Luvizutto GJ, Gameiro MO. Efeito da espasticidade sobre os padrões lineares de marcha em hemiparéticos. *Fisioter Mov* 2011;24(4):705-12.
7. Trindade APNT, Barboza MA, Oliveira FB, Borges APO. Influência da simetria e transferência de peso nos aspectos motores após Acidente Vascular Cerebral. *Rev Neurociênc* 2011;19(1):61-67.
8. Schmid S, Schweizer K, Romkes J, Lorenzetti S, Brunner R. Secondary gait deviations in patients with and without neurological involvement: A systematic review. *Gait Posture* 2013;37:480-493.
9. Feng J, Pierce R, Do KP, Aiona M. Motion of the center of mass in children with spastic hemiplegia: Balance, energy transfer, and work performed by the affected leg vs. the unaffected leg. *Gait Posture* 2014;39:570-576.
10. Hollman JH, McDade EM, Petersen RC. Normative spatiotemporal gait parameters in older adults. *Gait Posture* 2011;34:111-118.
11. Schinkel-Ivy A, Inness EL, Mansfield A. Relationships between fear of falling, balance confidence, and control of balance, gait, and reactive stepping in individuals with sub-acute stroke. *Gait Posture* 2016; 43:154-159.
12. Jerônimo BP; Silveira JA; Borges MBS; Dini PD; David AC. Variáveis espaço-temporais da marcha de crianças com paralisia cerebral submetidas a eletroestimulação no músculo tibial anterior. *Rev Bras Fisioter* 2007; 11(4):261-266.
13. Chisholm AE, Perry SD, McIlroy WE. Inter-limb centre of pressure symmetry during gait among stroke survivors. *Gait Posture* 2011;33:238-243.
14. Perry J, Burnfield JM. *Gait analysis: normal and pathological function*. 2ª ed., Massachusetts: Slack, 2010.
15. Voos MC, Piemonte MEP, Valle LEP. Assimetrias funcionais em pacientes com hemiparesia: uma revisão da literatura. *Fisioter Pesq* 2007; 14(1):79-87.
16. Voos MC, Valle LEP. Estudo comparativo entre a relação do hemisfério acometido no acidente vascular encefálico e a evolução funcional em indivíduos destros. *Rev Brasileira de Fisioter* 2008; 12(2):113-120.