

Análise do equilíbrio estático e de deformidades nos pés de crianças com paralisia cerebral

Analysis of static balance and deformities on feet of children with cerebral palsy

Thaís Delamuta Ayres da Costa¹, Sebastião Marcos Ribeiro de Carvalho², Lígia Maria Presumido Bracciali³

Estudo desenvolvido no CEES – Centro de Estudos da Educação e Saúde, LABAM – Laboratório de Análise de Movimento da Faculdade de Filosofia e Ciências da UNESP – Universidade Estadual Paulista – Campus de Marília – Marília (SP), Brasil.

¹ Fisioterapeuta; Aprimoranda em Fisioterapia em Reabilitação do Portador de Deficiência Física Incapacitante – Instituto de Medicina Física e Reabilitação do Hospital das Clínicas da Universidade de São Paulo (IMREA-HCFMUSP) – São Paulo (SP), Brasil.

² Doutor; Professor-assistente da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP) – Campus de Marília no Departamento de Psicologia da Educação (DPE) – Marília (SP), Brasil.

³ Fisioterapeuta; Professora Livre-Docente na Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP) – Campus de Marília – Departamento de Educação Especial (DEE) – Marília (SP), Brasil.

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA:

Thais Delamuta Ayres da Costa
– Avenida Fioravante Cenedese,
382 – Artemis – CEP: 13432-006 –
Piracicaba (SP), Brasil – E-mail: thais.
delamuta@gmail.com

APRESENTAÇÃO:
maio 2010

ACEITO PARA PUBLICAÇÃO:
jan. 2011

FONTE DE FINANCIAMENTO:
Fundação de Amparo à Pesquisa do
Estado de São Paulo (FAPESP).

CONFLITO DE INTERESSE:
nada a declarar

Aprovação do Comitê de Ética em
Pesquisa (CEP) da FFC UNESP com
parecer favorável número 3762/2008.

RESUMO: O presente estudo analisou, por meio de um sistema de baropodometria, os tipos de pé, a influência da visão no equilíbrio estático na postura ortostática e a distribuição da pressão plantar em 16 crianças, de 6 a 15 anos, com diagnóstico de paralisia cerebral. Os resultados indicaram que o pé valgo foi o mais comum dentre os tipos de paralisia cerebral estudadas, diparesia espástica, hemiparesia espástica direita, hemiparesia espástica esquerda e ataxia; o equilíbrio estático na postura ortostática de olhos vendados apresentou maior instabilidade do que quando com os olhos abertos; a distribuição de pressão plantar não apresentou significância estatística e não houve correlação significativa entre a idade e as variáveis de equilíbrio e de distribuição da pressão plantar. Desse modo, conclui-se que a visão é um fator importante no controle postural de crianças com paralisia cerebral.

DESCRIPTORES: criança; paralisia cerebral; postura; deformidades do pé.

ABSTRACT: The present study analyzed through baropodometry system, the feet's types, the vision's influence during static balance on orthostatic posture and the plantar pressure distribution in 16 children, aged from 6 to 15 years-old with diagnostic of cerebral palsy. We noted that the valgus foot was more common on the sample studied, diparetic spastic, hemiparetic spastic right, and hemiparetic spastic left and ataxic; the static balance on orthostatic posture with closed eyes was more instable compared to the orthostatic posture with opened eyes. In relation to the distribution of plantar pressure, we did not observe statistical significance and there was no correlation between age and the balance's variables and the plantar pressure's distribution. Therefore, we concluded that the vision is an important factor on postural control in children with cerebral palsy.

KEYWORDS: child; cerebral palsy; posture; foot deformities.

INTRODUÇÃO

A paralisia cerebral (PC) é a causa mais comum de deficiência física na infância¹. É caracterizada como um grupo de distúrbios da postura e do movimento, atribuídos a distúrbios não-progressivos no encéfalo em desenvolvimento, os quais causam limitação de atividade².

Os déficits na PC incluem anormalidades do tônus muscular, do equilíbrio e da força muscular, além de ser comum o aparecimento de contraturas musculares e deformidades^{3,4}. Na PC, as deformidades como equinismo do tornozelo, valgismo e varismo do pé são as mais frequentes^{5,6}.

Assim, os déficits da PC provocam atraso no desenvolvimento do controle motor⁷ e nas respostas posturais⁸. Dessa forma, o controle postural, que é a função fundamental do controle motor e que está envolvido em muitas funções motoras, também se encontra debilitado⁹.

O controle postural envolve o controle da posição do corpo no espaço para o objetivo duplo de estabilidade e orientação¹⁰. Manter o equilíbrio, em condições estáticas, significa dizer que o centro de gravidade (CG) deve estar projetado na área de apoio¹¹. Para a manutenção do equilíbrio na posição ortostática, o sistema nervoso precisa manter organizadas as ações das articulações e dos músculos, isto é realizado graças às sinergias motoras^{12,13}.

Para descrever a organização neural, pode-se utilizar um modelo de organização de ajustes posturais chamado de gerador de padrão central (GPC)^{13,14}. O GPC pode ser dividido em dois níveis: o primeiro está envolvido na geração dos ajustes básicos de direção específica; e no segundo nível há o envolvimento das aferências vindas dos sistemas somatosensorial, visual e vestibular^{10,13,15,16}.

Para crianças com PC, um dos maiores desafios é a aquisição do controle postural, visto que o repertório motor da criança com PC é resultado da combinação de vários fatores: da maturação do sistema nervoso central (SNC), da interferência do meio, do aprendizado, da estimulação e das alterações decorrentes da lesão cerebral^{17,18}.

Assim, o presente estudo teve como objetivos: verificar se existe relação entre os tipos de PC com as características do pé (equino, valgo, varo, equinovalgo e equinovaro); analisar o equilíbrio estático na postura ortostática, com e sem o uso da visão, e o pico médio de pressão plantar em crianças com PC.

MÉTODO

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Filosofia e Ciências da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp), *Campus* de Marília, e recebeu parecer favorável número 3762/2008. Os responsáveis pelos participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido para a participação voluntária na pesquisa.

Foram adotados como critérios de inclusão de participantes: o diagnóstico de PC e conseguir manter-se na postura ortostática, sem apoio, por pelo menos dez minutos, tempo mínimo necessário para a realização da coleta. O critério de exclusão incluía não apresentar déficit visual.

Dessa forma, foram selecionadas para o estudo 20 crianças com sequelas da PC, dos gêneros masculino e feminino, com idades entre 6 a 15 anos. Todavia, quatro crianças foram excluídas do estudo por não conseguirem se manter na postura necessária durante a coleta, portanto, participaram do estudo 16 crianças. Todos os participantes eram de nível II, segundo o sistema de classificação motora grossa de paralisia cerebral (GMFCS).

Importante ressaltar a dificuldade de recrutar os participantes desta população, os quais se enquadrassem aos critérios de inclusão. O que pode justificar o tamanho reduzido da amostra deste estudo é também a variação dos tipos de PC.

Para a realização do estudo, foram utilizados os equipamentos: um sistema de baropodometria eletrônica MatScan, computador Pentium 500 mhz e balança Welmy R I W200. E os materiais: *softwares* Clinical Foot, Conformat Research 5.84 e Microsoft Excel.

A coleta de dados referente à distribuição da pressão plantar e do equilíbrio

estático foi realizada por meio de um sistema de baropodometria eletrônica, o qual, em contato com a sola do pé, na posição ortostática ou dinâmica, fornece dados qualitativos e quantitativos, ou seja, dados qualitativos sobre o formato do pé e quantitativos em relação à carga e à pressão da impressão plantar e sobre o deslocamento do centro de pressão (CP) de cada indivíduo¹⁹.

Para a coleta dos dados, inicialmente, verificou-se a massa corpórea do indivíduo. A seguir, o participante era orientado a ficar sobre a plataforma descalço, em posição ortostática, por nove segundos, para que fosse possível realizar a calibragem do equipamento pelo *software* Clinical Foot. Para isso, foi necessário digitar a massa corpórea do participante no *software*. Após calibragem, iniciou-se o registro no baropodômetro.

Foram realizados três registros com apoio bipodal e olhos abertos e três registros com apoio bipodal e olhos vendados, obedecendo-se os mesmos procedimentos. A criança em posição ortostática permaneceu na plataforma para registro de 200 *frames* de filme, aproximadamente cinco segundos.

A classificação dos pés das crianças em equino, valgo, varo, equinovalgo e equinovaro foi realizada por inspeção e pela análise do predomínio da distribuição de pressão plantar, obtida pelo sistema de baropodometria.

Para a análise dos dados, utilizou-se o *software* Conformat Research 5.84 para análise das oscilações do CP e da distribuição da pressão plantar.

O programa Microsoft Excel foi utilizado para a análise dos dados, com o uso de duas planilhas distintas. Uma que transcreveu os picos médios de pressão nos dois quadrantes de cada pé, nos quais as impressões plantares de cada participante foram divididas, e outra que calculou o deslocamento do CP dos participantes na posição ortostática.

Para calcular o deslocamento do CP, foram realizados os seguintes procedimentos: os dados coletados no programa MatScan eram salvos no modo ASCII; a seguir, eram exportados para o Excel e analisados por meio da fórmula:

$$CT_{inst}^2 = (Y_b - 0,8382) - (Y_a - 0,8382)^2 + (X_b - 0,8382) - (X_a - 0,8382)^2$$

Sendo,

CT_{inst} (cm): comprimento da trajetória do deslocamento do CP do ponto "a" ao ponto "b";

Y_b : ordenada anteroposterior final;

Y_a : ordenada anteroposterior inicial;

X_b : abscissa mediolateral final;

X_a : abscissa mediolateral inicial;

0,8382 (cm): distância entre os sensores¹⁹.

Assim, o comprimento da trajetória (CT) total do deslocamento do CP será obtido por meio da soma dos 200 " CT_{inst} " de cada teste: $CT = CT_{inst}$ (1º quadro) + CT_{inst} (2º quadro) + ... + CT_{inst} (200º quadro)¹⁹.

A amplitude do deslocamento anteroposterior (AP) do CP e a amplitude do deslocamento mediolateral (ML) do CP foram obtidas a partir da diferença entre o valor máximo e mínimo do deslocamento do CP, nos respectivos sentidos:

$$AP = (Y_{máx} - 0,8382) - (Y_{mín} - 0,8382) \text{ e } ML = (X_{máx} - 0,8382) - (X_{mín} - 0,8382)$$

Sendo,

AP (cm): amplitude do deslocamento anteroposterior do CP;

$Y_{máx}$: valor máximo da ordenada anteroposterior;

$Y_{mín}$: valor mínimo da ordenada anteroposterior;

ML (cm): amplitude do deslocamento médio-lateral do CP;

$X_{máx}$: valor máximo da abscissa mediolateral;

$X_{mín}$: valor mínimo da abscissa mediolateral;

0,8382 cm; distância entre os sensores¹⁹.

A unidade de medida utilizada foi centímetros (cm). Para calcular o pico médio de pressão, foram realizados os seguintes procedimentos: os dados coletados no programa MatScan eram salvos no modo ASCII; a seguir, eram exportados para o Excel e realizava-se a média dos picos de pressão dos 200

frames. A unidade de medida utilizada foi milímetros de mercúrio (mmHg).

Calculou-se a média obtida das três coletas com apoio bipodal e olhos abertos e das três coletas com apoio bipodal e olhos vendados. Em seguida, iniciou-se a análise estatística. Neste estudo, os dados foram agrupados em tabelas, por meio de frequências absolutas e porcentuais, número de indivíduos (n), média, desvio padrão (DP), valor mínimo, valor máximo, mediana e intervalo interquartilico IIQ. A verificação da normalidade dos dados foi realizada por meio do teste de Shapiro-Wilk²⁰. Para as variáveis numéricas, verificou-se a similaridade entre os grupos por meio do teste Wilcoxon para grupos dependentes. Para as análises de correlação, usou-se o teste de correlação de Spearman.

Adotou-se, para todos os testes, o nível de significância de 5% de probabilidade para a rejeição da hipótese de nulidade.

RESULTADOS

Nas Tabelas 1 e 2 encontram-se os dados referentes à análise da frequência da amostra estudada em relação ao tipo de PC e aos tipos de pé direito e esquerdo. Observa-se que, em todos os tipos de PC, o pé valgo foi o mais comum.

A Tabela 3 caracteriza os resultados das variáveis de equilíbrio, oscilações do CP, nas situações de olhos abertos e vendados observou-se que houve diferença estatisticamente significativa para a amostra estudada em relação ao comprimento trajetória total do CP ($p=0,010$), amplitude de deslocamento mediolateral ($p=0,015$) e na amplitude de deslocamento anteroposterior ($p=0,03$). Em todas essas situações, a trajetória percorrida foi menor com os olhos abertos do que com os olhos vendados.

As Tabelas 4 e 5 indicam a análise estatística comparativa do pico médio de pressão no antepé e retopé dos pés direito e esquerdo, com olhos abertos e

Tabela 1. Análise da distribuição da frequência da amostra em relação ao tipo de PC e o tipo de pé direito (D)

Pé D	Ataxia		Diparesia espástica		Hemiparesia espástica direita		Hemiparesia espástica esquerda	
	f	%	f	%	f	%	f	%
Equino	0	0	1	16,7	0	0	0	0
Valgo	3	100	4	66,67	4	100	3	100
Varo	0	0	1	16,7	0	0	0	0
Total	3	100	6	100	4	0	3	100

f: frequência; %: porcentual.

Tabela 2. Análise da distribuição da frequência da amostra em relação ao tipo de PC e o tipo de pé esquerdo (E)

Pé E	Ataxia		Diparesia espástica		Hemiparesia espástica direita		Hemiparesia espástica esquerda	
	f	%	f	%	f	%	f	%
Equino	0	0	1	16,67	0	0	0	0
Equinovalgo	0	0	1	16,67	0	0	0	0
Valgo	3	100	2	33,3	3	75	3	100
Varo	0	0	2	33,3	1	25	0	0
Total	3	100	6	100	4	0	3	100

f: frequência; %: porcentual.

Tabela 3. Distribuição dos dados para as variáveis de equilíbrio em estudo, por meio do número de indivíduos (n), média, desvio padrão (DP), mediana, valor p para o teste de Wilcoxon

	n	Média	DP	Mediana	Valor p*
TTOA	16	20,4	7,9	19,3	0,01
TTOF (cm)	16	23,7	8	22,9	
AMLOA	16	2,6	1,2	2,2	0,01
AMLOF (cm)	16	3,5	1,5	3,5	
AAPOA	16	2,8	1,5	2,6	0,03
AAPOF (cm)	16	3,2	1,4	3,2	

TTOA: trajetória total olhos abertos; TTOF: trajetória total olhos fechados; AMLOA: amplitude médio-lateral olhos abertos; AMLOF: amplitude médio-lateral olhos fechados; AAPOA: amplitude anteroposterior olhos abertos; AAPOF: amplitude anteroposterior olhos fechados; OA: olhos abertos; OF: olhos fechados; cm: centímetros.

Tabela 4. Distribuição dos dados para as variáveis de distribuição da pressão plantar direita em estudo por meio do número de indivíduos (n), média, desvio-padrão (DP), mediana, valor p para o teste de Wilcoxon

	n	Média	DP	Mediana	Valor p*
PMPAPDOA (mmHg)	16	445,69	455,79	334,8	0,64
PMPAPDOF (mmHg)	16	415,53	376,82	318,96	
PMPRPDOA (mmHg)	15**	449,91	205,86	440,72	0,95
PMPRPDOF (mmHg)	15**	419,49	225,12	375,14	

PMPAPDOA: pico médio de pressão antepé direito olhos abertos; PMPAPDOF: pico médio de pressão antepé direito olhos fechados; PMPRPDOA: pico médio de pressão retopé direito olhos abertos; PMPRPDOF: pico médio de pressão retopé direito olhos fechados; OA: olhos abertos; OF: olhos fechados; mmHg: milímetros de mercúrio; ** Para PMPRPDOA e PMPRPDOF, o n foi de 15 pela presença do pé equino D de um dos participantes.

Tabela 5. Distribuição dos dados para as variáveis de distribuição da pressão plantar esquerda em estudo, por meio do número de indivíduos (n), média, desvio padrão (DP), mediana e intervalo interquartilico (IIQ), valor p para o teste de Wilcoxon, comentário segundo os subgrupos

	n	Média	DP	Mediana	Valor p*
PMPAPEOA (mmHg)	16	377,22	430,66	230,25	0,37
PMPAPEOF (mmHg)	16	405,06	412,19	257,23	
PMPRPEOA (mmHg)	14**	548,45	292,28	449,45	0,73
PMPRPEOF (mmHg)	14**	539,7	277,51	519,51	

PMPAPEOA: pico médio de pressão antepé esquerdo olhos abertos; PMPAPEOF: pico médio de pressão antepé esquerdo olhos fechados; PMPRPEOA: pico médio de pressão retopé esquerdo olhos abertos; PMPRPEOF: pico médio de pressão retopé esquerdo olhos fechados; OA: olhos abertos; OF: olhos fechados; mmHg: milímetros de mercúrio; ** Para PMPRPEOA e PMPRPEOF, o n foi de 14 pela presença dos pés equino E e equinovalgo E de dois dos participantes.

fechados, e demonstram que não houve diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$).

Observa-se que não houve correlação estatisticamente significativa entre as variáveis de equilíbrio e a idade e também entre as variáveis de distribuição da pressão plantar e a idade.

DISCUSSÃO

Em relação ao tipo de pé para Fucs²¹, o pé valgo é mais frequente nos diparéticos, enquanto que, para Duffy⁴, o varo é mais comum nos hemiparéticos. Os resultados encontrados no presente estudo mostram os diparéticos, com maior número de pés valgos, e os hemiparéticos, apesar de também apresentarem pé varo, o valgo foi o mais comum, o que coincide com Ferrareto⁵.

Na análise do equilíbrio estático na posição ortostática, houve diferença estatisticamente significativa em relação ao comprimento da trajetória total, amplitude dos deslocamentos mediolateral e anteroposterior quando comparadas as situações de olhos abertos e vendados. Com os participantes com olhos vendados, todas as variáveis estudadas tiveram valores maiores, o que indica maior oscilação do CP na posição ortostática. Isso possivelmente seja explicado devido ao deficitário controle postural encontrado em crianças com PC, ou seja, atraso ou interrupção do desenvolvimento sensorio-motor e mecanismos de reação postural insuficientes^{18,22}.

Na PC espástica, o atraso postural, possivelmente, possa ser devido a características como hipertonia muscular e reflexos tônicos anormais, as quais dificultam a aquisição de um controle motor adequado²³. Na PC atáxica, a lesão cerebral, provavelmente, seja responsável pela importante instabilidade postural, as quais são compensadas com reações de equilíbrio excessivas²⁴.

Crianças com PC severa apresentam déficits importantes no primeiro nível de controle postural, ou seja, no controle básico da direção específica, enquanto que, crianças com PC leve, o primeiro nível de controle é praticamente intacto. Para o segundo nível de controle postural, há múltiplas formas

de desorganização e/ou adaptação na sintonia fina, ou seja, nos sistemas somatossensorial, visual e vestibular¹².

Dessa forma, a maior oscilação do CP na postura ortostática, com os olhos vendados em crianças com PC deste estudo, pode sugerir um déficit no segundo nível de controle postural, ou seja, alterações nos sistemas somatossensorial e vestibular. Quando houve privação de aferências visuais, o controle do equilíbrio apresentou-se pior, por provável falta de adequações somatossensorial e vestibular.

Ao contrário dos resultados obtidos neste estudo, a análise do equilíbrio estático na postura ortostática para Rose et al.²⁵ e Donker et al.²⁶ não apresentou diferenças quando com os olhos abertos e vendados. Assim, possivelmente, a amostra das crianças com PC de tais estudos não apresentavam déficits no segundo nível de controle postural e, desse modo, eficientes adequações dos sistemas somatossensorial e vestibular foram feitas quando privados de estímulos visuais.

Os resultados das variáveis: comprimento de trajetória total, amplitudes mediolateral e anteroposterior, as quais indicam as oscilações no CP do presente estudo não evidenciaram correlação estatisticamente significativa em relação à idade dos participantes, nas situações de olhos abertos e vendados. Isto corrobora

com o estudo de Rose et al.²⁵, os quais estudaram o equilíbrio de indivíduos com PC de 5 a 18 anos e concluíram que o equilíbrio não mostrou correlação com a idade. Segundo Ferdjallah et al.²⁷, entre os sete e dez anos de idade, as estratégias de coordenação para a manutenção da posição em pé são semelhantes às do adulto, isto poderia justificar a não correlação entre a idade e as variáveis de equilíbrio analisadas no presente estudo.

Da mesma forma, as variáveis de distribuição de pressão, ou seja, os picos médios de pressão em antepé e retropé direitos e esquerdos, não mostraram correlação estatisticamente significativa em relação à idade.

Em relação aos resultados dos picos médios de pressão no antepé e retropé, com olhos abertos e vendados, não mostraram diferença estatisticamente significativa. Tais dados possivelmente indicam que a visão não influencia os picos médios de pressão no antepé e retropé.

CONCLUSÃO

Apesar de a amostra ser pequena, constatou-se que o pé mais comum para todos os tipos de PC foi o valgo.

Em relação ao equilíbrio estático, na postura ortostática, observou-se

diferença estatisticamente significativa para as situações de olhos abertos e vendados. Com os olhos vendados, a amostra apresentou maiores valores em todas as variáveis: comprimento de trajetória total, amplitudes mediolateral e anteroposterior, o que demonstra maior oscilação no CP na postura ortostática nesta situação.

Para a distribuição de pressão plantar, não houve diferença estatisticamente significativa para os picos médios de pressão de antepé e retropé, quando foram comparadas as situações de olhos abertos e vendados.

Por fim, quando correlacionadas as variáveis de trajetória total, as amplitudes mediolateral e anteroposterior, os picos médios de pressão em antepé e retropé com a idade não foram observados resultados significantes.

AGRADECIMENTOS

Ao Doutor Décio Cerqueira M. Filho e às professoras Andréia N. Sankako e Ana Elisa Z. S. Marques pelo apoio e contribuição. À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), que possibilitou o financiamento deste projeto.

REFERÊNCIAS

1. Krägeloh-Mann I, Cans C. Cerebral palsy update. *Brain Dev.* 2008;31:537-44.
2. Pruitt DW, Tsai T. Common Medical Comorbidities Associated with Cerebral Palsy. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* 2009;20:453-67.
3. Papavasiliou AS. Management of motor problems in cerebral palsy: A critical update for the clinician. *Eur J Paediatr Neurol.* 2009;13:387-96.
4. Duffy CM, Cosgrove AP. The foot in cerebral palsy. *Curr Orthop.* 2002;16:104-13.
5. Ferrareto I. Paralisia Cerebral. In: Souza AMC, Ferrareto I. *Paralisia Cerebral – Aspectos práticos.* 2 ed. São Paulo: Frontis Editorial; 2001. p. 63-105.
6. Chang HC, Miller F, Schuyler J. Dynamic Pedobarograph in Evaluation of Varus and Valgus Foot Deformities. *J Pediatr Orthop.* 2002;22:813-8.
7. Berker AN, Yalçın MS. Cerebral Palsy: Orthopedic Aspects and Rehabilitation. *Pediatr Clin North Am.* 2008;55:1209-25.
8. Palmer FB. Strategies for the early diagnosis of cerebral palsy. *J Pediatr.* 2004;145:S8-11.
9. Hadders-Algra M, Brogren E, Forsberg H. Ontogeny of postural adjustments during sitting in infancy: variation, selection and modulation. *J Physiol.* 1996;493:273-88.
10. Shumway-Cook A, Woollacott MH. *Controle Motor: Teoria e aplicações práticas.* 2a ed. São Paulo: Manole; 2003.
11. Massion J. Postural control systems in developmental perspective. *Neurosci Biobehav Rev.* 1998;22:465-72.
12. Graaf-Peters VB, Blauw-Hospers CH, Dirks T, Bakker H, Bos AF, Hadders-Algra M. Development of postural control in typically developing children and children with cerebral palsy: Possibilities for intervention? *Neurosci Biobehav Rev.* 2007;31:1191-200.
13. Hadders-Algra M. Development of postural control during the first 18 months of life. *Neural Plast.* 2005;12:99-108.
14. Grillner S, Deliagina T, Ekeberg O, El Manira A, Hill RH, Lansner A, et al. Neural networks that co-ordinate locomotion and body orientation in lamprey. *Trends Neurosci.* 1995;18:270-9.
15. Hedberg A, Forsberg A, Hadders-Algra M. Postural adjustments due to external perturbations during sitting in 1-month-old infants: evidence for the innate origin of direction specificity. *Exp Brain Res.* 2004;157:10-7.
16. Van Der Heide JC, Otten B, Van Eykern L A, Hadders-Algra M. Development of postural adjustments during reaching in sitting children. *Exp Brain Res.* 2003;151:32-45.
17. Ozu MHU, Galvão MCS. Fisioterapia na Paralisia Cerebral. In: Borges D, Moura EW, Lima E, Silva PAC. *Fisioterapia Aspectos clínicos e práticos da reabilitação.* São Paulo: Artes Médicas; 2007. p. 27-50.
18. Van Der Heide JC, Begger C, Fock A, Otten B, Stremmelaar E, Van Eykern LA, et al. Postural control during reaching in preterm children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2004;46:253-66.
19. Tookuni KS, Neto RB, Pereira CAM, Souza DR, Greve JMDA, Ayala ADA. Análise comparativa do controle postural de indivíduos com e sem lesão do ligamento cruzado anterior do joelho. *Acta Ortop Bras.* 2005;13(3):115-9.
20. Armitage P, Berry G. *Estatística para La investigación biomédica.* 3a ed. Madrid: Harcourt Brace; 1997. p. 593.
21. Fucs PMMB, Kertzman, PF, Svartman C. Tratamento do pé varo espástico da paralisia cerebral pela técnica de transferência do hemitendão do tibial posterior. *Rev Bras Ortop.* 1997;32(1):17-20.
22. Gusman S, Torre CA. Fisioterapia em Paralisia Cerebral. In: Souza AMC, Ferrareto I. *Paralisia Cerebral: Aspectos práticos.* 2a ed. São Paulo: Memnon; 2001. p. 169-230.
23. Ekman LL. *Neurociência: Fundamentos para a Reabilitação.* 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2004.
24. Rosa GKB, Marques I, Medina-Papst J, Gobbi LTB. Desenvolvimento motor de criança com paralisia cerebral: avaliação e intervenção. *Rev Bras Educ Espec.* 2008;14(2):163-76.
25. Rose J, Wolff DR, Jones V, Bloch DA, Oehlert JW, Gamble, JG. Postural balance in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2002;44:58-63.
26. Donker SF, Ledebt A, Roerdink M, Savelsberghet GJP, Beek PJ. Children with cerebral palsy exhibit greater and more regular postural sway than typically developing children. *Exp Brain Res.* 2008;184:363-70.
27. Ferdjallah M, Harris GF, Smith P, Wertsch JJ. Analysis of postural control synergies during quiet standing in healthy children and children with cerebral palsy. *Clin Biom.* 2002;17:203-10.