

# Apoio manual na cintura escapular aumenta a coativação durante o treino de marcha de crianças com paralisia cerebral

*Manual support in shoulder girdle increases coactivation during gait training of children with cerebral palsy*

Lilian Gerdi Kittel Ries<sup>1</sup>; Elaine Carmelita Piucco<sup>2</sup>; Micheli Martinello<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Professora Doutora do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia – UDESC. Florianópolis, SC – Brasil.

<sup>2</sup>Mestre. Fisioterapeuta da Fundação Catarinense de Educação Especial, Florianópolis, SC – Brasil.

<sup>3</sup>Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano – UDESC. Florianópolis, SC – Brasil.

## Endereço para correspondência

Lílian Gerdi Kittel Ries  
R. Pascoal Simone, 358, Coqueiros  
88080-350 – Florianópolis – SC [Brasil]  
d2lgkr@udesc.br

## Resumo

**Introdução:** Não foram encontrados estudos nos quais tenham sido examinadas diferentes estratégias terapêuticas utilizadas como recurso no treino de marcha de crianças com paralisia cerebral. **Objetivos:** Comparar o nível de atividade e coativação dos músculos tibial anterior e gastrocnêmio medial durante duas estratégias utilizadas no treino de marcha: uma, com uso de andador; e uma, com apoio manual na cintura escapular. **Métodos:** Foram analisadas cinco crianças com paralisia cerebral. O grau de espasticidade das crianças foi avaliado por meio da Escala de Espasticidade Ashworth Modificada. Os sinais mioelétricos foram analisados por meio da amplitude da atividade eletromiográfica e do índice de coativação. **Resultados:** Durante a marcha com apoio manual na cintura escapular, houve um significativo aumento ( $p < 0,05$ ) na amplitude eletromiográfica do músculo gastrocnêmio medial e no índice de coativação, comparada a marcha com a utilização do andador. **Conclusões:** O andador pode ser uma boa estratégia terapêutica para o treino de marcha da criança com paralisia cerebral em ambiente domiciliar.

**Descritores:** Condutas terapêuticas; Criança; Espasticidade muscular; Paralisia cerebral.

## Abstract

**Introduction:** No studies were found that examined different therapeutic strategies used as a resource in gait training for children with cerebral palsy. **Objectives:** To compare the level of activity and muscle coactivation of the tibialis anterior and medial gastrocnemius during two strategies used during gait training: walking with walker use and walking with manual support on the scapular waist. **Methods:** We evaluated five children with cerebral palsy. The spasticity degree of children was evaluated by the Modified Ashworth Scale. The myoelectrical signals were analyzed by calculating the magnitude of electromyographic activity and the co-contraction index. **Results:** During the gait training with manual support on the scapular waist was a significant increase ( $p < 0.05$ ) in electromyographic amplitude of the medial gastrocnemius muscle and the index of coactivation, compared to walking with walker. **Conclusions:** The walker seems to be a good gait training strategy for children with cerebral palsy.

**Key words:** Cerebral palsy; Child; Muscle spasticity; Therapeutical approaches.

## Introdução

Crianças com paralisia cerebral (PC), comumente, apresentam alterações no tônus muscular e maior comprometimento funcional. Esses fatores podem, muitas vezes, limitar a sua mobilidade. A imobilidade ou predominância de padrões de movimentos estereotipados pode desenvolver mudanças estruturais de grupos musculares afetados e, assim, diminuir sua capacidade funcional<sup>1</sup>. Nessas crianças, quanto maior o comprometimento funcional maior é a demanda metabólica durante a marcha<sup>2</sup>. Treinar a mobilidade, por meio da marcha, com ou sem equipamentos auxiliares, pode prevenir ou melhorar as alterações do movimento ativo.

Na PC, ocorre um pobre controle seletivo da atividade muscular que leva a uma sequência inadequada de ativação e coativação de sinergistas e antagonistas<sup>3</sup>, dificultando a realização de movimentos ativos, com enrijecimento e lentidão do membro espástico. Além da coativação, o movimento ativo da criança com PC também pode ocasionar sincinesias ou movimentos associados.

As sincinesias globais são caracterizadas como movimentos associados não intencionais distinguidos com o aumento da atividade eletromiográfica em músculos não envolvidos com a ação muscular<sup>4</sup>, e podem ser desencadeadas durante um esforço excessivo. A criança com PC é treinada para executar tarefas que melhorem sua habilidade funcional, favorecendo padrões motores mais normais.

A posição bípede e a marcha são marcos motores que devem ser enfatizados desde fases precoces, principalmente nas crianças que apresentam risco de atraso no desenvolvimento motor. A aquisição da marcha depende do desenvolvimento da capacidade da criança em controlar o seu equilíbrio e manter a postura bípede. Em comparação com a marcha de crianças tipicamente desenvolvidas, a das crianças com PC espástica apresenta típicos sinais de alterações nos padrões normais de postura e movimento.

A marcha usualmente é treinada por terapeutas e familiares com andadores ou com apoio manual do condutor. No entanto, foram encontradas considerações contraditórias sobre essas formas de apoio, dificultando a decisão clínica. Foi observado que equipamentos auxiliares de marcha utilizados para reabilitação neurológica podem restringir parcialmente os movimentos naturais do sujeito<sup>5</sup> e exigir excessivamente vários músculos dos membros superiores<sup>6</sup>, influenciando a marcha normal durante o treinamento.

Um esforço excessivo dos membros superiores durante a utilização do andador poderia ocasionar sincinesias observadas por um aumento na atividade da musculatura dos membros inferiores, gerando maior coativação. Já o treino de marcha com o apoio do terapeuta na cintura escapular oportuniza a criança a movimentação ativa de membros superiores e inferiores. A condução do terapeuta favorece maior coordenação no movimento, mas limita a independência da criança. Muitas vezes, a escolha da ação terapêutica ou a melhor forma de apoio é intuitiva e não segue evidências científicas.

Grandes desequilíbrios musculares e a possibilidade de deformidades se tornarem progressivas determinam a prevenção com estratégias adequadas<sup>7</sup>. Na literatura, existem poucos dados quantitativos sobre o efeito do apoio durante o treino da marcha. A caracterização dos mecanismos biomecânicos da marcha proporciona explicações para a importância do controle da postura bípede e da marcha e permite o desenvolvimento de estratégias de avaliação e reabilitação da criança com PC. Para uma intervenção correta, o profissional da reabilitação deve conhecer o desempenho funcional e motor da criança com PC, principalmente em suas atividades cotidianas<sup>8</sup>.

A quantificação da coativação representa um importante papel na escolha das intervenções clínicas para o tratamento da criança com PC espástica<sup>9</sup>. Não foram encontrados estudos nos quais tenham sido examinadas as diferentes estratégias terapêuticas utilizadas como recur-

so no treino de marcha. A determinação de dados objetivos sobre parâmetros da marcha com apoio em um andador e da com apoio manual do condutor pode ajudar na escolha da ação terapêutica. Assim, neste trabalho, comparou-se o nível de atividade e coativação dos músculos tibial anterior e gastrocnêmio medial de crianças com PC, em fase de treino de marcha, em dois momentos distintos: durante o uso de andador e durante o apoio manual na cintura escapular.

## Material e métodos

### Sujeitos

Foram envolvidas neste estudo cinco crianças com PC (idade:  $9,00 \pm 1,58$  anos; peso:  $26,24 \pm 8,61$  kg; altura:  $116,6 \pm 16,98$  cm) (Tabela 1). Quanto à classificação topográfica, todas apresentavam diparesia. As crianças sentavam e engatinhavam ativamente, não apresentavam marcha independente e estavam na fase de treino de marcha no período da coleta. Como critério de inclusão elas deveriam apresentar o tônus espástico e estar no nível III do Sistema de Classificação da Função Motora Grossa (GMFCS), ou seja, necessitavam de aparelhos auxiliares para locomoção<sup>10</sup>. Foram excluídas desta pesquisa crianças com doenças sistêmicas, tais como artrite, artrose e diabetes, uso de medicamentos analgésicos e anti-inflamatórios, uso de toxina botulínica, cirurgia ortopédica que tenha sido realizada com menos de seis meses antes do estudo.

**Tabela 1:** Características das crianças com paralisia cerebral (n=5): idade, massa corporal, altura, gênero, distribuição do tônus e Escala Ashworth Modificada (EAM)

Criança	1	2	3	4	5
Idade (anos)	8	11	10	9	7
Massa corporal (kg)	12,1	29	28,5	35,4	26,2
Altura (cm)	90	117	122	137	117
Gênero F/M	F	M	M	F	M
Distribuição	Diparético				
EAM	4	3	4	2	1

As crianças e seus responsáveis foram informados sobre os objetivos e sobre as atividades realizadas neste estudo. Os responsáveis pela criança foram solicitados a assinar termo de consentimento assistido, após esclarecimento e concordância em participar do estudo, conforme a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (protocolo n° 47/2007) da Universidade do Estado de Santa Catarina.

### Procedimentos

As crianças acompanhadas de seus responsáveis foram submetidas a uma anamnese e a uma avaliação clínica que teve como objetivo avaliar o nível de função motora e o grau de espasticidade da criança. O nível de função motora foi avaliado por meio do GMFCS<sup>10</sup>; e o grau de espasticidade do músculo gastrocnêmio, pela medida do grau de resistência para o movimento passivo de flexão dorsal do pé. Essa resistência foi graduada em uma escala ordinal de zero a cinco, baseada na Escala Ashworth Modificada<sup>11</sup>. Avaliou-se o momento da amplitude articular em que surgiu a resistência ao movimento, na posição sentada. O membro com menor grau de espasticidade foi considerado o menos comprometido.

Foram avaliadas duas estratégias terapêuticas de treino da marcha: marcha com utilização de andador e com apoio manual na cintura escapular. As duas formas de apoio foram avaliadas em momentos distintos com a utilização da eletromiografia. Os dados eletromiográficos foram avaliados por meio do Eletromiógrafo Miotool USB da empresa Miotec e, com placa conversora analógico/digital de 14 bits de resolução para uma taxa de aquisição de 2000 Hz. A mínima Relação de Rejeição de Modo Comum foi 110 dB.

A atividade elétrica dos músculos Tibial Anterior (TA) e Gastrocnêmio Medial (GM) foi detectada no lado menos comprometido. O membro inferior menos comprometido foi escolhido por ser considerado o lado dominante

e mais utilizado durante a função motora. Para registrar o sinal eletromiográfico, foram utilizados eletrodos de superfície, Medi-trace Kendall-LTP, modelo Chicopee MA 01022, com distância intereletrodos centro a centro de 20 mm, conectados a pré-amplificadores com ganho de 100 vezes. A localização dos eletrodos foi determinada respeitando as recomendações da *Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles* (SENIAM). No músculo TA, os eletrodos foram colocados um terço da linha entre as extremidades da fíbula e a extremidade do maléolo medial; e no músculo gastrocnêmio medial, em sua maior protuberância. Foi diminuída a impedância elétrica da pele, limpando-se o local com algodão hidrofílico embebido em solução alcoólica a 70% para remover gorduras e impurezas. Para evitar ruídos e artefatos de movimento, os cabos dos eletrodos foram fixados na perna; e o examinador sustentou o eletromiógrafo próximo à criança. O eletrodo de referência foi colocado sobre o maléolo lateral.

O procedimento experimental compreendeu a avaliação da atividade mioelétrica do tibial anterior e gastrocnêmio medial partindo da posição ereta estática, durante cinco segundos, e seguindo para a marcha, durante dez segundos. A posição ereta estática e a marcha foram realizadas de duas formas distintas avaliadas em dois momentos, uma vez com apoio em um andador anterior; e outra, com apoio na cintura escapular, sendo a sequência determinada de forma aleatória. Esse procedimento foi repetido três vezes. Antes das coletas eletromiográficas, todas as crianças receberam orientações sobre todos os procedimentos aos quais seriam submetidas e se familiarizaram com as atividades.

## Análise dos dados

Os sinais mioelétricos foram analisados por meio do cálculo da amplitude da atividade eletromiográfica dos músculos tibial anterior e gastrocnêmio medial, e por meio do cálculo do índice de coativação (IC). O período analisado correspondeu somente à fase ativa do tibial an-

terior (fase de oscilação e início da fase de apoio), partindo de uma posição estática (duplo apoio). O início e final da atividade do tibial anterior foram determinados com base da publicação de Chang et al.<sup>12</sup>. O início da fase ativa do tibial anterior foi determinado como o ponto em que a amplitude do sinal mioelétrico do tibial anterior tornou-se maior do que dois desvios-padrão (DP) daquela observada na amplitude média (atividade basal), durante a posição estática de cada indivíduo. O final da atividade muscular foi determinado por meio do cálculo de 20% da amplitude máxima. Esse início e final da fase ativa do músculo agonista (tibial anterior) também determinou o período de tempo analisado do músculo antagonista (gastrocnêmio medial), que foi medido simultaneamente.

Os valores *Root Mean Square* (RMS) e do índice de coativação foram obtidos na fase ativa do tibial anterior em relação à atividade muscular do gastrocnêmio medial no mesmo período de tempo. O sinal mioelétrico bruto foi filtrado no *software* Miograph 2.0 com filtro passa-alta de 10 Hz e um filtro passa-baixa de 500 Hz. Para o cálculo do índice de coativação também foi realizada a retificação e filtragem dos sinais com uma frequência de corte de 6 Hz para obter o envoltório linear que foi reduzido a 100 pontos. Esse processamento foi realizado por meio do *software* MATLAB (Versão 5.3 The MathWorks Inc.).

Para a normalização, os potenciais eletromiográficos das envoltórias lineares e os valores RMS foram expressos como uma porcentagem do máximo valor RMS obtido durante os 15 segundos de coleta para cada músculo e para cada sujeito. A área comum entre as curvas normalizadas representa a intensidade de ativação muscular simultânea. As duas áreas eletromiográficas foram sobrepostas e o índice de coativação foi obtido pela razão entre o mínimo valor eletromiográfico pelo máximo valor eletromiográfico em cada ponto no tempo, e então fazendo a razão média do período<sup>13</sup>. No decorrer do teste, o valor mínimo e máximo se alterava durante o ciclo. Se a contração dos dois músculos é simultânea, o índice de coativação é 100%.

## Análise estatística

Os dados descritivos estão relatados como média e desvio-padrão, calculados sobre as três repetições realizadas por cada criança para cada variável. As variáveis analisadas foram: a) RMS normalizado (RMSn) do TA; b) RMSn do GM; e c) IC entre TA e GM. Após verificar a normalidade dos dados por meio do teste de Shapiro-Wilk, utilizou-se o teste "t" para dados pareados para avaliar a diferença entre as duas formas de apoio usadas durante o treino de marcha das crianças com PC. O grau de espasticidade da musculatura foi correlacionado com as variáveis RMSn TA, RMSn GM e IC, utilizando o Coeficiente de Correlação de Spearman. A confiabilidade entre os testes foi examinada por meio do Coeficiente de Correlação Intraclasse (CCI). Foi utilizado o programa estatístico *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), versão 17.0, para Windows e, para todos os procedimentos, adotou-se o nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ).

## Resultados

As crianças com PC que estavam em treino de marcha no período de coleta se encontravam no nível III do GMFCS, ou seja, necessitavam de aparelhos auxiliares para locomoção. Em relação ao grau de espasticidade da musculatura (Escala de Ashworth Modificada), foi verificado que um indivíduo apresentou mínima resistência no final do arco do movimento; um, mínima resistência em menos de 50% do arco de movimento; um, moderada resistência em mais de 50% do arco de movimento; e dois, resistência intensa com movimento passivo difícil (Tabela 1).

Na comparação entre as diferentes formas de apoio utilizadas durante a marcha de crianças com PC, observa-se maior atividade mioelétrica durante o apoio na cintura escapular. De acordo com os resultados demonstrados na Tabela 2, verifica-se que, quando o apoio foi realizado na cintura escapular, a amplitude da atividade eletromiográfica normalizada, durante a atividade do tibial anterior foi significativa-

mente maior no músculo gastrocnêmio medial ( $p < 0,05$ ); contudo, não foi significativa no tibial anterior ( $p > 0,05$ ). Também se verifica que com apoio na cintura escapular, o índice de coativação entre os músculos tibial anterior e gastrocnêmio medial foi significativamente maior ( $p < 0,05$ ) do que com o apoio no andador. O CCI mostrou que houve de boa a excelente confiabilidade entre os testes ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 2:** Média e desvio-padrão da atividade eletromiográfica (*Root Mean Square* normalizado – RMSn) e Índice de Coativação (IC) dos músculos Tibial Anterior (TA) e Gastrocnêmio Medial (GM), durante os diferentes apoios utilizados pelas crianças com Paralisia Cerebral (n=5)

	Média ± DP		Teste "t" P	CCI	
	Com apoio na cintura escapular	Com apoio no andador		R	p
RMSn TA (%)	19,11 ± 8,60	15,14 ± 6,26	0,13	0,76	0,00*
RMSn GM (%)	7,55 ± 3,63	4,57 ± 4,45	0,03*	0,92	0,00*
IC (%)	43,29 ± 9,11	30,66 ± 14,96	0,04*	0,72	0,01*

\*estatisticamente significativo; Teste "t" para dados pareados; Coeficiente de Correlação Intraclasse (CCI).

Não foi encontrada associação significativa entre o grau de espasticidade da musculatura e as variáveis IC ( $r_s = -0,15$ ;  $p = 0,8$ ), RMSn TA ( $r_s = -0,82$ ;  $p = 0,08$ ) e RMSn GM ( $r_s = -0,87$ ;  $p = 0,05$ ), durante o apoio na cintura escapular. A associação entre o grau de espasticidade da musculatura também não foi significativa com o índice de coativação ( $r_s = 0,05$ ;  $p = 0,93$ ), RMSn do TA ( $r_s = -0,87$ ;  $p = 0,05$ ) e RMSn GM ( $r_s = 0,05$ ;  $p = 0,93$ ), durante o apoio no andador anterior.

## Discussão

Neste estudo, a Escala de Ashworth Modificada<sup>11</sup> mostrou que todas as crianças com



PC apresentaram resistência à movimentação passiva, durante a dorsiflexão do tornozelo, indicando a presença de espasticidade. O grupo avaliado estava classificado no GMFCS, nível III, na sua função motora, e apresentou variabilidade no grau de espasticidade. Os sinais clínicos da espasticidade nem sempre são relacionados com as desordens dos movimentos<sup>14</sup>. A presença de hipertonía isoladamente não pode ser considerada a causa da disfunção motora<sup>15</sup>.

Presume-se que crianças com um comprometimento neurológico maior também apresentam maior alteração no padrão de ativação muscular. Em crianças com PC ocorre uma redução geral na amplitude eletromiográfica de todos os músculos da perna<sup>16</sup>. A marcha espástica está associada com o baixo nível de atividade muscular que depende da gravidade da paresia<sup>14</sup>. A fraqueza no gastrocnêmio medial e tibial anterior aparece pela inabilidade de ativar todas as unidades motoras disponíveis<sup>17</sup>. Neste estudo, observou-se que quanto maior o grau de resistência para o movimento passivo menor a amplitude de ativação do músculo tibial anterior e gastrocnêmio medial. Contudo, essa associação não foi significativa, situando-se muito próximo do limite de significância ( $p=0,05$  e  $p=0,08$ ). O tamanho reduzido da amostra pode ter contribuído para esse resultado, assim como, para o valor do desvio-padrão que mostra que a amostra foi pouco homogênea. Entretanto, os dados eletromiográficos apresentaram um alto valor do ICC, o que mostra boa confiabilidade e consistência entre as avaliações. Outros estudos mostraram que as crianças com PC, quando comparadas às crianças com desenvolvimento típico, apresentam maior fraqueza muscular<sup>17</sup> e mais hipertonía muscular<sup>18</sup>. A espasticidade muscular e a fraqueza coexistem na PC<sup>17</sup>.

O grau de espasticidade também não influenciou na coativação. Neste estudo os dois parâmetros não foram associados. Já, em outro estudo, encontrou-se baixa correlação entre a coativação e a espasticidade<sup>19</sup>, mas não com a Medida da Função Motora Grossa (GMFM)<sup>13</sup>. A coativação muscular não é somente associada ao

comprometimento neurofuncional. No desenvolvimento típico, o índice de coativação é maior em crianças mais jovens e está relacionado a um maior custo metabólico durante a marcha<sup>20</sup>. Contudo, crianças com PC, quando comparadas às crianças com desenvolvimento típico, utilizam mais frequentemente a coativação durante a marcha e durante o esforço isométrico máximo<sup>13</sup>, apresentam hipertonía e produzem menor força ativa<sup>18</sup>.

Para monitorar de forma adequada o padrão de ativação muscular, deve-se levar em conta de como está a atividade eletromiográfica na porção do ciclo em que o músculo está normalmente ativo ou inativo<sup>21</sup>. A fase ativa do tibial anterior corresponde ao período de 0% a 15% e de 55% até 100% do ciclo de marcha<sup>22</sup>, e apresenta dois picos de atividade<sup>12</sup>. Neste estudo, optou-se analisar a atividade muscular na fase ativa do tibial anterior. Partindo de uma posição estática, durante a atividade do tibial anterior, o gastrocnêmio medial não deveria estar ativo<sup>12, 22</sup>. A incapacidade de inibir a excitabilidade reflexa dos extensores da perna na fase de balanço pode piorar a qualidade da marcha<sup>14</sup>. Os possíveis efeitos negativos dessa excessiva coativação incluem grande ativação muscular durante a produção da força, alterações na qualidade e quantidade de movimento devido ao acréscimo na imobilidade articular<sup>13</sup>, bem como ao aumento no custo metabólico do movimento<sup>20</sup>.

No período de tratamento, deve-se objetivar o treinamento e a ativação da função motora residual<sup>16</sup> e a maior atividade ocorre durante o apoio na cintura escapular. Neste estudo, foi observada maior atividade muscular do tibial anterior e gastrocnêmio medial durante o apoio na cintura escapular, com diferença significativa somente para o gastrocnêmio medial. A maior amplitude de ativação do músculo gastrocnêmio medial explica o significativo aumento da coativação com essa forma de apoio.

Este resultado sugere que o apoio na cintura escapular aumenta a atividade do gastrocnêmio medial, quando este deveria estar inativo, aumentando a rigidez e o custo metabólico do

movimento. A dificuldade na modulação do reflexo de estiramento e o aumento na rigidez da articulação do tornozelo contribuem para a dificuldade de deambulação<sup>16</sup>. Como o refinamento da coativação excessiva pode indicar aumento do nível de habilidade na locomoção humana<sup>23</sup>, a menor atividade durante o apoio no andador pode sugerir um padrão de marcha mais maduro e ser uma boa estratégia terapêutica para o treino de marcha da criança com PC.

O desempenho da marcha de crianças com PC é influenciado por suas habilidades e limitações, pelas características e altura dos andadores, bem como pelo ambiente de uso<sup>24</sup>. Pesquisas realizadas com adultos relatam que entre 30% e 100% do peso do sujeito é suportado pelos membros superiores no andador, estando esse suporte relacionado com o tipo de lesão<sup>6</sup>. Contudo, esse esforço dos membros superiores com o uso do andador não ocasionou sincinesias na musculatura avaliada, já que não foi observado aumento na atividade do gastrocnêmio medial, comparado ao apoio na cintura escapular.

Também, na prática terapêutica, destaca-se a importância da orientação para tarefas funcionais mediante o treino repetitivo, desenvolvendo a capacidade de crianças com PC de solucionar problemas e reconhecer os limites na execução das tarefas motoras<sup>25</sup>, de maneira independente, isto é, sem ajuda de outras pessoas. A aquisição da marcha é mais eficaz quando ocorrem orientações de procedimentos para ser estimulados no ambiente domiciliar; e o andador pode ser uma boa estratégia, pois permite a mobilidade funcional.

## Conclusões

O treino da marcha de crianças com PC apresentou menor coativação entre o músculo tibial anterior e gastrocnêmio medial durante o uso de um andador comparado a esse tipo de treinamento utilizando apoio manual na cintura escapular. O andador pode ser uma boa estratégia terapêutica para o treino de marcha

da criança com PC em ambiente domiciliar. A análise do equilíbrio da atividade entre agonistas e antagonistas representa uma estratégia de avaliação e reabilitação durante o treinamento de crianças nessas condições.

## Referências

1. Edwards S. Fisioterapia neurológica: uma abordagem centrada na resolução de problemas. Porto Alegre: Artes Médicas; 1999.
2. Johnston TE, Moore SE, Quinn LT, Smith BT. Energy cost of walking in children with cerebral palsy: relation to the Gross Motor Function Classification System. *Dev Med Child Neurol*. 2004;46:34-8.
3. Campbell SK. Physical therapy for children. Philadelphia: W. B. Saunders Company; 1995.
4. Boissy P, Bourbonnais D, Kaegi C, Gravel D, Arsenault BA. Characterization of global synkineses during hand grip in hemiparetic subjects. *Arch Phys Med Rehabil*. 1997;78:1117-8.
5. Veneman JF, Menger J, Van Asseldonk EHF, Van Der Helm FCT, Van Der Kooij H. Fixating the pelvis in the horizontal plane affects gait characteristics. *Gait Posture*. 2008;28(1):157-63.
6. Bateni H, Maki BE. Assistive devices for balance and mobility: benefits, demands, and adverse consequences. *Arch Phys Med Rehabil*. 2005;86:134-45.
7. Ries LGK, Bérzin F. Sinais e sintomas de disfunção temporomandibular em crianças portadoras de paralisia cerebral. *Rev Bras Fisioter*. 2005;9(3):341-6.
8. Guerzoni VPD, Barbosa AP, Borges ACC, Chagas PSC, Gontijo APB, Eterovick F, Mancini MC. Análise das intervenções de terapia ocupacional no desempenho das atividades de vida diária em crianças com paralisia cerebral: uma revisão sistemática da literatura. *Rev Bras Saúde Matern Infant*. 2008;8(1):17-25.
9. Ikeda AJ, Abel MF, Granata KP, Damiano DL. Quantification of cocontraction in spastic cerebral palsy. *Gait Posture*. 1998;7:144-90.
10. Palisano R, Rosenbaum P, Walter S, Russel D, Wood E, Gallup B. Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 1997;39:214-23.

11. Bohannon RW, Smith MB. Inter rater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. *Phys Ther.* 1987;67:206-7.
12. Chang W-N, Lipton JS, Tsirikos AI, Miller F. Kinesiological surface electromyography in normal children: range of normal activity and pattern analysis. *J Electromyogr Kinesiol.* 2007;17(4):437-45.
13. Damiano DL, Martellotta TL, Sullivan DJ, Granata KP, Abel MF. Muscle force production and functional performance in spastic cerebral palsy: relationship of cocontraction. *Arch Phys Med Rehabil.* 2000;81:895-900.
14. Dietz V, Sinkjaer T. Spastic movement disorder: impaired reflex function and altered muscle mechanics. *Lancet Neurol.* 2007;6:725-33.
15. Katz RT, Rovai GP, Brait C, Rymer WZ. Objective quantification of spastic hypertonia: correlation with clinical findings. *Arch Phys Med Rehabil.* 1992;73:339-47.
16. Dietz V. Neurophysiology of gait disorders: present and future applications. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1997;103:333-55.
17. Rose J, McGill KC. Neuromuscular activation and motor-unit firing characteristics in cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2005;47:329-36.
18. Fonseca ST, Holt KG, Saltzman E, Fetters L. A dynamical model of locomotion in spastic hemiplegic cerebral palsy: influence of walking speed. *Clin Biomech.* 2001;16:793-805.
19. Van De Walle P, Hallemans A, Hendrickx C, Wambacq H, Aertbeliën E, Severinjs D, Desloovere K. Are excessive cocontractions during walking in children with cerebral palsy caused by spasticity? *Gait Posture.* 2009;30S:S16-S17.
20. Frost G, Dowling J, Dyson K, Bar-Or O. Cocontraction in three age groups of children during treadmill locomotion. *J Electromyogr Kinesiol.* 1997;7(3):179-86.
21. Ricamato AL, Hidler JM. Quantification of the dynamic properties of EMG patterns during gait. *J Electromyogr Kinesiol.* 2005;15:384-92.
22. Sutherland DH. The evolution of clinical gait analysis part I: kinesiological EMG. *Gait Posture.* 2001;14:61-70.
23. Okamoto T, Okamoto K, Andrew PD. Electromyographic developmental changes in one individual from newborn stepping to mature walking. *Gait Posture.* 2003;17:18-27.
24. Yu CH, Chih YJ. Posterior walker assisted on gait performance in children with spastic diplegic cerebral palsy. *J Biomech.* 2007;40(S2):516.
25. Segura, MSP. O andar de pacientes hemiplégicos no solo e na esteira com suporte total e parcial de peso. [dissertação]. Rio Claro: Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista; 2005.