

**ELAINE CARMELITA PIUCCO**

**EFEITOS DA TOXINA BOTULÍNICA NA MARCHA DE CRIANÇAS  
COM PARALISIA CEREBRAL ESPÁSTICA**

**FLORIANÓPOLIS-SC**

**2010**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA-UDESC**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE E DO ESPORTE-CEFID**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO**  
**HUMANO-PPGCMH**

**ELAINE CARMELITA PIUCCO**

**EFEITOS DA TOXINA BOTULÍNICA NA MARCHA DE CRIANÇAS**  
**COM PARALISIA CEREBRAL ESPÁSTICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências do Movimento Humano do Centro de Ciências da Saúde e do Esporte – CEFID da Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC como requisito para obtenção do título de mestre em Ciências do Movimento Humano.

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Lilian Gerdi Kittel Ries

**FLORIANÓPOLIS-SC**

**2010**

**ELAINE CARMELITA PIUCCO**

**EFEITOS DA TOXINA BOTULÍNICA NA MARCHA DE CRIANÇAS  
COM PARALISIA CEREBRAL ESPÁSTICA**

Dissertação aprovada pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano da Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC como requisito para obtenção do título de mestre em Ciências do Movimento Humano.

**Banca Examinadora:**

Orientador:

\_\_\_\_\_  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Lilian Gerdi Kittel Ries  
Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC

Membro:

\_\_\_\_\_  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Eliane Castilhos Rodrigues Corrêa  
Universidade Federal de Santa Maria - UFSM

Membro:

\_\_\_\_\_  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Stella Maris Michaelson  
Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC

Membro:

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Gilmar Moraes Santos  
Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC

**Florianópolis-SC, 26/03/2010.**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela oportunidade que me dá de viver, trabalhar e estudar, acima de tudo com saúde, fazendo-me sempre encontrar a felicidade em todos os lugares.

Aos meus pais Alfair e Helena, meu irmão Robson, minha cunhada Clau e minha madrinha Goretti, que sempre me deram os suportes físico, emocional e espiritual necessários aos meus estudos. Ao Juninho que sempre quebrou os galhos quando o assunto era computador.

Ao meu namorado Diego, por compreender minha ausência, estar sempre ao meu lado, muitas vezes servir de “cobaia” e me ajudar nas coletas na hora em que mais precisava.

A querida orientadora e amiga Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Lilian Gerdi Kittel Ries, por contribuir com meu crescimento acadêmico, profissional e, sobretudo, pessoal.

Aos membros da banca examinadora por aceitarem o convite e pelas valiosas contribuições para o crescimento do meu trabalho.

Aos professores do programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano pelos ensinamentos.

Aos funcionários do CEFID, especialmente Solange e Vera.

A Dr<sup>a</sup>. Cristiane Carqueja e sua secretária Maindra pelo encaminhamento e seleção das crianças.

Aos meus colegas do Laboratório de Biomecânica Guth, Grazi, Diego, Angélica, Natália e Mavie, pela descontração, troca de experiências e auxílio nos momentos de dificuldades, especialmente ao Prof. Mário pela ajuda e paciência quando recorria a ele para consertar os equipamentos.

As minhas colegas Kelly, Marianne, Cris, especialmente Michele e Maíra pela ajuda no trabalho e dedicação no momento das coletas.

A todas as crianças que participaram do estudo e seus familiares, que vieram de longe e de perto, pela disponibilidade e por fazerem deste mundo um lugar muito mais especial.

À Fundação Catarinense de Educação Especial, que me oportunizou a licença para freqüentar o mestrado.

A todos que, de uma forma ou de outra, contribuíram para a realização deste trabalho.

**Com muito carinho, obrigada!**

“Quando o homem aprender a respeitar até o menor ser da criação, seja animal ou vegetal, ninguém precisará ensiná-lo a amar seu semelhante”.

Albert Schweitzer (Nobel da Paz, 1952)

## RESUMO

PIUCCO, Elaine Carmelita. **Efeitos da toxina botulínica na marcha de crianças com paralisia cerebral espástica**. 2010. 124p. Dissertação (Mestrado em Ciências do Movimento Humano – Área: Estudos Biocomportamentais do Movimento Humano) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-graduação em Ciências do Movimento Humano, Florianópolis, 2010.

As desordens da postura e do movimento características à paralisia cerebral espástica são freqüentemente associadas a diversos fatores ligados à lesão no sistema nervoso central, entre eles a espasticidade muscular. A utilização da toxina botulínica tipo A nos membros inferiores para redução do tônus muscular em crianças com paralisia cerebral espástica, associada a diferentes abordagens terapêuticas, inclusive a fisioterapia, tem a finalidade de auxiliar na regularização da marcha por meio da melhora na propriocepção, controle motor seletivo e a força. Poucos estudos discutem sobre os efeitos da toxina botulínica nos aspectos funcionais e biomecânicos durante o ciclo de marcha. Este estudo objetivou investigar os efeitos da toxina botulínica tipo A na marcha de crianças com paralisia cerebral espástica. Participaram 22 sujeitos de ambos os sexos com paralisia cerebral espástica divididos em grupo experimental com 10 crianças (11±2 anos) que receberam toxina botulínica tipo A nos membros inferiores e grupo controle com 12 crianças (10±2 anos) que não receberam a toxina. As variáveis analisadas foram grau de resistência para movimentos passivos dos membros inferiores (Escala de Espasticidade Ashworth Modificada), função motora ampla nas dimensões D e E (GMFM), habilidades funcionais nas áreas de auto-cuidado, mobilidade e função social (PEDI), índice de coativação dos músculos reto femoral e semitendíneo e variáveis cinemáticas angulares e espaço-temporais do quadril e joelho no plano sagital. Todos os procedimentos de coleta de dados foram realizados duas vezes em ambos os grupos, com intervalo de 30 a 45 dias entre a 1ª e 2ª avaliação (para o grupo experimental, antes e entre 30-45 dias após a aplicação da toxina botulínica tipo A). Os dados foram analisados por meio da Análise de Variância Univariada e o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis e em caso de efeitos significativos procederam-se comparações múltiplas. O coeficiente de correlação de Spearman foi usado para examinar a relação entre as variáveis e o tempo de atendimento fisioterapêutico no período do estudo. O nível de significância foi  $p < 0,05$ . Com relação ao efeito da toxina botulínica tipo A nas variáveis analisadas, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas em nenhuma das variáveis entre a 1ª e a 2ª avaliação. Constatou-se que quanto maior o tempo de atendimento fisioterapêutico realizado pela criança, maior comprimento da passada normalizado pela estatura e menor o índice de coativação muscular e o nível de função motora ampla nas dimensões D e E do GMFM. Pode ser concluído que a aplicação de toxina botulínica tipo A não demonstra efeito na marcha de crianças com paralisia cerebral espástica classificadas nos níveis I e II do GMFCS.

**Palavras-chave:** Paralisia Cerebral. Marcha. Cinemática. Espasticidade Muscular. Toxina Botulínica tipo A.



## ABSTRACT

PIUCCO, Elaine Carmelita. Effects of botulinum toxin on gait in children with spastic cerebral palsy. 2010. 124p. Dissertação (Mestrado em Ciências do Movimento Humano – Área: Estudos Biocomportamentais do Movimento Humano) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-graduação em Ciências do Movimento Humano, Florianópolis, 2010.

The posture and movement disorders typical of spastic cerebral palsy are often associated with several factors related to injury in the central nervous system, including muscle spasticity. The use of botulinum toxin type A in the lower limbs to reduce the muscle tone in children with spastic cerebral palsy, associated with different therapeutic approaches, including physiotherapy, is intended to assist in the normalization of gait through the improvement in proprioception, selective motor control and strength. Few studies discuss the effects of the botulinum toxin in the functional and biomechanical aspects of the gait cycle. This study aimed to investigate the effects of botulinum toxin type A on gait in children with spastic cerebral palsy. Participated 22 subjects with spastic cerebral palsy, divided into experimental group with 10 children ( $11 \pm 2$  years) that received botulinum toxin type A in the lower limbs and the control group with 12 children ( $10 \pm 2$  years) who have not received the toxin. The variables analyzed were resistance degree to passive movements of lower limbs (Ashworth Spasticity Modified Scale), gross motor function on dimensions D and E (GMFM), functional abilities in self-care, mobility and social function areas (PEDI), coactivation index of the rectus femoris and semitendinosus muscles, angular and spatiotemporal kinematic variables of the hip and knee in the sagittal plane. All procedures for data collection were performed twice in both groups with a range of 30 to 45 days between the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> assessment (for the experimental group before and between 30-45 days after botulinum toxin type A). The Analysis of Variance and the nonparametric Kruskal-Wallis test were used for data analysis and in case of significant effects they were carried out multiple comparisons. The Spearman correlation coefficient was used to examine the relationship between the variables and time of physical therapy during the study period. The level of significance was  $p < 0,05$ . Regarding the effect of botulinum toxin type A in the variables analyzed, there were not observed statistically significant differences in any of the variables between the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> evaluation. It was found as longer the duration of physical therapy performed by the child, greater the stride length normalized by the height and lower the level of muscle coactivation and the level of gross motor function in the dimensions D and E of the GMFM. It can be concluded that the application of botulinum toxin type A does not show effect on gait in children with spastic cerebral palsy classified in stages I and II of the GMFCS.

**Key-words:** Cerebral Palsy. Gait. Kinematics. Muscle Spasticity. Botulinum toxin type A.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
1.1 O PROBLEMA E SUA IMPORTÂNCIA .....	10
1.2 OBJETIVOS .....	13
1.2.1 Geral .....	13
1.2.2 Específicos .....	13
1.3 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO .....	14
1.4 LIMITAÇÕES DO ESTUDO .....	14
1.5 DEFINIÇÃO DE TERMOS .....	14
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>10</b>
2.1 PARALISIA CEREBRAL .....	16
2.2 ESPASTICIDADE .....	18
2.3 TOXINA BOTULÍNICA .....	22
2.4 COATIVAÇÃO MUSCULAR .....	25
2.5 DESENVOLVIMENTO DA MARCHA TÍPICA x PARALISIA CEREBRAL .....	28
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>34</b>
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA .....	34
3.1.1 Design do estudo .....	38
3.2 SUJEITOS DO ESTUDO .....	34
3.3 DEFINIÇÃO OPERACIONAL DAS VARIÁVEIS .....	36
3.4 INSTRUMENTAÇÃO .....	38
3.4.1 Ficha de identificação e anamnese (APÊNDICE D) .....	38
3.4.2 Medidas antropométricas .....	38
3.4.3 Escala de <i>Ashworth</i> (ANEXO A) .....	39
3.4.4 Gross Motor Function Measure –GMFM (ANEXO B) .....	39
3.4.6 Eletromiógrafo .....	40
3.4.7 Sistema de aquisição de imagens .....	40
3.5 ESTUDO PILOTO .....	41
3.6 CONTROLE DE VARIÁVEIS .....	41
3.7 PROCEDIMENTOS DE COLETA DOS DADOS .....	42
3.7.1 Anamnese e avaliações clínicas .....	42
3.7.2 Eletromiografia .....	43
3.7.3 Cinemática .....	45
3.8 PROCESSAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS .....	45
3.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	47
<b>4 RESULTADOS</b> .....	<b>49</b>
4.1 VARIÁVEIS CLÍNICAS .....	52
4.2 VARIÁVEL ELETROMIOGRÁFICA – Índice de Coativação .....	53
4.3 VARIÁVEIS CINEMÁTICAS .....	53
4.3.1 Variáveis cinemáticas angulares do quadril .....	53
4.3.2 Variáveis cinemáticas angulares do joelho .....	56
4.3.3 Variáveis cinemáticas espaço-temporais .....	59
4.4 ATENDIMENTO FISIOTERAPÊUTICO .....	61
<b>5 DISCUSSÃO</b> .....	<b>63</b>
5.1 PARÂMETROS CLÍNICOS .....	63
5.2 PARÂMETRO ELETROMIOGRÁFICO .....	67
5.3 PARÂMETROS CINEMÁTICOS .....	70

<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>75</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>76</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>87</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>112</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 O PROBLEMA E SUA IMPORTÂNCIA

A paralisia cerebral consiste em um grupo de desordens permanentes do desenvolvimento da postura e do movimento, atribuídas a perturbações não-progressivas ocorridas no desenvolvimento fetal ou infantil. As desordens motoras causadas pela paralisia cerebral em geral estão associadas a alterações da linguagem, cognitivas, sensoriais, perceptivas, comportamentais, além de epilepsia e problemas musculoesqueléticos secundários (ROSENBAUM *et al.*, 2007).

Na forma espástica ou piramidal, que é a mais freqüente, observa-se hipertonía muscular, déficit de força generalizado ou localizado (ROTTA, 2002), aumento dos reflexos miotáticos, clônus e reflexo cutâneo-plantar em extensão (SCHWARTZMAN, 2004).

A espasticidade é uma das seqüelas mais características da paralisia cerebral espástica, e, por restringir movimentos, acarreta limitações no desempenho motor e nas atividades funcionais (CARDOSO *et al.*, 2006). Contudo, para Frost *et al.* (1997), a principal causa dos movimentos ineficientes ou anormais na paralisia cerebral espástica é a coativação muscular dos músculos agonistas e antagonistas durante a realização do movimento, que ocorre devido a uma redução no disparo das unidades motoras como resultado da interrupção descendente destes sinais (ROSE e MCGILL, 2005).

Essas crianças, segundo Damiano *et al.* (2000), tendem a usar mais a coativação muscular durante a marcha do que crianças com desenvolvimento típico. Efeitos negativos potenciais da coativação incluem grande ativação muscular total durante a produção de força e alteração na qualidade e quantidade de movimento devido ao acréscimo na rigidez articular. Apesar disso, os autores acrescentam que durante a marcha, a coativação muscular pode ser uma estratégia compensatória útil nas crianças com paralisia cerebral espástica por acrescentar estabilidade articular, limitar graus de liberdade ou permitir que o sistema motor reaja mais prontamente às perturbações do ambiente.

Durante a marcha do paralisado cerebral a transferência do corpo no espaço de um ponto ao outro se encontra dificultada, uma vez que, o avanço do membro inferior está deficitário acarretando um maior gasto energético em decorrência de movimentos adicionais e exigindo maior atividade da musculatura (MELANDA *et al.*, 2006). Entre os fatores que contribuem com as causas da deficiência na marcha de crianças e adolescentes com paralisia cerebral, estão a ativação muscular anormal (VAN DER HOUWEN *et al.*, 2009), o aumento da espasticidade, alterações no equilíbrio, deterioração da força muscular e contraturas (KRAKOVSKY *et al.*, 2007).

O tratamento da espasticidade em crianças tem sido melhorado nos últimos anos pela utilização de várias novas modalidades de tratamento invasivas e não-invasivas. O objetivo da redução do excessivo tônus muscular é aprimorar a facilitação do movimento e prevenir deformidades nos ossos e tecidos moles por um longo período de tempo (DUFF e MORTON, 2007).

Entre as diversas abordagens de tratamento para redução do tônus muscular em crianças com paralisia cerebral espástica, está a aplicação da toxina botulínica tipo A. Cosgrove *et al.* (1994) afirma que após a aplicação da toxina botulínica tipo A existem evidências de melhora da marcha em crianças com paralisia cerebral espástica com contraturas de membros inferiores suficientes para interferir na posição da caminhada. Ainda sobre a toxina botulínica tipo A, Desloovere *et al.* (2007) acrescenta que, associada a outros tratamentos conservadores, auxilia na prevenção de contraturas musculares e deformidades ósseas graves, na redução do tônus muscular e na regularização do movimento, melhorando assim a propriocepção, controle motor seletivo e a força. Em alguns indivíduos, estes ganhos persistem após a redução do efeito da toxina e sugerem que estes sejam, possivelmente, por um relaxamento do músculo espástico, facilitando um crescimento longitudinal ou aumento de força dos músculos antagonistas (COSGROVE *et al.*, 1994).

No entanto, o tratamento da espasticidade com toxina botulínica tipo A gera altos custos, pois além dos recursos humanos utilizados nos procedimentos do bloqueio neuromuscular, cada dose do botox custa aproximadamente entre oitocentos e mil reais (XANGAI, 2005). A portaria 1.318/2002, do Ministério da Saúde, garante o direito ao uso terapêutico do botox aos usuários para o Sistema Único de Saúde (SUS), contudo, como está classificado como medicamento excepcional, para sua aplicação necessita-se passar por um processo burocrático

que inclui um laudo médico, solicitação para medicação excepcional, cópia da documentação pessoal do paciente e um cadastro específico (XANGAI, 2005).

David e Ávila (2004) salientam a importância de se descrever como ocorre a marcha do ponto de vista biomecânico, sob diferentes condições ambientais e em distintas populações, como no caso de crianças com paralisia cerebral espástica. Isso porque a influência da toxina botulínica tipo A na prática fisioterapêutica necessita ser embasada, para assegurar a seleção apropriada de indivíduos e melhora nos resultados funcionais para criança e seus familiares (MACKEY, WALT e STOTT, 2003).

Dessa forma, visto os grandes custos financeiros devidos às intervenções terapêuticas em crianças com paralisia cerebral espástica, principalmente com a aplicação da toxina botulínica tipo A, bem como a grande expectativa de pais e terapeutas pela resposta ao tratamento, a análise do seu efeito sobre a marcha e sua relação com parâmetros funcionais conduz a uma escolha terapêutica mais racional.

A literatura específica discute sobre a utilização da toxina botulínica tipo A como auxílio no tratamento da espasticidade nos membros inferiores de crianças com paralisia cerebral espástica com marcha independente (COSGROVE *et al.* 1994; SUTHERLAND *et al.* 1996; WONG 1998; CORRY *et al.* 1999; GORDON 1999; GRAHAM *et al.* 2000; MACKEY *et al.* 2003; SARIOGLU *et al.* 2003; SILVA *et al.* 2003; CARDOSO *et al.* 2006; HEINEN *et al.* 2006; DESLOOVERE *et al.* 2007; SCHOLTES *et al.* 2007; TILTON 2007; PASCUAL-PASCUAL *et al.* 2008). Apesar de muitos trabalhos relatarem a eficácia da aplicação da toxina botulínica tipo A em crianças com paralisia cerebral espástica, poucos discutem sobre os efeitos dessa abordagem de tratamento nos aspectos funcionais e biomecânicos da marcha, principalmente no que tange à influência da diminuição da espasticidade pela ação da toxina na coativação muscular durante o ciclo da marcha, bem como suas repercussões na função motora ampla e nas habilidades funcionais.

Nesse contexto, surge uma questão a ser investigada:

**Qual o efeito da toxina botulínica tipo A na marcha de crianças com Paralisia Cerebral espástica?**

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Geral

Investigar os efeitos da toxina Botulínica tipo A na marcha de crianças com Paralisia Cerebral espástica.

### 1.2.2 Específicos

Comparar o parâmetro eletromiográfico índice de coativação dos músculos reto femoral e semitendíneo durante a marcha de crianças com Paralisia Cerebral espástica antes e entre 30 e 45 dias após a aplicação da toxina botulínica;

Comparar os parâmetros cinemáticos durante a marcha de crianças com Paralisia Cerebral espástica antes e entre 30 e 45 dias após a aplicação da toxina botulínica;

Comparar os parâmetros clínicos de espasticidade, motricidade ampla e habilidades funcionais de crianças com Paralisia Cerebral espástica antes e entre 30 e 45 dias após a aplicação da toxina botulínica;

Comparar os parâmetros eletromiográfico, cinemáticos e clínicos de crianças com Paralisia Cerebral espástica que receberam a aplicação da toxina botulínica com crianças com Paralisia Cerebral espástica que não receberam aplicação da toxina botulínica, avaliadas duas vezes em um intervalo entre 30 e 45 dias;

Examinar a relação entre os parâmetros eletromiográfico, cinemáticos e clínicos e o tempo de atendimento fisioterapêutico de crianças com Paralisia Cerebral espástica.

### 1.3 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

O presente estudo delimitou-se em avaliar a marcha de crianças de 7 a 14 anos de idade, de ambos os sexos, com paralisia cerebral espástica que não receberam toxina botulínica tipo A e que receberam aplicação toxina botulínica tipo A nos membros inferiores no Centro Catarinense de Reabilitação - CCR, residentes no Estado de Santa Catarina. As avaliações e reavaliações de ambos os grupos ocorreram no intervalo de tempo entre 30 a 45 dias, nas dependências Laboratório de Biomecânica do Centro de Ciências da Saúde e do Esporte - CEFID da Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC, no período de abril a novembro de 2009.

### 1.4 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Determinados fatores, não controlados, limitaram a pesquisa de modo a influenciar nos resultados no estudo:

- Utilização do ambiente de laboratório para realização das avaliações;
- Não comparecimento da criança na data e horário marcados para as avaliações e reavaliações, resultando em perda amostral;
- Avaliação cinemática bidimensional e apenas do lado mais comprometido da criança;
- Eletromiógrafo com cabos curtos e com apenas 4 canais.

### 1.5 DEFINIÇÃO DE TERMOS

**Coativação muscular:** ativação de dois músculos ao mesmo tempo ao redor de uma articulação (TEIXEIRA *et al.*, 2001).



**Espasticidade muscular:** desordem motora caracterizada pela hiperexcitabilidade do reflexo de estiramento com exacerbação dos reflexos profundos e aumento do tônus muscular (LIANZA *et al.*, 2001).

**Paralisia Cerebral:** grupo de desordens permanentes do desenvolvimento da postura e do movimento, causando limitações nas atividades, atribuídas a perturbações não-progressivas que ocorreram no desenvolvimento fetal ou infantil. As desordens motoras da paralisia cerebral são comumente acompanhadas por perturbações da comunicação, sensação, cognição, percepção e comportamento, por epilepsia e problemas musculoesqueléticos secundários (ROSENBAUM *et al.*, 2007).

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 PARALISIA CEREBRAL

Paralisia cerebral é um termo que abrange síndromes não progressivas associadas ao déficit na postura e movimento em consequência a uma lesão no desenvolvimento do sistema nervoso central (KOMAN, SMITH e SHILT, 2004).

Originalmente relatada por Little em 1891, a paralisia cerebral tem sido assunto de livros e documentos por algumas das mais famosas mentes médicas nos últimos 100 anos. Ao final do século XIX, Freud e Osler começaram a contribuir com importantes perspectivas, e a partir de meados de 1940, integrantes da Academia Americana de Paralisia Cerebral e Medicina do Desenvolvimento nos Estados Unidos e Mac Keith, Polani, Ingran e Bax do Little Club no Reino Unido, estavam entre os líderes que fundamentaram e colocaram a frente os conceitos e descrições da paralisia cerebral (ROSENBAUM *et al.*, 2007).

Várias definições foram propostas ao longo dos anos, contudo, a busca por uma definição única, multidisciplinar e aceita internacionalmente continua. Além disso, por se pensar que o déficit motor esta frequentemente acompanhado por outros defeitos no desenvolvimento neurológico, no Workshop Internacional organizado em 2004 para discussões sobre definição e classificação da paralisia cerebral em Maryland, Estados Unidos, estudiosos do assunto realizaram uma revisão e formularam uma definição a partir da clássica e ainda utilizada definição proposta por Bax (1964), que definia paralisia cerebral como “desordem da postura e movimento devido a uma lesão no cérebro imaturo”.

Assim, em 2006, o Comitê Executivo do Workshop Internacional chegou a uma definição que descreve a paralisia cerebral como um grupo de desordens permanentes do desenvolvimento da postura e do movimento, atribuídas a perturbações não-progressivas ocorridas no desenvolvimento fetal ou infantil. As desordens motoras causadas pela paralisia cerebral em geral estão associadas a alterações da linguagem, cognitivas, sensoriais, perceptivas, comportamentais, além de epilepsia e problemas musculoesqueléticos secundários (ROSENBAUM *et al.*, 2007).

Quanto à classificação, tradicionalmente utiliza-se o padrão de distribuição nos membros afetados e o tipo de tônus predominante. Contudo, no Workshop Internacional citado anteriormente, chegou-se a um consenso sobre o esquema de classificação da paralisia cerebral que contém os seguintes componentes (ROSENBAUM *et al.*, 2007): anormalidades motoras, onde são observadas a natureza e tipo da desordem motora; habilidades motoras funcionais, onde são identificadas a extensão das limitações do indivíduo quanto às funções motoras, incluindo as funções oromotoras e fala; déficits associados como presença ou ausência de atrasos, problemas no desenvolvimento musculoesquelético e/ou acompanhados de problemas neurológicos não motores ou problemas sensoriais (epilepsia, déficits visuais, auditivos, de atenção, de comportamento, de comunicação ou cognitivos) e a extensão ao qual estes déficits atuam sobre o indivíduo com paralisia cerebral; achados anatômicos e de neuroimagem; causa e tempo para verificar se existe uma causa claramente identificada e o tempo estimado do quadro durante o qual ocorreu a lesão.

Crianças com paralisia cerebral têm níveis de funcionamento variados com características que acarretam déficits no desenvolvimento (KRAKOVSKY *et al.* 2007). As características marcantes são espasticidade, distúrbios de movimento, fraqueza muscular, ataxia e rigidez (KOMAN, SMITH E SHILT, 2004).

Krakovsky *et al.* (2007) em seu estudo verificou que crianças, adolescentes e jovens adultos com paralisia cerebral apresentaram perda do controle motor, além de alterações psicossociais, juntamente com distúrbios da alimentação e problema fisiológicos. Fatores como aumento da espasticidade, equilíbrio, problemas na deterioração do estado e da força muscular e contraturas foram possíveis causas do declínio das habilidades funcionais em crianças e adolescentes com paralisia cerebral.

Uma das seqüelas mais características da paralisia cerebral é a espasticidade, que acaba por restringir uma série de movimentos, acarretando em limitações no desempenho motor das crianças, assim como em suas atividades funcionais (CARDOSO *et al.*, 2006).

Em crianças com paralisia cerebral, o déficit no input corticoespinhal durante o desenvolvimento, associado com uma deficiência na modulação dos circuitos dos interneurônios espinhais, possivelmente conduza a inibição recíproca anormal

durante a marcha, mecanismo que do mesmo modo pode contribuir para o padrão de coativação (DIETZ e SINKJAER, 2007).

Para Frost *et al.* (1997) a coativação muscular, ou ativação simultânea dos músculos agonistas e antagonistas durante a realização de um movimento, limita muitas atividades que envolvem coordenação motora e estabilidade articular, como no caso de crianças com paralisia cerebral espástica, onde a coativação tem sido causa de movimentos ineficientes ou anormais.

## 2.2 ESPASTICIDADE

De acordo com Tilton (2004), juntamente com outros fenômenos motores da síndrome do neurônio motor superior, a espasticidade pode ter um significativo impacto funcional sobre crianças com paralisia cerebral.

A espasticidade pode ser definida como aumento na resistência ao alongamento muscular passivo, velocidade dependente, devido a um exagero nos reflexos tônicos de estiramento (Lance, 1980 apud Bethoux, 2004; Tilton, 2004).

O tônus muscular é ajustado pelos neurônios motores alfa e influenciado por estímulos antagônicos. Os neurotransmissores glutamato e aspartado são liberados por impulsos excitatórios que chegam à medula espinhal através dos neurônios aferentes Ia. Os impulsos inibitórios são descendentes, originados nos gânglios da base e cerebelo e responsáveis pela liberação do neurotransmissor GABA (ácido gama aminobutírico). A espasticidade é causada por um descontrole entre esses impulsos, especialmente pela insuficiência no GABA (VAL FILHO, 2002).

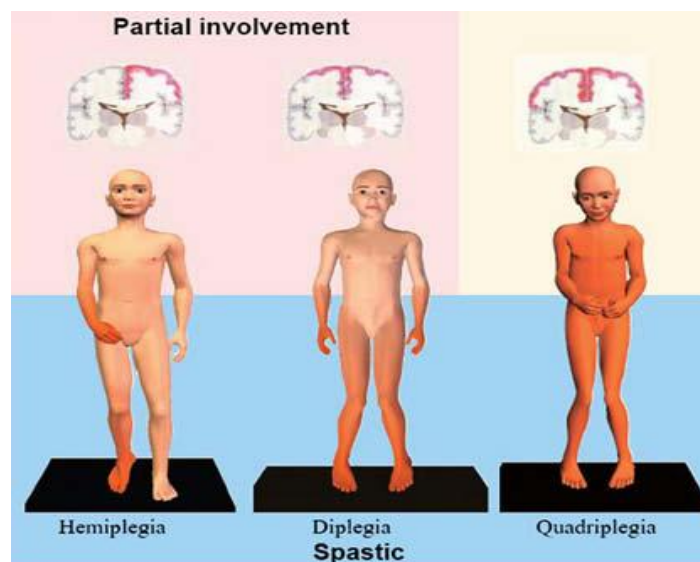
Para Bethoux (2004) dois subtipos de espasticidade podem ser descritos: espasticidade de origem cerebral e espasticidade de origem espinhal. Segundo Val Filho (2002), devido à lesão cerebral causadora da espasticidade ser no cérebro em desenvolvimento, a espasticidade de crianças difere de adultos, podendo ocorrer melhor reorganização cortical e distribuição entre agonista e antagonista nas crianças.

Apesar da espasticidade não estar comumente presente durante o primeiro ano de vida, cerca de 60% das crianças com paralisia cerebral a desenvolvem, tornando-se mais severa aos 2 e 3 anos de idade, com possibilidade de estabilização ou regressão a partir dessa idade, onde, a piora nos sintomas é devida

ao surgimento das deformidades secundárias, contraturas musculares e rigidez (VAL FILHO, 2002).

De forma objetiva, as manifestações da espasticidade podem ser divididas em fenômenos estáticos, que são causados por mudanças nas propriedades reológicas das estruturas musculoesqueléticas e em fenômenos dinâmicos, que são ligados a hiperexcitabilidade reflexa (BETHOUX, 2004).

A espasticidade em crianças com paralisia cerebral pode ser classificada de acordo com a região do corpo afetada (TILTON, 2004): diplegia espástica (ambas as pernas, mais severamente nas pernas que nos braços); hemiplegia (um braço e uma perna no mesmo lado do corpo); dupla hemiplegia (ambos os braços e pernas, mais severamente nos braços que nas pernas); tetraplegia (severamente os quatro membros) (Figura 1). Pode também ser focal, afetando o tronco, o pescoço e a musculatura orofaríngea (VAL FILHO, 2002).



**Figura 1-** Classificação da Paralisia Cerebral  
**Fonte:** Berker e Yalçin (2008).

Para Tilton (2004), o programa de tratamento da espasticidade na criança com paralisia cerebral começa com uma cuidadosa avaliação para determinar se o excesso de atividade muscular interfere em algum aspecto da função, conforto ou cuidado. Adicionalmente, deveria ser determinado se a espasticidade da criança auxilia na função, por exemplo, se a rigidez do membro inferior melhora a habilidade de transferência na presença de fraqueza muscular da perna. Nesse caso, possivelmente a redução da espasticidade seria improdutiva, contudo, se combinada com fortalecimento muscular e órteses apropriadas, pode produzir um abrangente

benefício funcional e assim pode ser mantida. Val Filho (2002) concorda, e adiciona que em casos leves de paralisia cerebral, que não interfiram na função da criança e não levem a posturas viciosas, contraturas musculares ou dor, não necessitam de tratamentos para diminuição da espasticidade.

Muitos outros fatores influenciam o método e o momento da escolha da terapia para redução da espasticidade em crianças com paralisia cerebral, como a idade da criança, a presença de comorbidades, tais como, epilepsia ou déficit cognitivo e habilidade da família em cumprir o tratamento em casa ou retornar para um seguimento regular. Com relação à família, é indispensável direcionar a expectativa dos cuidadores para algo alcançável, bem como, obter constantes informações de como a criança está funcionando em casa e na escola, qual o seu interesse em esportes e outras atividades que podem ser influenciados pelo tratamento e outros aspectos importantes da vida diária (TILTON, 2004).

A avaliação completa determina a entrada de uma equipe inteira de tratamento da espasticidade, incluindo fisiatras, fisioterapeutas, terapeutas ocupacionais, enfermeiras, cirurgiões e outros profissionais. Inclui escalas como Escala de Ashworth Modificada, Escala de Avaliação da Função Motora Ampla (GMFM), Escala de Avaliação da Performance Motora Ampla (GMPPM), índice de Barthel, medidas de independência funcional como Inventário de Avaliação Pediátrica da Incapacidade (PEDI), entre outras (TILTON, 2004).

De forma ampla, o objetivo de qualquer plano tratamento da espasticidade, é maximizar a função ativa, facilitar o cuidado pessoal e prevenir problemas secundários como a dor, subluxações e contraturas (VAL FILHO, 2002; TILTON, 2004).

Para alcançar tais objetivos, diversas abordagens terapêuticas podem ser utilizadas na redução da espasticidade em crianças com paralisia cerebral, dentre elas destacam-se os tratamentos fisioterapêutico, cirúrgico e medicamentoso.

A reabilitação com fisioterapia é indicada em todos os níveis de espasticidade (BETHOUX, 2004). O tratamento fisioterapêutico para espasticidade de crianças com paralisia cerebral pode incluir um programa de exercícios regulares, hidroterapia, equoterapia e várias modalidades incluindo aplicação de frio e calor, estimulação elétrica e biofeedback (TILTON, 2004).

Ainda com relação ao tratamento fisioterapêutico, não pode ser deixada de lado a importância do alongamento regular para manter o alcance completo de

movimento. Felizmente, as crianças querem se mover, e atividades de vida diária podem ser exercícios razoáveis para alcance de movimento. Contudo, quando a criança trata os déficits com estratégias compensatórias que minimizam os movimentos das articulações afetadas, o potencial para contraturas aumenta. Os alongamentos diminuem o tônus por várias horas, proporcionando uma ação antiespástica por um curto período de tempo (TILTON, 2004). Muitas vezes, essas crianças perdem suas habilidades funcionais na adolescência e na idade adulta jovem. A fisioterapia pode identificar variáveis relacionadas à perda da função e modificar a forma de atendimento para melhorar a qualidade de vida destas crianças e de suas famílias (KRAKOVSKY *et al.*, 2007).

Tratamentos cirúrgicos, tais com alongamento de tendão, neurectomia, alongamento intramuscular podem auxiliar em conjunto com a reabilitação na luta contra as contraturas. No entanto, se não for tratada a espasticidade, o risco de contraturas recorrentes é alto (BETHOUX, 2004).

As cirurgias ortopédicas deveriam ser adiadas até que a marcha da criança esteja madura, normalmente entre 6 e 10 anos. Enquanto isso, a fisioterapia, os alongamentos e órteses podem ser utilizados para manter o alcance do movimento. Medicamentos orais, toxina botulínica, baclofen intratecal e rizotomia dorsal também podem ser apropriados. Quando a marcha estiver madura, a análise de marcha e exames clínicos podem ser úteis para indicar a necessidade de cirurgia (TILTON, 2004).

As medicações orais são largamente utilizadas também como monoterapia, ou, mais freqüentemente na espasticidade severa, em combinação com outras modalidades terapêuticas (BETHOUX, 2004). Os agentes antiespásticos orais tais como baclofen, tizanidina, diazepam e dantrolene sódico tem a vantagem de serem facilmente utilizados, mas a desvantagem dos efeitos sistêmicos e colaterais (TILTON, 2004).

Sobre seus potenciais efeitos colaterais, sedação do sistema nervoso central e fraqueza são muito comuns (BETHOUX, 2004). Então eles são mais apropriados para crianças que necessitem somente de suave redução da espasticidade ou tenham uma espasticidade extensa, nesse caso em mais áreas do corpo. Infelizmente, muitos estudos sobre a eficácia desses agentes são antigos, não são direcionados a medidas de função e não usam métodos rigorosos de pesquisas

atuais. Adicionalmente, muitos dos testes são conduzidos em adultos com desordens espásticas e poucos em crianças (TILTON, 2004).

O autor supracitado ainda ressalta a importância da continuidade da fisioterapia, mesmo com o uso de novas modalidades terapêuticas como a toxina botulínica, baclofen intratecal ou rizotomia dorsal, pois estas não substituem um programa fisioterapêutico individualizado, principalmente pelos alongamentos.

### 2.3 TOXINA BOTULÍNICA

A toxina botulínica tipo A tem sido utilizada no tratamento de uma variedade de condições. O mais importante para o ponto de vista pediátrico é no tratamento da espasticidade, principalmente em crianças com paralisia cerebral.

O uso da toxina botulínica tipo A associado a outros tratamentos conservadores auxilia na prevenção de contraturas musculares e deformidades ósseas graves, na redução do tônus muscular e na normalização do movimento, melhorando assim a propriocepção, controle motor seletivo, e força, resultando em um desempenho funcional melhor. Eles também podem reduzir a complexidade da cirurgia numa idade mais avançada. Tratamentos conservadores aumentam a qualidade de vida desses pacientes (DESLOOVERE *et al.*, 2007).

A toxina botulínica é uma neurotoxina produzida pela bactéria anaeróbica *Clostridium Botulinum*. Existem 7 sorotipos de ocorrência natural da toxina, da letra A à G, todas as quais são zinco proteases que têm por alvo o mecanismo de fusão das vesículas sinápticas na junção neuromuscular (TILTON, 2004).

A desnervação ocorre porque as vesículas não podem fundir-se com a membrana sináptica e então a acetilcolina não pode ser liberada. Os 7 sorotipos diferem em componentes específicos do mecanismo de fusão que eles direcionam, na duração da ação, nas unidades de potência e nas suas capacidades imunogênicas. Dois sorotipos, o A e o B são disponíveis comercialmente. A toxina botulínica tipo A, é vendida mundialmente pela Allergan Farmacêutica com o nome comercial de Botox e Dysport na Europa e outros lugares. A toxina botulínica tipo B é comercializada pela Elan biofarmacêutica nos Estados Unidos com o nome de Myobloc e na Europa como Neurobloc (TILTON, 2004).



Quanto a efetividade das doses, todos os dois tipos tem aproximadamente a mesma duração de ação clínica, aproximadamente 3 meses. Por causa das diferenças na formulação molecular e outras variáveis, a potência de uma única unidade varia grandemente entre os tipos comerciais, por exemplo, 1 unidade de Botox é aproximadamente 4 unidades da Dysport e 40 à 50 unidades de Myobloc, no entanto, é muito importante reconhecer que não são simples proporções de dose equivalentes. Por causa dessa diferença, é importante especificar a marca comercial (TILTON, 2004).

Existem guias de dosagem para adultos e crianças desenvolvidos em consensos. Com o tempo, a dose máxima recomendada usada por médicos experientes tem aumentado de 4 U/kg para 10 U/kg de toxina em alguns casos. Em crianças, a dose máxima deve levar em consideração o peso da criança, a massa muscular e o grau de espasticidade. A dose mais baixa efetiva com um intervalo de injeção de no mínimo 3 meses ou mais deveria ser usada para minimizar o risco do desenvolvimento de anticorpos. A complexa neurotoxina botulínica é imunogênica, e a exposição repetida pode conduzir a imunoresistência, apesar de não serem publicados muitos estudos sobre o assunto. As crianças podem necessitar de anestesia tópica ou leve sedação durante a injeção. Eletromiografia ou estimulação elétrica são algumas vezes usadas para auxiliar em músculos de difícil localização, tais como nas extremidades superiores, embora o exame clínico seja suficiente para identificar os músculos afetados. Efeitos adversos são comumente são suaves e transitórios, consistindo em dor no local da injeção e algo parecido como um suave resfriado (TILTON, 2004).

Em geral, é aceito que a injeção da Toxina botulínica tipo A beneficia o tratamento da espasticidade de membros superiores e inferiores em crianças e é recomendado que isso seja feito cedo, preferencialmente antes dos seis anos de idade para evitar contraturas fixas e também prevenir deslocamento do quadril. Médicos e cuidadores usualmente concordam que os benefícios vistos com a injeção de Botox são grandes (TILTON, 2004).

Desvantagens incluem o custo do tratamento e o fato de ter que ser aplicado em intervalos regulares. São poucos os efeitos indesejados, se uma fraqueza ocorrer será transitória (GORDON, 1999).

A injeção de toxina botulínica tipo A nos músculos isquiotibiais pode ter uma maior função quando a espasticidade desses músculos é a causa dominante da

anormalidade da marcha (CORRY *et al.*, 1999). De acordo com Cosgrove *et al.* (1994) não acontece efeito colateral sistêmico e existem evidências de melhora da marcha de crianças com paralisia cerebral com contraturas de membros inferiores suficientes para interferir na posição da caminhada e também melhoras na análise da marcha. Em alguns pacientes os ganhos de extensão do joelho persistiram após os seis meses de injeção da toxina nos músculos isquiotibiais, sugerindo que ou o relaxamento do músculo espástico pode ter facilitado o crescimento longitudinal ou o antagonista talvez tenha se fortalecido durante este período.

Desloovere *et al.* (2007) em seu estudo, verificou menor incidência da postura agachada no grupo que utilizou a toxina botulínica tipo A e flexão do joelho e quadril no contato inicial da marcha semelhante ao grupo controle. A toxina botulínica tipo A também apresentou efeito benéfico na articulação do tornozelo com tendência de redução da flexão plantar no contato inicial, aumento da dorsiflexão máxima e aumento da amplitude de movimento durante a fase de impulsão. Nesse mesmo estudo, o padrão de marcha nas crianças tratadas com toxina botulínica tipo A foi definido por menos contraturas musculares ao nível do quadril, joelho e tornozelo e por menos deformidades ósseas, comuns nas crianças com paralisia cerebral espástica.

Com relação à deformidade em equino de crianças com paralisia cerebral espástica, Silva Jr *et al.* (2003) verificou que associada à fisioterapia, a aplicação da toxina botulínica tipo A nos gastrocnêmios é uma forma de tratamento eficaz, pois reduz o padrão de marcha em equino a curto prazo e na maioria dos casos também a longo prazo, melhora o grau de amplitude de movimentação passiva da articulação tibiotársica e facilita o uso de órteses.

A toxina botulínica tipo A pode também ser uma boa escolha para o tratamento da espasticidade de crianças com paralisia cerebral hemiplégica, já que sua aplicação no músculo reto femoral é efetiva para a rigidez de joelho em adultos hemiplégicos, aumentando a flexão de joelho sem redução na flexão do quadril e tendência a melhora funcional da marcha (ROBERTSON *et al.*, 2008).

Para Cardoso *et al.* (2006) melhoras significativas com menos efeitos colaterais são destacadas em várias pesquisas, no entanto alguns autores ainda questionam o uso da toxina botulínica e os efeitos na espasticidade.

## 2.4 COATIVAÇÃO MUSCULAR

Um dos principais meios pelo qual o sistema nervoso estabiliza a posição de um membro é a coativação muscular (SUZUKI *et al.*, 2001). Definida como um fenômeno no qual ocorre a ativação de dois músculos ao mesmo tempo ao redor de uma articulação (TEIXEIRA *et al.*, 2001). Sendo seu controle motor dependente da relação entre a musculatura agonista e antagonista (LAMONTAGNE *et al.*, 2000).

Segundo Ervilha (2004) a coativação muscular em condições normais apresenta-se como uma estratégia de controle motor usada pelo sistema nervoso central com o intuito de melhorar certos movimentos.

Também pode ser considerada um indicador do grau de realização das atividades motoras (FROST *et al.*, 1997) já que se relaciona diretamente ao nível de habilidade motora em diversas idades (ERVILHA, 2004).

Em crianças com paralisia cerebral, acredita-se que a ativação muscular anormal é um dos vários fatores que alteram a marcha (VAN DER HOUWEN *et al.*, 2009).

Damiano *et al.* (2000) observaram que um dos prejuízos motores apresentados por indivíduos com paralisia cerebral é o aumento da coativação muscular, através de um controle motor estratégico resultando em um maior gasto energético no seu desempenho.

Conforme Rose e McGill (2005) isso ocorre porque há uma redução no disparo das unidades motoras em resultado a uma interrupção descendente destes sinais. Essa ausência dos disparos durante a contração também pode ser uma explicação para fraqueza e perda de destreza que são comumente observadas na paralisia cerebral.

A regulação da coativação muscular é conhecida como um mecanismo para se aumentar a exatidão de um movimento (VAN ROON *et al.*, 2005), por meio do controle da estabilidade, para que este contribua da maneira mais eficiente no controle dinâmico e contínuo para realização de atividades funcionais de pacientes com paralisia cerebral (AQUINO *et al.*, 2004):

A espasticidade em paralisados cerebrais apresenta-se como dificuldade no relaxamento muscular e, em decorrência disso, limitação do movimento recíproco devido à pouca ativação dos grupos musculares antagonistas resultando em uma coativação muscular que restringe o movimento da articulação (ORSINI *et al.*, 2008).

Pierce *et al.* (2008) sugere que a coativação muscular em crianças com paralisia cerebral está fortemente associada com a atividade reflexa, sendo uma ocorrência comum durante o movimento passivo.

Essas crianças, segundo Damiano *et al.* (2000), tendem a usar mais a coativação muscular durante a marcha do que crianças com desenvolvimento típico. Efeitos negativos potenciais da coativação incluem grande ativação muscular total durante a produção de força e alteração na qualidade e quantidade de movimento devido ao acréscimo na rigidez articular. Apesar disso, os autores acrescentam que durante a marcha, a coativação muscular pode ser uma estratégia compensatória útil nas crianças com paralisia cerebral espástica por acrescentar estabilidade articular, limitar graus de liberdade ou permitir que o sistema motor reaja mais prontamente às perturbações do ambiente.

Em seu estudo Moreau *et al.* (2009) relacionou a ativação anormal do músculo agonista, coativação muscular, espasticidade e fraqueza com taxas de fadiga muscular. Os resultados sugeriram que a resistência à fadiga pode ser devido ao efeito de um dano neural nas unidades motoras de recrutamento e a taxa de modulação ou como resultado secundário às adaptações da espasticidade ou excessiva coativação muscular.

Crianças com paralisia cerebral podem apresentar uma coativação dos músculos antagonistas dos membros inferiores durante a postura juntamente com um forte reflexo de estiramento de curta duração e uma atividade eletromiográfica reduzida da musculatura extensora do membro inferior (BERGER, 1998).

De acordo com Patikas, Wolf e Döderlein (2005), as crianças com hemiplegia espástica, durante determinadas fases do ciclo da marcha apresentaram uma menor resposta eletromiográfica para os músculos anteriores da perna e uma resposta aumentada para os isquiotibiais, quando comparados ao lado sadio. Revelando também uma ativação prolongada do músculo reto femoral do lado envolvido durante a fase de balanço. Considerando que o reforço da ativação dos isquiotibiais pode ser um mecanismo compensatório benéfico, prevenindo a hiperextensão do joelho.

Crianças que apresentam desordens no desenvolvimento da coordenação, como crianças com paralisia cerebral, apresentam incapacidades para realizar algumas habilidades motoras em níveis de competência adequados a cada idade. Com objetivo de comparar crianças com desordens no desenvolvimento da

coordenação, Raynor (2001) verificou a força e as medidas de energia associadas com a tarefa de extensão e flexão do joelho em condições isométrica e isocinética. A relação entre a eficiência da atividade da musculatura agonista e antagonista, analisada por meio da mensuração da coativação, para a ação isométrica extensora não diferiu significadamente de acordo com o grupo controle normal, no entanto, no grupo com desordens houve um aumento nos níveis de coativação durante a flexão isométrica.

A proposta do estudo de Pierce *et al.* (2008) foi examinar a atividade reflexa, coativação e facilitação recíproca durante a mensuração da espasticidade de músculos flexores e extensores do joelho em 20 crianças com diagnóstico de Paralisia Cerebral com idade entre 7 e 13 anos com níveis I ou III de GMFCS. Foram realizadas análises eletromiográficas dos músculos vasto lateral e isquiotibial medial com os pacientes sentados no dinamômetro isocinético. Concluíram que a mobilidade funcional é mais prejudicada em crianças com Paralisia Cerebral, no entanto, a conclusão da atividade reflexa aumentada sem aumento de torque em uma comparação do nível I do GMFCS e o grupo com desenvolvimento típico sugere que a atividade reflexa pode desempenhar um papel menos proeminente na espasticidade.

Poon e Hui-Chan (2009) verificaram que nas crianças que tem o reflexo de estiramento dos plantiflexores mais hiperativo possuem uma maior coativação plantiflexora, produzindo um menor torque de flexão plantar e dorsiflexão. Contudo eles não encontraram relação entre a área de resposta do reflexo de estiramento e a mensuração clínica da espasticidade.

Em crianças com paralisia cerebral, durante a contração voluntária máxima, a ativação dos músculos adjacentes e distantes ocorre mais cedo (TEDROFF *et al.*, 2006). Em crianças com distonia, Malfait *et al.* (2007) constatou que estas não possuem níveis mais elevados de coativação no movimento de flexão e extensão dos membros superiores, concluindo desta maneira que a coativação muscular pode não ser uma das principais causas de anormalidade durante o movimento analisado.

Com intuito de compreender se a mecânica do centro de gravidade deve ser influenciada pela coativação dos principais músculos antagonistas dos membros inferiores, Dierick *et al.* (2002) avaliaram as atividades eletromiográficas dos músculos tibial anterior, tríceps sural e músculos flexores da coxa e constataram que durante a marcha, a mecânica do centro de gravidade está fortemente relacionada

com a coativação dos principais músculos antagonistas dos membros inferiores e que o entendimento da mecânica do centro de gravidade pode fornecer informações sobre o mecanismo da marcha e o nível de integridade do programa locomotor.

## 2.5 DESENVOLVIMENTO DA MARCHA TÍPICA x PARALISIA CEREBRAL

Em crianças e adultos com disfunções neurológicas, como a paralisia cerebral, a aquisição da marcha é um dos objetivos finais do plano de tratamento reabilitador, visto que a marcha é uma atividade funcional do homem (VIEL, 2001).

Muitos pesquisadores concordam que a marcha madura está presente a partir dos 5 anos em crianças normais (KEEN, 1993). Ao perceber que indicadores da marcha madura comumente aceitos estão presentes muito precocemente, como o balanço dos braços e o contato do calcanhar que estão presentes em muitas crianças a partir dos 18 meses, Sutherland *et al.* (1980), estudaram o desenvolvimento da maturidade da marcha de 186 crianças normais de 1 a 7 anos de idade e verificaram que a partir da avaliação de outros cinco critérios determinantes da marcha madura, o padrão de marcha madura está bem estabelecido aos 3 anos. Estes critérios consistem na duração da fase de apoio simples, velocidade da marcha, cadência, comprimento do passo e relação entre largura da pelve e afastamento dos tornozelos.

Com 1 ano de idade as crianças normais caminham com cadência de 180 passos por minuto, passos curtos com média de 20 cm e velocidade lenta, aproximadamente 6 cm/s. O balanço dos braços está ausente, o joelho fica flexionado durante a fase de apoio, o tornozelo em flexão plantar ao contato com o solo e a dorsiflexão diminuída durante a fase de balanço. Também na fase de balanço são aumentadas a flexão e abdução do quadril, inclinação e rotação pélvica e rotação das articulações do joelho quadril, que fica em rotação externa por todo o ciclo. A duração da fase de apoio simples é reduzida como indicativo de instabilidade (SUTHERLAND *et al.*, 1980).

Aos 18 meses, aproximadamente todas as crianças caminham com choque do calcanhar e mais de 70% com balanço dos braços. A base de suporte estreitou significativamente, mas ainda está mais larga que o padrão maduro (KEEN, 1993).

Aos 2 anos de idade a marcha já está mais madura, a inclinação pélvica, abdução e rotação externa já diminuíram. O joelho vai de grande flexão após o choque do calcanhar até extensão após a retirada dos dedos. A flexão plantar é menor e o contato do calcanhar está presente. Durante a fase de balanço o tornozelo faz a dorsiflexão. O balanço dos braços está presente em 3 de cada 4 crianças (SUTHERLAND *et al.*, 1980).

Em crianças com 3 anos de idade, a duração da fase de apoio simples é aproximadamente 35% e 90% das crianças tem balanço dos braços inversos à perna oposta. A base de suporte é proporcional à dos adultos. Diferenças da marcha madura adulta incluem grande flexão do joelho oscilando durante o apoio e leve acréscimo na rotação pélvica e da articulação do quadril e abdução do quadril (KEEN, 1993).

Na marcha de crianças com 7 anos de idade, comparada à dos adultos, somente pequenas diferenças são encontradas, tais como, alta cadência e baixa velocidade da marcha e leve aumento da rotação pélvica e da articulação do quadril, bem como, abdução do quadril durante a fase de balanço. A duração da fase de apoio simples é aproximadamente 38% e 39% em adultos (SUTHERLAND *et al.*, 1980). Contudo, apesar da proximidade, a cadência, o comprimento do passo e a velocidade dos adultos não podem ser alcançadas pela criança até que ocorra um crescimento adequado (KEEN, 1993). Em crianças, o comprimento do passo aumenta de maneira linear ao aumento no comprimento do membro (SUTHERLAND *et al.*, 1980).

A carência de correlação entre o comprimento do membro e o comprimento do passo a velocidade livre pode evidenciar atraso na maturação neuromuscular. Um comprimento de passo inadequado em crianças imaturas mostra ser devido à carência de estabilidade no membro de suporte. As causas desta instabilidade funcional poderiam ser carência de equilíbrio, fraqueza dos músculos plantiflexores ou carência de controle nesses músculos. Isso mostra uma importante prova de maturação neuromuscular (SUTHERLAND *et al.*, 1980).

Com relação à atividade eletromiográfica de alguns músculos dos membros inferiores que contribuem para o processo de maturação da marcha, Sutherland *et al.* (1980) constataram que com a idade não existe mudança na atividade do glúteo médio e o glúteo máximo mostra uma leve tendência em direção ao encurtamento do tempo em que está ativo durante a fase de apoio. O vasto medial também mostra

uma redução no tempo que está ativo em ambas fases de apoio e balanço, aumentando com a idade, enquanto o tibial anterior mostra uma gradual redução no tempo de atividade na fase de apoio com o aumento da idade. O complexo gastrocnêmio-sóleo em crianças com 18 meses de idade mostrou atraso na fase de meio balanço e atividade prematura na fase de apoio. Ambos os músculos isquiotibiais lateral e medial mostraram atividade prolongada na fase de apoio comparada com adultos, mas essa atividade gradualmente diminui com o aumento da idade.

Mais recentemente, Gage (1991) apud Viel (2001) também definiu cinco fatores para identificação da maturidade e eficácia da marcha normal: estabilidade na fase de apoio, ausência de contato do pé durante a fase de oscilação, pré-posicionamento correto do pé no fim da fase de oscilação, comprimento adequado dos passos e conservação de energia.

Enquanto a mecânica geral do início da marcha em crianças com paralisia cerebral aparenta ser similar a mecânica das crianças com desenvolvimento normal, avaliações mais detalhadas da seqüência do controle motor do início da marcha revelam que crianças com paralisia cerebral demonstram alternativas biomecânicas do início da marcha para desenvolver a dinâmica necessária para iniciar o progresso adiante (STACKHOUSE *et al.*, 2007). Elas revelam padrões estratégicos que tornam necessário um maior dispêndio de energia para a realização de determinadas tarefas como andar (RUSSEL, *et al.*, 2007; FONSECA, *et al.*, 2004).

Para Brunner e Romkes (2008), esses movimentos compensatórios podem vir tanto como resposta a um estado patológico característico ou devido a uma variedade de transtornos decorrentes da própria desordem neurológica.

O principal objetivo durante a marcha é manter a dinâmica enquanto o centro de massa corporal se movimenta fora da base de apoio, a progressão do corpo depende da capacidade do controle do sistema de equilíbrio, que engloba a interação tanto de forças externas quanto internas. (STACKHOUSE, *et al.*, 2007). Uma vez que a marcha é favorecida com base em mecanismos neuromusculares, quando este não é mais recuperável ou melhorado, o trabalho mecânico, o centro de massa e a dinâmica ficam afetados. (BENNETT *et al.*, 2005).

Segundo Krakovsky *et al.* (2007) entre os fatores que contribuem com as causas da deficiência na marcha de crianças e adolescentes com paralisia cerebral,



estão o aumento da espasticidade, alterações no equilíbrio, deterioração da força muscular e contraturas.

Durante a marcha do paralisado cerebral a transferência do corpo no espaço de um ponto ao outro se encontra dificultada, uma vez que, o avanço do membro inferior está deficitário acarretando um maior gasto energético em decorrência de movimentos adicionais e exigindo maior atividade da musculatura (MELANDA *et al.*, 2006).

Conforme David e Ávila (2004) é importante que se descreva como ocorre a marcha do ponto de vista biomecânico, sob diferentes condições ambientais e em distintas populações, como de crianças com paralisia cerebral, e para que possa comparar entre indivíduos é necessário o conhecimento sobre a variabilidade da marcha em diferentes faixas etárias de crianças. Sistemas de classificação são úteis para nos ajudar a comunicar achados, pesquisar questões diretas e formular protocolos terapêuticos (McDOWELL *et al.*, 2008).

Viel (2001) também acrescenta que a análise quantificada da marcha com aquisição de dados segmentares, tais como angulação entre segmentos e a velocidade angular permite a classificação por tipo de passo em alguns distúrbios que afetam a marcha. Em indivíduos com paralisia cerebral são usadas frequentemente a classificação da marcha de indivíduos diplégicos espásticos e classificação da marcha dos hemiplégicos espásticos.

Segundo a mobilidade do joelho no plano sagital, a marcha da criança com diparesia espástica pode ser classificada de acordo com 4 pontos de vista (VIEL, 2001):

- *Jump Knee*: relacionado a uma atividade prolongada e concomitante dos músculos reto femoral e isquiotibiais, pode ser descrito como um excesso de flexão do joelho no início do ciclo da marcha seguido por um excesso de flexão do quadril no impacto do passo e por um atraso na extensão do quadril no final da fase de apoio;
- *Crouch Gait*: conhecido por andar agachado, evidencia-se por uma flexão excessiva do joelho no período de apoio da marcha e está acompanhado comumente por um excesso de flexão do quadril, joelho e tornozelo (dorsiflexão), rotação lateral da tíbia e desvio em valgo do pé;

- *Recurvatum*: reconhecido por um *recurvatum* do joelho na fase de apoio é seguido por uma falta de flexão dorsal do tornozelo e por uma flexão do quadril;
- *Stiff Knee*: também chamado de joelho rígido, é responsável por dificuldade na passagem do passo causando importantes compensações. Caracteriza-se por uma insuficiente flexão de joelho na fase de balanço.

A marcha com rigidez de joelho é caracterizada por um decréscimo no pico de flexão do joelho na fase de balanço da marcha e acomete pacientes após acidente vascular encefálico, lesões traumáticas cerebrais e paralisia cerebral, devido principalmente à espasticidade do músculo reto femoral (ROBERTSON *et al.*, 2008).

O sistema de classificação de marcha proposto para hemiparesia espástica, classificação de *Winters* (WINTERS *et al.*, 1987), é baseada nos dados cinemáticos das articulações do quadril, joelho e tornozelo obtidos no plano sagital e na premissa de *Perry*, de que a recuperação prossegue da extremidade proximal para a distal do membro e parece ser a mais aceita dentre as análises de marcha. De acordo com classificação hierárquica de *Winters* existem quatro tipos básicos de envolvimento com as seguintes características principais (McDOWELL *et al.*, 2008):

- Grupo I: redução da dorsiflexão no balanço;
- Grupo II: persistência de flexão plantar durante todo o ciclo de marcha;
- Grupo III: restrição da amplitude de movimento do joelho associada às características do grupo II;
- Grupo IV: restrição amplitude de movimento do quadril associada às características do grupo II e III.

Segundo Van der Krogt *et al.* (2009) é comum crianças com paralisia cerebral apresentarem uma reduzida extensão de joelho, com conseqüente diminuição no comprimento do passo e redução na velocidade durante a marcha, implicando em limitações no desempenho funcional.

Durante a marcha de crianças com diparesia espástica, ocorre uma diminuição da velocidade associada a uma redução no pico de flexão do joelho na fase de balanço (CARRIERO *et al.*, 2009). Apesar de próximos de valores normais, um menor comprimento no passo compensado por uma maior frequência do mesmo, produzindo uma maior velocidade, são mecanismos estratégicos adotados pelas

crianças com diparesia espástica com marcha independente (VAUGHAN e O'MALLEY, 2005).

Segundo Dini e David (2009) crianças hemiparesia espástica apresentam um menor comprimento do ciclo da marcha devido à falta de estabilidade do membro de apoio decorrentes das alterações no desenvolvimento motor, além das limitações na amplitude de movimento em articulações como quadril, joelho e tornozelo. Além disso, demonstram diminuição no tempo de apoio simples do membro afetado, devido ao quadro de fraqueza muscular o que acarreta uma menor velocidade.

Diminuição da velocidade angular do joelho na fase de balanço da marcha também ocorre em crianças com paralisia cerebral com elevado grau de espasticidade nos músculos quadríceps e isquiotibiais (DAMIANO *et al.*, 2006). A fraqueza do quadríceps e a magnitude da atividade muscular tanto nos músculos agonistas quanto nos antagonistas, revelam estar fortemente relacionados com parâmetros funcionais tais como a motricidade ampla em crianças com paralisia cerebral (DAMIANO *et al.*, 2000). Entre estes parâmetros funcionais podemos incluir também a marcha espástica.

Além da espasticidade, o excesso de coativação muscular também ocorre com freqüência durante a marcha e o esforço isométrico máximo de crianças com paralisia cerebral e possui efeitos positivos e negativos, que incluem respectivamente acréscimo na estabilidade articular e alterações na qualidade e quantidade de movimento (DAMIANO *et al.*, 2000).

Os padrões de marcha dependem também da experiência da criança, o ambiente em que ela está inserida, como explora e lida com ele, os possíveis movimentos ditos padrões surgem como solução para que aconteça essa interação da criança com suas características físicas, ambientais e sociais (FONSECA *et al.*, 2004).

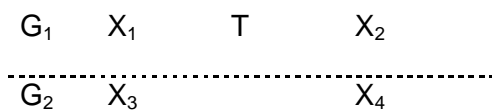
Conforme Schwartz e Rozumalski (2008) observar o padrão da marcha em uma patologia é de extrema importância e utilidade, pois permite que medidas quantitativas da gravidade e qualidade possam ser obtidas e analisadas para a avaliação de resultados de possíveis tratamentos

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A presente pesquisa caracterizou-se como comparativo-causal, pois investigou a relação existente entre causa e efeito e o pesquisador não manipulou a variável independente, nesse caso, a aplicação de toxina botulínica tipo A nas crianças com paralisia cerebral espástica.

##### 3.1.1 Design do estudo



$G_1$ : grupo experimental

$G_2$ : grupo controle

$X_1$ : avaliação 1 do grupo experimental

$X_2$ : avaliação 2 do grupo experimental

$X_3$ : avaliação 1 do grupo controle

$X_4$ : avaliação 2 do grupo controle

$T$ : aplicação da toxina

---: grupos não randomizados

#### 3.2 SUJEITOS DO ESTUDO

O presente estudo foi realizado com 22 sujeitos, de ambos os gêneros, idade entre 7 e 14 anos, selecionados de forma não probabilística por acessibilidade, divididos em dois grupos: grupo experimental ( $G_1$ ) com 10 crianças com paralisia cerebral espástica e indicação médica para receber aplicação de toxina botulínica tipo A nos músculos isquiotibiais mediais e/ou tríceps sural e grupo

controle (G<sub>2</sub>) com 12 crianças com paralisia cerebral espástica que não receberam aplicação da toxina botulínica tipo A. Inicialmente, para participar de cada grupo do estudo foram selecionadas e marcadas avaliações de 13 crianças. No entanto, três crianças foram excluídas do grupo experimental, uma criança por não comparecer à 2ª avaliação e outras duas por apresentarem critérios de exclusão não observados na seleção. Nesse mesmo grupo, os dados eletromiográficos da 1ª avaliação de um sujeito da amostra não puderam ser utilizados. No grupo controle, um sujeito não compareceu para a 2ª avaliação do estudo e foi retirado da amostra.

Os critérios utilizados para inclusão no G<sub>1</sub> do estudo foram: diagnóstico de paralisia cerebral espástica registrado em prontuário, marcha independente conforme os níveis I ou II do Sistema de Classificação da Função Motora Grossa – GMFCS (ROSENBAUM *et al.*, 2002), capacidade de compreender ordens simples e indicação médica para receber aplicação de toxina botulínica tipo A nos músculos isquiotibiais mediais e/ou tríceps sural no período do estudo. Para inclusão no G<sub>2</sub> as crianças deveriam possuir diagnóstico de paralisia cerebral espástica registrado em prontuário, marcha independente conforme os níveis I ou II do Sistema de Classificação da Função Motora Grossa – GMFCS (ROSENBAUM *et al.*, 2002), capacidade de compreender ordens simples e não haver recebido aplicação de toxina botulínica tipo A em nenhum músculo por pelo menos seis meses antes e durante o período do estudo.

Foram excluídas de ambos os grupos da pesquisa crianças com déficit sensorial associado, doenças sistêmicas como artrite, artrose e diabetes, uso de medicamentos analgésicos, anti-inflamatórios e relaxantes musculares, cirurgia ortopédica que tenha sido realizada menos de um ano antes do início do estudo, uso de toxina botulínica tipo A em qualquer músculo por pelo menos seis meses antes do início do estudo.

As crianças e seus pais ou responsáveis foram informados sobre os objetivos e sobre as atividades realizadas no estudo. Foi solicitado o consentimento verbal e por escrito para a participação das crianças. Os responsáveis pela criança, após esclarecimento e concordância em participar do estudo, foram orientados a assinar o termo de consentimento livre e esclarecido (APÊNDICE A) e o consentimento para fotografias, vídeos e gravações (APÊNDICE B), ambos aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos – CEP da Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC, protocolo número 108/2008

(APÊNDICE C). Os sujeitos com paralisia cerebral espástica foram recrutados no Centro Catarinense de Reabilitação (CCR) e encaminhados para as avaliações do estudo nas dependências do CEFID/UDESC por uma médica fisiatra do CCR. Esta, ao verificar durante a consulta médica a necessidade de aplicação da toxina botulínica tipo A nos músculos isquiotibiais mediais e/ou tríceps sural em crianças com paralisia cerebral com marcha independente, marcava a consulta de aplicação da toxina e repassava aos pesquisadores o contato telefônico dos responsáveis pelas crianças para que fossem agendadas as avaliações: a 1ª avaliação antes da aplicação da toxina botulínica e a 2ª avaliação entre 30 - 45 após a aplicação da toxina, período este onde ocorre o pico do efeito da toxina botulínica tipo A.

### 3.3 DEFINIÇÃO OPERACIONAL DAS VARIÁVEIS

**Índice de coativação:** obtido pela razão entre o mínimo valor eletromiográfico pelo máximo valor eletromiográfico em cada ponto no tempo, multiplicado por 100 e então, fazendo a média do ciclo de marcha (DAMIANO *et al.*, 2000).

**Grau de espasticidade dos membros inferiores:** verificado pelo momento da amplitude articular em que surge a resistência à movimentação passiva dos membros inferiores (BOHANNON e SMITH, 1987).

**Função motora ampla:** atividades motoras que envolvem a ação de grandes grupos musculares, tais como, rolar, engatinhar, ficar em pé, andar e correr (O'SULLIVAN e SCHMITZ, 1993).

**Habilidade funcional:** habilidade de participar ativamente em atividades de vida diária (MANCINI, 2005).

**Ciclo da Marcha:** também denominado passada, refere-se ao período compreendido entre o primeiro contato do pé com o solo e o próximo contato do mesmo pé com o solo. Pode ser dividido em fase de apoio e balanço (ANDRADE, 2002).

**Máxima flexão de quadril no balanço:** máxima flexão do quadril no plano sagital na fase de balanço (CARRIERO *et al.*, 2008);

**Máxima extensão de quadril:** máxima extensão do quadril no plano sagital (CARRIERO *et al.*, 2008);

**Flexão de joelho no contato inicial:** flexão do joelho no contato inicial do pé com o solo (CARRIERO *et al.*, 2008);

**Máxima extensão de joelho no apoio:** máxima extensão de joelho no plano sagital na fase de apoio (CARRIERO *et al.*, 2008);

**Pico de flexão do joelho no balanço:** valor máximo de flexão do joelho na fase de balanço da marcha (CARRIERO *et al.*, 2008);

**Alcance de flexão do joelho:** alcance da flexão do joelho no plano sagital (CARRIERO *et al.*, 2008);

**Pico de flexão do joelho no balanço (% do ciclo):** tempo do pico de flexão do joelho na fase de balanço expresso como porcentagem do ciclo de marcha (CARRIERO *et al.*, 2008);

**Comprimento da passada:** distância entre toques consecutivos do pé da perna ipsilateral (CARRIERO *et al.*, 2008);

**Comprimento da passada normalizado:** obtido pela razão entre o valor absoluto do comprimento da passada e a estatura do sujeito e expresso como porcentagem da estatura (DINI e DAVID, 2009);

**Duração da passada:** tempo entre toques consecutivos do pé da perna ipsilateral (CARRIERO *et al.*, 2008);

**Velocidade da passada:** velocidade absoluta da passada para frente (CARRIERO *et al.*, 2008);

**Velocidade da passada normalizada:** obtido pela razão entre o valor absoluto da velocidade média da passada e a estatura do sujeito e expressa como m/s/estatura (DINI e DAVID, 2009);

**Tempo de apoio (% do ciclo):** tempo entre o contato inicial do pé com o solo e a fase de pré-balanço da perna ipsilateral e expresso como porcentagem do tempo total do ciclo de marcha (DINI e DAVID, 2009);

### 3.4 INSTRUMENTAÇÃO

#### 3.4.1 Ficha de identificação e anamnese (APÊNDICE D)

Para o registro, obtenção de dados e controle de algumas variáveis foi elaborada uma ficha de identificação e anamnese, que contempla os seguintes itens: datas das avaliações 1 e 2; nome e data de nascimento da criança; nome, endereço e telefone do responsável; peso e estatura nas avaliações 1 e 2; membro inferior mais comprometido; tônus e tipo de paralisia cerebral; data da aplicação, músculos, quantidades e marca da toxina botulínica; frequência, tipo, interrupção e local de atendimento fisioterapêutico; realização de atividades físicas. Por meio da ficha de anamnese, ainda foram coletadas informações que constituíram critérios de inclusão e/ou exclusão do estudo, tais como, cirurgias ortopédicas, compreensão de ordens simples, doenças pré-existentes, ingestão de medicamentos, nível do GMFCS (ROSENBAUM *et al.*, 2002).

#### 3.4.2 Medidas antropométricas

Para determinação da massa corporal das crianças foi utilizada uma balança digital da marca Filizola com resolução de 100 g. Para medição da estatura corporal foi utilizado um estadiômetro montado sobre uma parede do laboratório e utilizado em conjunto com um esquadro mantido em ângulo reto, com escala de medida de 0,1 cm. Todas as medidas antropométricas utilizadas no estudo foram registradas na ficha de identificação e anamnese da criança (APÊNDICE D).



### 3.4.3 Escala de *Ashworth* (ANEXO A)

A espasticidade dos membros inferiores foi avaliada por meio da Escala Modificada de *Ashworth* (BOHANNON e SMITH, 1987). É uma escala ordinal que varia de 0 a 4 (0; 1; 1,5; 2; 3; 4 ). A movimentação passiva da extremidade é realizada avaliando o momento da amplitude articular em que surge a resistência ao movimento.

### 3.4.4 Gross Motor Function Measure –GMFM (ANEXO B)

A medida da função motora ampla foi obtida pela aplicação da escala *Gross Motor Function Measure - GMFM-88* (RUSSEL *et al.*, 2002), que consiste em 88 itens de mesmo peso, agrupados em cinco dimensões (A: Deitar e rolar; B: Sentar; C: Engatinhar e ajoelhar; D: Ficar em pé; E: Andar, correr e pular). Cada item é pontuado em uma escala ordinal de “0” a “3”. Para a aplicação do teste são necessários materiais como bola, banco, régua, maca, marcações no chão (linhas paralelas e círculo) e escada com corrimão.

### 3.4.5 *Pediatric Evaluation of Disability Inventory* – PEDI (ANEXO C)

Para avaliação das habilidades funcionais foi utilizado o teste funcional norte-americano *Pediatric Evaluation of Disability Inventory – PEDI*, que foi traduzido para o português e adaptado para contemplar as especificidades sócio-culturais do Brasil (MANCINI, 2005). O PEDI pode ser aplicado por meio de entrevista com pais ou responsáveis que possam informar sobre o desempenho típico da criança em casa e avalia aspectos funcionais do desenvolvimento de crianças com idades entre 6 meses e 7,5 anos, em três áreas de desempenho: auto-cuidado, mobilidade e função social. Este instrumento pode ser utilizado em crianças com mais de 7,5 anos, desde que seu desempenho funcional esteja dentro da faixa etária estabelecida. O teste é dividido em três partes, onde a parte I corresponde ao desempenho das habilidades funcionais pontuadas com escores “0” e “1”. A parte II avalia a independência e a quantidade de ajuda fornecida pelo cuidador e a parte III mede as modificações do ambiente físico na rotina diária da criança. Cada parte do teste contempla as três áreas de desempenho da criança.

### 3.4.6 Eletromiógrafo

As variáveis eletromiográficas foram adquiridas 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 de 110 dB. O computador acoplado ao equipamento de eletromiografia é equipado com processador AMD Turion 64 X2 TL-60 2GHz, 2 Gb de memória RAM, monitor colorido de 14 polegadas. Para monitorar os músculos avaliados foram utilizados eletrodos passivos de superfície Medi-trace Kendall-LTP, modelo Chicopee MA 01022 com distância de 2 cm inter-eletrodos. Para maior exatidão na medida da distância inter-eletrodos, foi confeccionada uma placa de acrílico retangular de 3 x 6 cm com dois orifícios centralizados com distância de 2 cm entre eles para encaixe dos eletrodos de superfície. Para aquisição dos dados eletromiográficos correspondentes a um ciclo da marcha foi realizada a sincronização entre o eletromiógrafo e a câmera de vídeo por meio de um LED (Light Emitting Diode), interligado ao eletromiógrafo e fixo na pista, em local de possível captação pela câmera e acionado pelo avaliador durante a aquisição dos dados.

### 3.4.7 Sistema de aquisição de imagens

Para obtenção das variáveis cinemáticas no plano sagital foi utilizado o sistema de aquisição de imagens *Peak Motus* (Peak Performance Technologies Inc., Englewood, EUA) que combina uma câmera de vídeo com taxas de aquisição de 60 ou 180 Hz, fixada sobre um tripé localizado perpendicularmente ao plano de movimento com um holofote posicionado sobre a câmera para refletir os marcadores, a um videocassete SVHS AG-5700 da marca Panasonic, os quais integram o sistema *Peak Motus*. As imagens foram capturadas em fitas de vídeo superVHS e no computador pelo *software Adobe Premiere 4.2*. Para digitalização dos dados foi utilizado o *software Ariel Performance Analysis System - APAS*. A calibração do sistema foi realizada com quatro pontos formando um quadrado com dimensões 1,2 m x 1,2 m e um ponto fixo colocado ao lado da pista de caminhada.

### 3.5 ESTUDO PILOTO

Para verificar a viabilidade da pesquisa e testar o protocolo elaborado para coleta de dados, o estudo piloto foi realizado com 1 criança com desenvolvimento típico e 3 crianças com paralisia cerebral espástica, ambas com idade entre 7 e 14 anos, onde os pais e responsáveis concordaram e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido e o consentimento para fotografias, vídeos e gravações. As considerações metodológicas obtidas com a realização do estudo incluíram definições do tempo de coleta, escolha dos instrumentos, quantidade de avaliadores e variáveis analisadas e estão descritas detalhadamente no Apêndice E.

### 3.6 CONTROLE DE VARIÁVEIS

Com a finalidade de reduzir as possíveis influências de variáveis que ameaçam a validade do estudo, durante o procedimento de coleta de dados foram controladas as seguintes variáveis:

- **Vestuário:** para facilitar as avaliações clínicas, bem como, a localização e fixação dos marcadores e eletrodos, os meninos vestiram calção e as meninas de cabelos presos, short e top, ambos fornecidos pelos pesquisadores e de cor escura para não interferir nos marcadores reflexivos;
- **Calçados:** pés descalços em todas as avaliações, para padronização e permitir a fixação dos marcadores reflexivos nos pontos anatômicos do tornozelo e pé;
- **Ambiente de coleta:** para garantir a integridade física da criança e sigilo das coletas, todas as avaliações foram realizadas em ambiente de laboratório, controlado, com temperatura agradável, piso plano e rígido e restrito à movimentação de pessoas. Além disso, uma decoração com motivos infantis e coloridos fixados nas paredes foi utilizada para amenizar o impacto do ambiente escuro de laboratório, pois este não estava inserido no contexto diário das crianças e poderia influenciar no padrão de marcha das mesmas;

- Avaliadores: para assegurar a confiabilidade dos dados obtidos, foram mantidos os mesmos avaliadores no pré e pós-teste para cada instrumento de avaliação;
- Período das coletas: as avaliações e reavaliações de cada criança foram no mesmo período do dia, manhã ou tarde, geralmente oposto ao horário em que frequenta a escola.

### 3.7 PROCEDIMENTOS DE COLETA DOS DADOS

Os voluntários e seus responsáveis foram apresentados e familiarizados ao local de estudo e logo após, foram informados sobre os procedimentos e as atividades a serem realizadas. Aos responsáveis foi solicitada a leitura e assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido e o consentimento para filmagens, vídeos e gravações. Em seguida ao preenchimento dos dados de identificação, as crianças foram encaminhadas ao vestiário do laboratório, para, com auxílio do responsável, colocar a vestimenta adequada fornecida pelos pesquisadores para a realização do estudo (short e top), com pés descalços e cabelos presos. Todos os procedimentos de coleta de dados foram realizados em ambos os grupos na 1ª e na 2ª avaliação que ocorreu entre 30 - 45 dias após a 1ª avaliação.

#### 3.7.1 Anamnese e avaliações clínicas

As medidas antropométricas, a anamnese e as avaliações clínicas foram realizadas por fisioterapeutas devidamente treinados e familiarizados com todos os procedimentos do estudo.

Para avaliação do grau de resistência aos movimentos passivos dos membros inferiores, baseada na Escala de Espasticidade *Ashworth* Modificada, a criança foi posicionada em decúbito ventral sobre uma maca, na qual foi realizada a movimentação passiva da articulação do joelho do membro inferior esquerdo e do membro inferior direito em flexão e extensão, verificado o momento da amplitude articular em que surge a resistência ao movimento e registrada a pontuação na ficha adequada (ANEXO A).

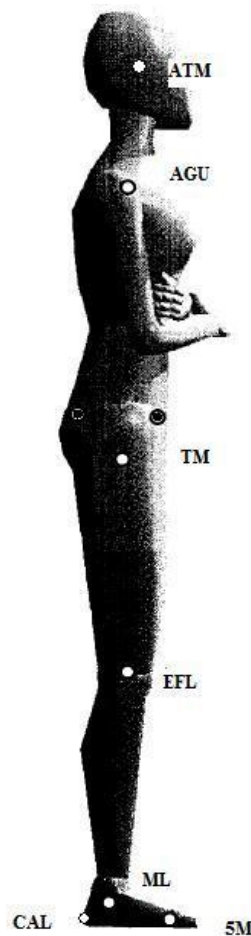
A avaliação da função motora ampla da criança foi realizada enquanto o responsável respondia, por meio de entrevista, a avaliação das habilidades funcionais do PEDI. Enquanto um avaliador aplicou na criança as dimensões D (em pé - 13 itens) e E (andar, correr e pular - 24 itens) do GMFM e registrou a pontuação de cada item diretamente na folha de respostas do teste (ANEXO B), outro avaliador aplicou, por meio de entrevista com o responsável, a parte I do PEDI (auto-cuidado - 73 itens, mobilidade - 59 itens e função social - 65 itens) e registrou a pontuação de cada item diretamente na folha de resposta do teste (ANEXO C).

### 3.7.2 Eletromiografia

A medida da atividade elétrica dos músculos reto femoral e semitendíneo foi realizada no lado mais comprometido (com maior grau de espasticidade), verificado antes da aplicação da toxina nas crianças com paralisia cerebral espástica, para avaliar suas participações durante o ciclo da marcha. Para registrar o sinal eletromiográfico, primeiramente, por meio de uma prova de função muscular, foram localizados os ventres dos músculos reto femoral e semitendíneo para marcar o local de colocação dos eletrodos. As provas de função muscular e a localização dos eletrodos seguiram as recomendações da *Surface Electromyography for the Non-invasive Assessment of Muscles* (SENIAM). Para localização do ventre muscular do reto femoral, a criança deveria estar sentada com joelhos em leve flexão e parte superior do corpo levemente inclinada para trás e estender o joelho sem rodar a coxa enquanto o avaliador aplicava pressão em oposição à perna sobre o tornozelo na direção da flexão; para localização do semitendíneo, a criança deveria estar em decúbito ventral com a coxa apoiada na mesa em rotação medial, a perna rodada medialmente com relação à coxa e o joelho em flexão menor que 90°, enquanto o avaliador realizava pressão contra a perna proximal para o tornozelo na direção da extensão do joelho. Em seguida, a impedância elétrica da pele foi diminuída pela limpeza do local onde seriam fixados os eletrodos com algodão hidrofílico e álcool (70%). Conforme as normas SENIAM, os eletrodos do reto femoral foram fixados a 50% da linha da espinha ilíaca ântero-superior até parte superior da patela, os eletrodos do semitendíneo a 50% da linha entre a tuberosidade do ísquio e o epicôndilo medial da tíbia, ambos com distância de 2 cm inter-eletrodos. O eletrodo de referência foi posicionado sobre o processo espinhoso de C7. Realizados estes

procedimentos, em posição ortostática, os cabos do eletromiógrafo foram conectados nos eletrodos fixados na criança e novamente realizada a prova de função muscular do reto femoral e do semitendíneo, desta vez com aquisição eletromiográfica, para confirmar o posicionamento correto dos eletrodos e evitar o “cross-talk”.

No lado mais comprometido da criança, marcadores reflexivos esféricos de 1 cm de diâmetro foram fixados com fita adesiva preta nos pontos articulares demarcados conforme modelo adaptado de Grasso *et al.* (2008): articulação têmporo-mandibular; articulação glenoumeral; trocânter maior; epicôndilo femoral lateral, no ponto entre o epicôndilo lateral do fêmur e a cabeça da fíbula; maléolo lateral, sobre a parte mais proeminente do maléolo lateral; calcâneo, porção superior do calcâneo na linha média do pé sob vista superior e na mesma altura que a cabeça do 2º metatarso e 5º articulação metatarsfalangeana, na posição lateral do pé.



**Figura 2-** Pontos articulares para fixação dos marcadores reflexivos  
**Fonte:** Adaptado de Grasso *et al.* (2008).

A seguir, a criança foi solicitada a caminhar para frente em uma pista, em velocidade habitual, com braços soltos ao longo do corpo por pelo menos 10 segundos. A criança voltava pela pista sem aquisição de dados e iniciava novamente as outras tentativas. Foram consideradas cinco tentativas válidas, ou seja, cinco repetições com todos os dados adequadamente coletados. Para seleção dos dados eletromiográficos correspondentes a um ciclo da marcha, durante as aquisições eletromiográficas foram obtidas imagens bidimensionais da marcha para frente para a sincronização entre o eletromiógrafo e a câmera de vídeo.

### 3.7.3 Cinemática

Logo após a coleta dos dados eletromiográficos realizada em conjunto com a cinemática para fim de sincronização, foi realizada a aquisição das variáveis cinemáticas angulares e espaço-temporais do ciclo da marcha sem a interferência dos eletrodos e cabos eletromiográficos. Os marcadores reflexivos utilizados no estudo já estavam fixados no lado mais comprometido da criança, assim, a mesma foi solicitada a caminhar para frente, em velocidade habitual, com braços soltos ao longo do corpo por pelo menos 6 metros em uma direção. Foram realizadas filmagens bidimensionais da marcha para frente, considerando cinco tentativas válidas.

## 3.8 PROCESSAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS

Os dados das avaliações clínicas foram analisados a partir do somatório da pontuação dos itens de cada teste. Os resultados referentes à espasticidade dos membros inferiores foram contabilizados a partir da somatória dos valores correspondentes ao grau de resistência à movimentação passiva do joelho em flexão e extensão do membro inferior mais comprometido. Os dados da medida da função motora ampla foram obtidos a partir da soma dos itens da dimensão e então dentro de cada uma das dimensões um escore percentual foi calculado  $[(\text{escore da criança} / \text{escore máximo da dimensão}) \times 100]$ . O escore total foi obtido por meio do

cálculo da média do escore percentual total das dimensões D e E. Os escores totais brutos das habilidades funcionais nas áreas de auto-cuidado, mobilidade e função social foram resultado da soma de todos os itens pontuados separadamente em cada área de desempenho da parte I do teste. Como não houve a comparação entre as áreas, os escores totais brutos não foram transformados em escores padronizados como orienta o teste.

Os dados eletromiográficos (EMG) do ciclo de marcha foram analisados por meio do cálculo do índice de coativação (IC). O ciclo de marcha analisado foi selecionado por meio do *software Ariel Performance Analysis System (APAS)* e os dados eletromiográficos correspondentes a este ciclo definidos pela sincronização entre o eletromiógrafo e a câmera de vídeo. Para o cálculo do IC, o sinal EMG bruto durante o ciclo da marcha foi filtrado com filtro passa-alta de 10 Hz e um filtro passa-baixa de 500 Hz no *software Miograph 2.0*. Por meio do *software MATLAB 5.3* (The MathWorks Inc.) os sinais foram retificados e filtrados com uma frequência de corte de 6 Hz para obter o envoltório linear reduzido a 100 pontos (RMS). Para a normalização, ainda no *software MATLAB 5.3*, os valores RMS foram expressos como uma porcentagem da média e do máximo (pico) valor RMS obtido em um ciclo de marcha para cada músculo, tentativa e criança. Devido ao menor coeficiente de variação, foi utilizada a normalização pela média do valor RMS do ciclo de marcha. A intensidade de ativação muscular simultânea retrata a área comum entre as curvas normalizadas. As duas áreas EMG foram sobrepostas e o IC foi obtido pela razão entre o mínimo valor EMG pelo máximo valor EMG em cada ponto no tempo (o valor mínimo e máximo se alteravam durante o ciclo) multiplicada por 100, e então, fazendo a razão média do período (DAMIANO *et al.*, 2000). Se a contração dos dois músculos é simultânea o IC é 100%.

As variáveis cinemáticas angulares do quadril e joelho e espaço-temporais de um ciclo da marcha foram calculadas no *software Microsoft Office Excel 2007* a partir dos valores obtidos após o corte, digitalização manual quadro a quadro de um ciclo da marcha e filtragem com filtro de passa-baixa com frequência de corte de 6 Hz, ambos no *software Ariel Performance Analysis System (APAS)*.



### 3.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A diferença entre a média de idade, altura e peso entre o grupo experimental e o grupo controle foi analisada por meio do teste t de *Students*. Os dados estão relatados como médias e intervalo de confiança das médias (95%), calculadas sobre as cinco repetições realizadas por cada voluntário para cada variável no primeiro e segundo dia de avaliação, e complementados com gráficos e tabelas para uma melhor visualização dos dados.

A análise da normalidade dos dados foi realizada por meio do teste de Shapiro-Wilk e a homocedasticidade por meio do teste de Levene. Assim, foi utilizada a Análise de Variância Univariada, paramétrica, para testar o efeito do fator fixo intersujeitos *grupo* (experimental e controle) e do fator fixo intra-sujeitos *avaliações* (avaliação 1 e avaliação 2) e a interação destes fatores nas variáveis dependentes: índice de coativação; máxima flexão de quadril no balanço; máxima extensão de quadril; pico de flexão do joelho no balanço; pico de flexão do joelho no balanço (% do ciclo); alcance de flexão do joelho; comprimento da passada; comprimento da passada normalizado; duração da passada; velocidade da passada; velocidade da passada normalizada; tempo de apoio (% do ciclo).

Também foi utilizado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis nas variáveis dependentes: grau de espasticidade dos membros inferiores; função motora ampla na dimensão em pé; função motora ampla na dimensão andar, correr e pular; habilidade funcional nas atividades de auto-cuidado; habilidade funcional nas atividades de mobilidade; habilidade funcional nas atividades sociais; flexão de joelho no contato inicial; máxima extensão de joelho no apoio. Nestas variáveis, para testar o efeito do fator fixo intersujeitos *grupo* (experimental e controle) e do fator fixo intra-sujeitos *avaliações* (avaliação 1 e avaliação 2) foi utilizado o teste de Mann-Whitney. Havendo diferença entre as *avaliações* e *grupos* procederam-se as comparações múltiplas, utilizando o teste de Mann-Whitney.

O teste Qui-Quadrado foi aplicado para verificar a existência de associação entre os grupos e o atendimento fisioterapêutico. O coeficiente de correlação de Spearman foi usado para examinar a relação entre as variáveis dependentes e o tempo (minutos/semana) que a criança fez fisioterapia entre as avaliações.

O programa estatístico utilizado foi o Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versão 17.0 para Windows e, para todos os procedimentos, foi adotado o nível de significância de 5% ( $p < 0.05$ ).

## 4 RESULTADOS

A amostra do estudo consistiu em 22 crianças com paralisia cerebral espástica, sendo 10 crianças do grupo experimental com idade média de  $11 \pm 2$  anos e 12 do grupo controle com idade média de  $10 \pm 2$  anos, nas duas avaliações. A média de peso do grupo experimental nas duas avaliações foi de  $38,38 \pm 13,73$  Kg e no grupo controle de  $37,3 \pm 11,56$  Kg. Com referência a estatura, o grupo experimental apresentou a média de  $1,43 \pm 0,19$  m e o grupo controle apresentou estatura média de  $1,41 \pm 0,13$  m nas duas avaliações.

Os resultados das variáveis antropométricas das crianças com paralisia cerebral espástica na 1ª e 2ª avaliação dos grupos experimental e controle estão apresentadas na tabela 1. Não houve diferenças significantes entre o grupo experimental e controle nos dois dias de avaliações ( $p > 0,10$ ).

**Tabela 1** - Valores de média e desvio-padrão dos parâmetros idade, peso e altura das crianças do grupo experimental (n=10) e do grupo controle (n=12) na 1ª e 2ª avaliação.

	1ª avaliação			2ª avaliação		
	Experimental	Controle	P	Experimental	Controle	P
Idade (anos)	$11,05 \pm 2,76$	$10,81 \pm 2,16$	0,83	$11,05 \pm 2,76$	$10,81 \pm 2,16$	0,83
Peso (Kg)	$38,27 \pm 14,14$	$36,85 \pm 11,72$	0,80	$36,49 \pm 14,06$	$37,75 \pm 11,89$	0,90
Estatura (m)	$1,43 \pm 0,20$	$1,41 \pm 0,13$	0,73	$1,44 \pm 0,19$	$1,41 \pm 0,13$	0,70

Teste T para dados independentes

Nas crianças com paralisia cerebral espástica pertencentes ao grupo experimental (n=10), 3 eram do gênero feminino (30%) e 7 do masculino (70%). No grupo controle (n=12), a variável gênero foi bem distribuída, com 50% das crianças pertencentes ao gênero feminino e 50% ao gênero masculino. Com relação ao tipo de paralisia cerebral espástica, das 22 crianças avaliadas no estudo, 18 possuíam hemiparesia espástica e 7 apresentavam diparesia espástica. Nos grupos experimental e controle, a hemiparesia espástica predominou em ambos os grupos, com o grupo experimental (n=10) composto por 75% de crianças hemiparéticas e o grupo controle (n=12) composto por 60% de crianças hemiparéticas. O membro

inferior com maior grau de espasticidade, verificado pela Escala de Ashworth modificada, foi bem distribuído entre os grupos experimental e controle, com 50% dos sujeitos com maior grau de espasticidade no MID e 50% com maior grau de espasticidade no MIE em ambos os grupos. Nas crianças do estudo (n=22) o nível de função motora ampla (GMFCS) predominante foi o I (63,6%), o que demonstra que elas eram capazes de andar nos espaços internos e externos e subir escadas sem limitações, realizar habilidades motoras grossas, correr e pular, mas a velocidade, equilíbrio e coordenação são reduzidos. Entre os grupos, no grupo experimental (n=10) 7 crianças foram classificadas como nível I (70%) e 3 como nível II (30%) do GMFCS. No grupo controle (n=12), 7 sujeitos classificaram-se como nível I (58,3%) do GMFCS, enquanto 5 crianças nível II (41,7%), pois conseguiam andar nos espaços internos e externos e subir escadas segurando no corrimão, apresentavam limitações ao andar em superfícies irregulares e inclinadas e em espaços lotados ou restritos e pouca capacidade nas habilidades grossas, correr e pular.

As variáveis descritivas do tipo de paralisia cerebral espástica, membro inferior mais comprometido, nível de função motora ampla (Sistema de Classificação da Função Motora Ampla - GMFCS) e realização de atendimento fisioterapêutico estão apresentadas na tabela 2, separadamente por sujeitos do grupo controle e experimental.

**Tabela 2** - Dados descritivos das crianças participantes, separadas por grupo controle (n=12) e experimental (n=10), nas variáveis: gênero (Gên.), tipo de paralisia cerebral espástica, nível de função motora ampla (GMFCS), membro inferior mais comprometido (MI) e realização de atendimento fisioterapêutico (Fisiot).

Grupo Controle						Grupo Experimental					
Sujeito	Gên.	Tipo PC	GMFCS	MI	Fisiot	Sujeito	Gên.	Tipo PC	GMFCS	MI	Fisiot
C1	F	H	II	D	SIM	E1	M	H	I	D	NÃO
C2	M	H	I	E	SIM	E2	M	H	I	E	SIM
C3	F	H	I	D	SIM	E3	F	H	I	D	SIM
C4	M	D	II	D	NÃO	E4	M	D	II	E	SIM
C5	M	D	II	D	SIM	E5	F	H	I	E	NÃO
C6	M	H	I	D	NÃO	E6	M	H	I	D	SIM
C7	M	H	II	E	SIM	E7	M	D	II	D	SIM
C8	F	H	I	E	SIM	E8	M	D	II	D	SIM
C9	M	H	I	E	SIM	E9	F	H	I	E	SIM
C10	F	H	I	E	SIM	E10	M	D	I	E	NÃO
C11	F	D	II	E	SIM						
C12	F	H	I	D	NÃO						

Sexo: Feminino (F) e Masculino (M). Tipo de PC: Hemiparesia (H) e Diparesia (D). Esquerdo (E) e Direito (D).

Os dados relacionados ao bloqueio neuromuscular com a toxina botulínica tipo A estão apresentados na tabela 3. Nas crianças do grupo experimental (n=10), 7 receberam a toxina botulínica no músculo isquiotibial medial associado a outros grupos musculares e apenas 3 crianças receberam a toxina no tríceps sural, 8 crianças receberam a toxina da marca Dysport e 2 da marca Botox. Quanto ao número de bloqueios neuromusculares com a toxina botulínica tipo A nos membros inferiores realizados ao longo da vida, 5 crianças estavam no 2º- 3º bloqueio, 4 já haviam realizado 4 a 5 bloqueios, e 1 criança estava no 8º bloqueio neuromuscular com a toxina botulínica.

**Tabela 3** - Dados referentes ao Bloqueio Neuromuscular (BNM) com toxina botulínica tipo A nos sujeitos do grupo experimental (n=10) nas variáveis: data do BNM, número de BNM já realizados, identificação da toxina, músculos e quantidade de toxina aplicada.

Sujeito	Data BNM	Ordem	Toxina	Músculo	Quantidade
E1	23/09/2009	3º BNM	500 U	Isquiotibial medial D Sóleo D	150 U 100 U
E2	07/04/2009	3º BNM	100 U	Isquiotibial medial E Gastrocnêmio medial E Gastrocnêmio lateral E Tibial posterior E	50 U 50 U 50 U 50 U
E3	07/04/2009	4º BNM	100 U	Gastrocnêmio medial E Gastrocnêmio lateral E	25 U 25 U
E4	09/09/2009	3º BNM	500 U	Isquiotibial medial B Adutor B Sóleo B	80 U 70 U 100 U
E5	21/10/2009	5º BNM	500 U	Isquiotibial E Tibial posterior E	100 U 150 U
E6	30/09/2009	4º BNM	500 U	Sóleo D	100 U
E7	30/09/2009	5º BNM	500 U	Isquiotibial medial D Adutor D Sóleo D	100 U 150 U 50 U
E8	16/09/2009	3º BNM	500 U	Isquiotibial medial B Adutor B	125 U 125 U
E9	30/09/2009	2º BNM	500 U	Sóleo E Tibial posterior E	100 U 100 U
E10	06/04/2009	8º BNM	500 U	Isquiotibial medial B	200 U

Toxina: Botox (100 U) e Dysport (500 U). Músculo: Esquerdo (E), Direito (D) e Bilateral (B). Quantidade: unidades (U).

#### 4.1 VARIÁVEIS CLÍNICAS

Os valores das médias e o intervalo de confiança das médias das avaliações clínicas realizadas nas crianças com paralisia cerebral espástica com intuito de medir o grau de espasticidade do membro inferior mais comprometido (Escala de Ashworth Modificada), as habilidades funcionais nas áreas de auto-cuidado, mobilidade e função social (Inventário de Avaliação Pediátrica da Incapacidade - PEDI) e a função motora ampla nas dimensões D e E (Gross Motor Function Measure - GMFM-88) estão apresentados na tabela 4 para a 1ª e 2ª avaliação do grupo experimental e controle. O teste de Kruskal-Wallis mostrou que não houve diferença significativa entre as quatro diferentes avaliações em todas estas variáveis clínicas (Ashworth:  $X^2=3,02$ ;  $p=0,39$ ; *Auto-cuidado*  $X^2=0,114$ ;  $p=0,99$ ; *Mobilidade*  $X^2=0,82$ ;  $p=0,84$ ; *Função Social*:  $X^2=0,106$ ;  $p=0,99$ ; GMFM D:  $X^2=2,05$ ;  $p=0,56$ ; GMFM E:  $X^2=5,35$ ;  $p=0,15$ ). Na análise do efeito dos grupos observou-se que somente a função motora ampla na dimensão “E” apresentou diferença entre o grupo Experimental e Controle ( $p=0,02$ ). O grupo que aplicou a toxina botulínica tipo A nos membros inferiores apresentou menor escore na função motora ampla na dimensão “E” em comparação ao grupo controle nos dois dias de avaliação. Da mesma forma não observou-se diferença estatisticamente significativa entre a 1ª e a 2ª avaliação em todas as variáveis clínicas ( $p>0,10$ ).

**Tabela 4** – Resultados das médias e intervalo de confiança das médias das variáveis clínicas Ashworth, Inventário de Avaliação Pediátrica da Incapacidade (PEDI) e Medida da Função Motora Ampla nas dimensões D e E (GMFM) dos grupos experimental ( $n=10$ ) e controle ( $n=12$ ) no 1º e 2º dia de avaliação.

	Grupo Experimental		Grupo Controle	
	1ª avaliação	2ª avaliação	1ª avaliação	2ª avaliação
Ashworth	2,15 (1,31)	1,15 (1,08)	1,25 (0,32)	1,29 (0,29)
PEDI Auto-cuidado	66,70 (4,97)	65,40 (6,70)	66,00 (4,50)	65,33 (4,86)
PEDI Mobilidade	51,10 (5,60)	51,40 (6,34)	53,92 (3,18)	53,58 (3,03)
PEDI Função Social	56,20 (11,64)	57,00 (11,36)	60,67 (3,35)	59,17 (5,44)
GMFM D (%)	86,14 (6,88)	86,92 (6,02)	88,91 (6,86)	89,31 (7,55)
GMFM E (%)	80,27 (8,28)	79,72 (9,88)	88,65 (6,73)	86,57 (8,27)

## 4.2 VARIÁVEL ELETROMIOGRÁFICA – Índice de Coativação

Utilizando a análise de variância univariada com os diferentes grupos como fator inter sujeitos, foi encontrada diferença significativa ( $F=6,41$ ,  $p=0,016$ ) do índice de coativação entre o grupo experimental e o grupo controle. O grupo que aplicou a toxina botulínica tipo A nos membros inferiores apresentou maior coativação em comparação ao grupo controle nos dois dias de avaliação. A coativação entre o 1º e 2º dia de avaliação não mostrou ser diferente entre si ( $F=0,02$ ,  $p=0,877$ ). Nos dois dias de avaliação, as médias dos valores do índice de coativação foram maiores no grupo experimental mostrando, contudo, inexistência da interação grupo/avaliações ( $F=0,77$ ;  $p=0,387$ ). Apesar de grupo experimental apresentar maior índice de coativação no 1º dia de avaliação em comparação ao grupo controle, este dado não foi significativo, já que não houve efeito na interação. Na tabela 5 são apresentadas as médias e o intervalo de confiança das médias dos valores do índice de coativação.

**Tabela 5** – Resultados das médias e intervalo de confiança das médias dos valores do Índice de Coativação (%) no 1º e 2º dia de avaliação do grupo experimental (n=9) e do grupo controle (n=12).

	Grupo Experimental		Grupo Controle	
	1ª avaliação	2ª avaliação	1ª avaliação	2ª avaliação
Índice de Coativação	53,25 (3,16)	51,19 (9,13)	43,49 (4,88)	46,44 (6,91)

## 4.3 VARIÁVEIS CINEMÁTICAS

### 4.3.1 Variáveis cinemáticas angulares do quadril

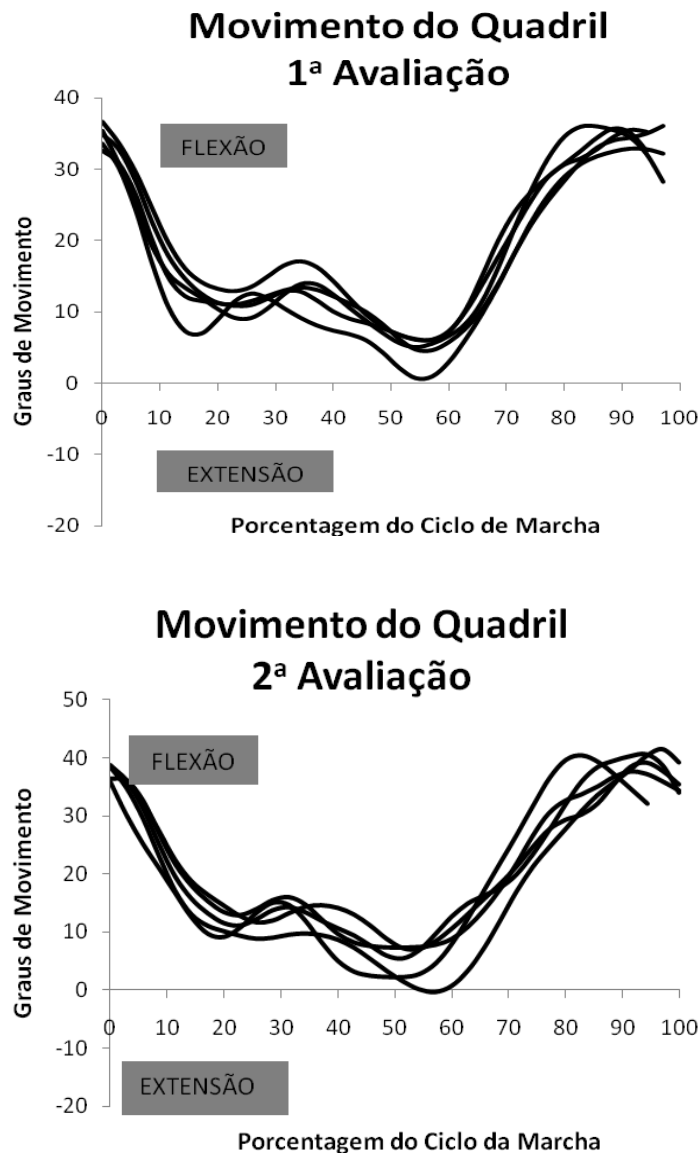
Para ilustrar de forma qualitativa o comportamento geral dos participantes, na figura 3 são apresentadas as curvas de deslocamento angular do quadril na 1ª e 2ª avaliação de um sujeito do grupo experimental.

Durante o ciclo de marcha de um sujeito com diparesia espástica do grupo experimental, pode-se verificar que as curvas de deslocamento angular do quadril se comportam de forma semelhante antes e após a aplicação da toxina botulínica tipo A. Contudo, após a fase de contato inicial e início da extensão, as curvas mostram

uma tendência à flexão do quadril na fase de apoio seguida de limitação na extensão entre 50% e 60% do ciclo e retorno à máxima flexão no final da fase de balanço.

Com relação à máxima flexão do quadril na fase de balanço do ciclo da marcha das crianças com paralisia cerebral espástica, houve diferença significativa entre os grupos experimental e controle ( $F=8,27$  ,  $p=0,006$ ). O grupo que aplicou a toxina botulínica tipo A nos membros inferiores apresentou maiores valores nesta variável em comparação ao grupo controle nos dois dias de avaliação. A máxima flexão do quadril na fase de balanço não mostrou ser diferente entre os 1º e 2º dia de avaliação ( $F=0,01$  ,  $p=0,92$ ). Sobre a mesma variável não houve interação entre grupos controle e experimental e os dois dias de avaliações ( $F=0,03$  ,  $p=0,864$ ).





**Figura 3** - Representação qualitativa do deslocamento angular do quadril no 1º e 2º dia de avaliação do sujeito E8. As linhas em preto indicam 5 passadas do MID.

Entre o grupo que aplicou toxina botulínica tipo A e o grupo controle, assim como, na máxima flexão de quadril, também foi encontrada diferença estatisticamente significativa na máxima extensão do quadril no plano sagital entre os grupos ( $F=8,82$ ,  $p=0,005$ ). O grupo experimental apresentou valores positivos de extensão de quadril nos dois dias de avaliação. No entanto, entre os dois dias de avaliação não foi encontrada diferença significativa ( $F=0,10$ ,  $p=0,748$ ). Observou-se inexistência de interação entre grupos e avaliações ( $F=0,04$ ,  $p=0,84$ ), não houve

diferenças significantes entre a 1ª e 2ª avaliação do grupo experimental, bem como, do grupo controle.

Na tabela 6 são apresentados os resultados quantitativos representados pelas médias e intervalo de confiança das médias dos valores da máxima flexão do quadril na fase de balanço e máxima extensão no 1º e 2º dia de avaliação dos grupos experimental e controle.

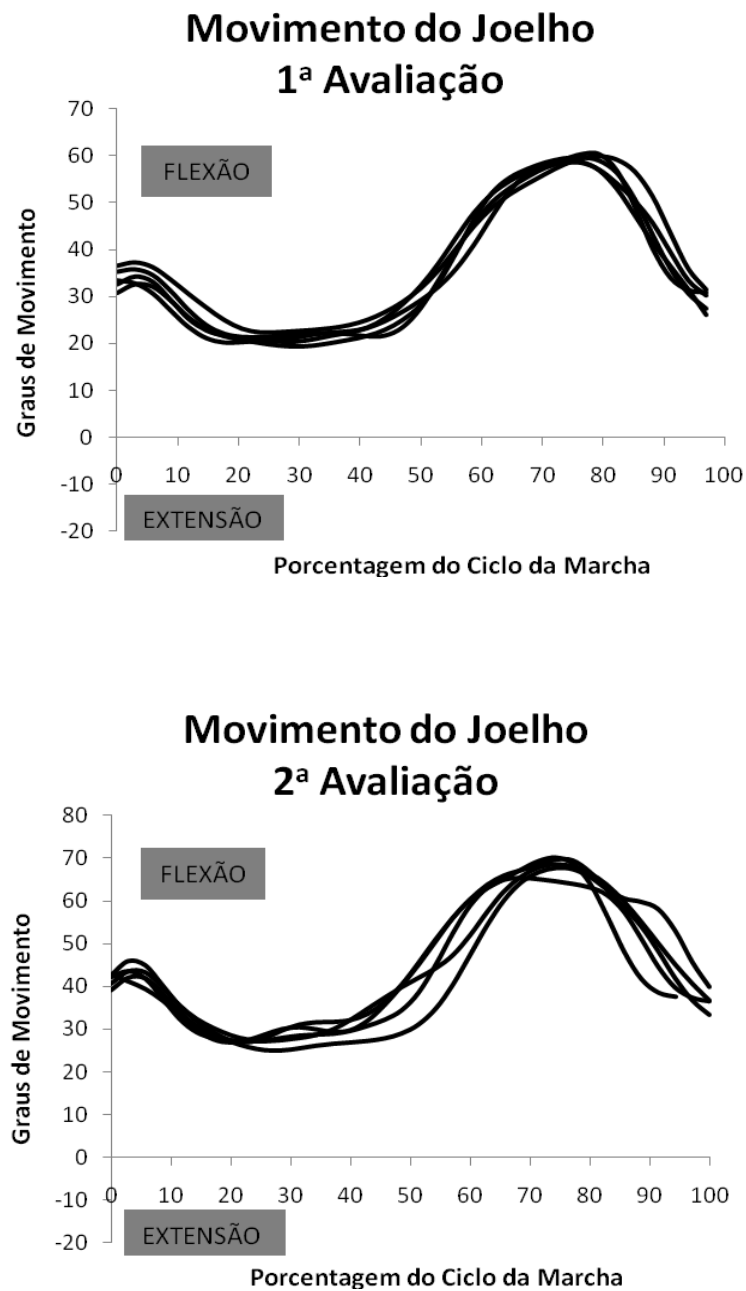
**Tabela 6** – Resultados das médias e intervalo de confiança das médias das variáveis cinemáticas angulares do quadril (graus de movimento) dos grupos experimental (n=10) e controle (n=12) no 1º e 2º dia de avaliação.

	Grupo Experimental		Grupo Controle	
	1ª avaliação	2ª avaliação	1ª avaliação	2ª avaliação
QUADRIL				
Máxima Flexão Balanço (graus)	39,9 (7,99)	39,7 (8,90)	31,8 (3,22)	32,6 (2,77)
Máxima Extensão (graus)	5,2 (10,74)	5,7 (10,88)	-5,4 (3,89)	-3,6 (4,09)

#### 4.3.2 Variáveis cinemáticas angulares do joelho

As curvas dos ângulos articulares do joelho durante o ciclo da marcha de um indivíduo com diparesia do grupo experimental demonstram comportamento semelhante na 1ª e na 2ª avaliação. É possível observar que no início do ciclo da marcha, a partir de um aumento na flexão de joelho no contato inicial do calcanhar, ocorre discreto aumento nos valores de flexão de joelho durante a fase de resposta à carga seguida de limitação da máxima extensão do joelho. A curva aumenta até atingir o pico de flexão na fase de balanço, voltando para extensão no final do ciclo.

Podemos visualizar na figura 4 as curvas de deslocamento angular do joelho na 1ª e 2ª avaliação de um sujeito do grupo experimental para ilustrar o comportamento geral dos participantes.



**Figura 4** - Representação qualitativa do deslocamento angular do joelho no 1º e 2º dia de avaliação do sujeito E8. As linhas em preto indicam 5 passadas do MID.

O teste de Kruskal-Wallis mostrou diferença estatisticamente significativa em pelo menos um dos quatro testes na variável flexão de joelho na fase de contato inicial do ciclo da marcha, considerando-se os dois dias de avaliação dos dois grupos ( $\chi^2=8,81$ ;  $p=0,032$ ). A média desta variável nas crianças com paralisia

cerebral espástica do grupo experimental foi maior do que nas crianças do grupo controle (tabela 7), havendo diferença estatisticamente significativa ( $p=0,004$ ) entre os grupos, verificada pelo teste de Mann-Whitney. O mesmo teste mostrou que na comparação entre avaliações, não foi encontrada diferença significativa na flexão de joelho no contato inicial ( $p=0,526$ ) entre os dois dias. As comparações múltiplas mostraram que houve diferença estatisticamente significativa somente entre os dois grupos na 2ª avaliação ( $p=0,025$ ) e entre o teste da 1ª avaliação do grupo controle e o teste da 2ª avaliação do grupo experimental ( $p=0,015$ ).

Na análise da máxima extensão de joelho na fase de apoio do ciclo da marcha, onde os valores médios da variável em questão são maiores no grupo experimental (tabela 7), observou-se por meio do teste de Kruskal-Wallis, não haver diferença entre os quatro testes ( $X^2=6,87$ ;  $p=0,07$ ). Nesta variável, observou-se que houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos ( $p=0,013$ ). Contudo, o teste estatístico indica que não haver diferença estatística entre os dois dias de avaliações ( $p=0,425$ ).

O pico de flexão do joelho na fase de balanço não difere significativamente entre os grupos experimental e controle ( $F=2,52$ ,  $p=0,12$ ) e entre as avaliações ( $F=0,08$ ,  $p=0,781$ ). Contudo, apesar das crianças do grupo experimental apresentarem aumento no pico de flexão de joelho após a aplicação da toxina botulínica tipo A (tabela 7), não foi observada interação entre os grupos experimental e controle e os dois dias de avaliação ( $F=0,08$ ,  $p=0,778$ ).

Entre os dois grupos de crianças com paralisia cerebral espástica avaliados não foi encontrada diferença estatisticamente significativa para a porcentagem do ciclo onde ocorre o pico de flexão joelho ( $F=2,07$ ,  $p=0,158$ ). Na tabela 7 verifica-se que o percentual médio do ciclo onde ocorre a maior flexão do joelho acontece entre 73 e 77% do ciclo em ambos os grupos e avaliações, contudo, por meio da análise de variância univariada, foi observada a inexistência de diferença significativa entre as avaliações ( $F=0,08$ ,  $p=0,778$ ), assim como, a inexistência de interação entre os grupos e a 1ª e 2ª avaliação ( $F=0,46$ ,  $p=0,502$ ).

Os valores das médias do alcance da flexão do joelho foram maiores no grupo de crianças que não aplicou a toxina botulínica tipo A nos membros inferiores (tabela 7), com diferença estatisticamente significativa entre os grupos experimental e controle ( $F=5,99$ ,  $p=0,019$ ). Com relação a esta variável, o fator entre avaliações

não foi significativo ( $F=0,18$ ,  $p=0,671$ ), inexistindo interação entre os dois grupos do estudo e as avaliações ( $F=0,07$ ,  $p=0,79$ ).

Na tabela 7 é possível observar resultados das variáveis cinemáticas angulares do joelho (graus de movimento) dos grupos experimental ( $n=10$ ) e controle ( $n=12$ ) no 1º e 2º dia de avaliação relatados como das médias e intervalo de confiança das médias.

**Tabela 7** – Resultados das médias e intervalo de confiança das médias das variáveis cinemáticas angulares do joelho (graus de movimento) dos grupos experimental ( $n=10$ ) e controle ( $n=12$ ) no 1º e 2º dia de avaliação.

	Grupo Experimental		Grupo Controle	
	1ª avaliação	2ª avaliação	1ª avaliação	2ª avaliação
JOELHO				
Flexão no Contato Inicial (graus)	30,1 (11,53)	32,7 (13,24)	16,8 (4,11)	17,7 (4,89)
Máxima Extensão no Apoio (graus)	20,0 (15,40)	22,1 (16,68)	5,4 (5,17)	8,3 (5,57)
Pico de Flexão no Balanço (graus)	62,5 (6,15)	64,0 (8,19)	59,2 (3,89)	59,1 (4,98)
Pico de Flexão no Balanço (% ciclo)	76,6 (2,11)	75,4 (4,63)	73,8 (2,42)	74,4 (2,39)
Alcance de Flexão (graus)	42,5 (12,61)	41,9 (10,95)	53,7 (5,60)	50,8 (7,71)

#### 4.3.3 Variáveis cinemáticas espaço-temporais

Na análise das variáveis cinemáticas espaço-temporais, por meio da análise de Variância Univariada com um fator fixo intersujeitos grupo e de um fator fixo intra-sujeitos avaliações, não foi encontrada diferença estatisticamente significativa em nenhuma variável dependente, bem como, inexistência de interação entre os grupos e avaliações para todas as variáveis analisadas.

Os valores absolutos e normalizados de comprimento da passada (tabela 8), não apresentaram, respectivamente, significância estatística entre os grupos experimental e controle ( $F=0,02$ ,  $p=0,874$ ), ( $F=0,41$ ,  $p=0,523$ ). Com relação ao fator entre avaliações, não houve significância nos valores absolutos do comprimento da passada ( $F=0,90$ ,  $p>0,35$ ) bem como nos valores de comprimento da passada normalizados pela estatura do sujeito ( $F=1,75$ ,  $p=0,193$ ), tanto na 1ª como na 2ª avaliação de ambas as variáveis. A interação entre grupos e 1º e 2º dias de avaliação inexistiu para o comprimento da passada ( $F=0,11$ ,  $p=0,74$ ) e para o comprimento da passada normalizado ( $F=0,14$ ,  $p=0,713$ ).

Nos grupos experimental e controle não houve diferença significativa na variável duração da passada entre os grupos ( $F=3,45$ ,  $p=0,07$ ). A duração da passada na marcha das crianças com paralisia cerebral espástica foi maior na 2ª avaliação em ambos os grupos, contudo este aumento não foi significativo estatisticamente ( $F=1,78$ ,  $p=0,19$ ). A inexistência de interação entre grupos e avaliações ( $F=0,09$ ,  $p=0,760$ ) demonstra que não houveram diferenças significantes entre a 1ª e 2ª avaliação do grupo experimental, bem como, do grupo controle.

A média da velocidade da passada não difere estatisticamente entre as crianças com paralisia cerebral espástica que receberam e que não receberam a toxina botulínica tipo A no período do estudo ( $F=1,54$ ,  $p=0,222$ ). O mesmo ocorre quando analisada a velocidade da passada normalizada pela estatura ( $F=2,60$ ,  $p=0,115$ ). A velocidade da passada expressa em valores absolutos e normalizados, respectivamente, diminuiu na 2ª avaliação de cada grupo, contudo os valores não são significativos estatisticamente ( $F=1,90$ ,  $p=0,176$ ), ( $F=2,18$ ,  $p=0,147$ ). Não houve interação entre os grupos e a 1ª e a 2ª avaliação na velocidade absoluta ( $F=0,15$ ,  $p=0,698$ ) e normalizada da marcha ( $F=0,12$ ,  $p=0,727$ ).

**Tabela 8** – Valores das médias e intervalo de confiança das médias das variáveis cinemáticas espaço-temporais dos grupos experimental (n=10) e controle (n=12) no 1º e 2º dia de avaliação.

	Experimental		Controle	
	1ª avaliação	2ª avaliação	1ª avaliação	2ª avaliação
Comprimento da Passada (m)	0,98 (0,09)	0,95 (0,13)	1,00 (0,11)	0,94 (0,09)
Comprimento Passada normalizado	68,80 (3,44)	66,34 (7,24)	71,42 (5,12)	67,05 (6,23)
Duração da Passada (s)	1,13 (0,05)	1,2 (0,12)	1,07 (0,08)	1,11 (0,08)
Velocidade da Passada (m/s)	0,87 (0,08)	0,81 (0,15)	0,96 (0,13)	0,86 (0,10)
Velocidade Passada normalizada	0,61 (0,04)	0,57 (0,10)	0,68 (0,08)	0,61 (0,07)
Tempo do Apoio (% ciclo)	63,74 (2,24)	64,93 (2,30)	62,99 (1,42)	64,03 (1,60)

O valor percentual de apoio em um ciclo de marcha das crianças com paralisia cerebral espástica não obteve diferença significativa no fator intragrupos analisado ( $F=0,97$ ,  $p=0,331$ ), bem como, no fator entre avaliações ( $F=1,77$ ,  $p=0,191$ ). Não houve efeito de interação entre grupos/avaliações para o percentual de apoio no ciclo ( $F=0,01$ ,  $p=0,936$ ).

#### 4.4 ATENDIMENTO FISIOTERAPÊUTICO

Com relação a realização ou não de atendimento fisioterapêutico no período do estudo e a quantidade de fisioterapia (min/semana), observou-se que entre os sujeitos do grupo experimental (n=10), 7 faziam fisioterapia (70%) e 3 não faziam fisioterapia (30%) do grupo controle (n=12), 9 faziam fisioterapia (75%) e 3 não faziam fisioterapia (25%). Não houve associação entre os grupos e a realização de fisioterapia ( $p>0,05$ ) demonstrada pelo teste Qui-quadrado.

As crianças do grupo experimental fizeram em média  $67 \pm 61,11$  minutos por semana enquanto as crianças do grupo controle fizeram em média  $51,67 \pm 34,60$  minutos de fisioterapia por semana. A tabela 9 mostra a relação entre as variáveis dependentes analisadas e o tempo de atendimento fisioterapêutico realizado pelas crianças avaliadas. Observou-se que o tempo de atendimento fisioterapêutico (min/semana) apresentou uma associação negativa moderada com GMFM na dimensão D ( $r_s=-0,51$ ;  $p=0,01$ ) e E (%) ( $r_s=-0,47$ ;  $p=0,03$ ) na 1ª avaliação, negativa moderada com o índice de coativação na 2ª avaliação ( $r_s=-0,53$ ;  $p=0,01$ ) e positiva moderada com o comprimento da passada normalizado na 2ª avaliação ( $r_s=0,46$ ;  $p=0,03$ ), todas estatisticamente significativas. As demais variáveis não apresentaram associação estatisticamente significativa com o tempo de atendimento fisioterapêutico.

**Tabela 9** - Correlação entre as variáveis analisadas e o tempo (min./semana) de atendimento fisioterapêutico realizado pelas crianças avaliadas (n=22).

	<b>Tempo de Fisioterapia</b>	
	1ª avaliação	2ª avaliação
Ashworth	0,27	0,01
PEDI Auto-cuidado	0,09	-0,03
PEDI Mobilidade	0,09	0,37
PEDI Função-Social	0,30	0,31
GMFM D (%)	-0,51*	-0,28
GMFM E (%)	-0,47*	-0,35
Índice Coativação (n=21)	0,23	-0,53*
Máxima Flexão Quadril Balanço	0,34	0,33
Máxima Extensão Quadril	0,07	-0,11
Flexão Joelho Contato Inicial	-0,04	-0,09
Máxima Extensão Joelho Apoio	-0,09	-0,06
Pico Flexão Joelho Balanço	-0,00	0,21
Alcance Flexão Joelho	-0,01	0,23
Pico Flexão Joelho (% ciclo)	0,40	0,40
Comprimento Passada (m)	-0,04	0,42
Duração da Passada (s)	0,21	-0,21
Velocidade Passada (m/s)	-0,14	0,28
Comprimento Passada normalizado	-0,03	0,46*
Velocidade Passada normalizada	-0,21	0,27
Tempo Apoio (% ciclo)	0,37	0,11

Correlação de Spearman; \*Correlação significante  $p < 0,05$ .



## 5 DISCUSSÃO

O presente estudo foi encaminhado para investigar os efeitos da toxina Botulínica tipo A na marcha de crianças com paralisia cerebral espástica. A hipótese esperada era que os indivíduos com paralisia cerebral espástica que aplicaram a toxina botulínica tipo A nos membros inferiores apresentassem alguma modificação nos parâmetros avaliados no estudo, contudo os resultados não confirmaram totalmente esta suposição. Os resultados são discutidos detalhadamente conforme alguns objetivos específicos:

### 5.1 PARÂMETROS CLÍNICOS

Um fator incapacitante para a realização de tarefas nos paralisados cerebrais é a espasticidade, que gera um déficit no controle motor e postural, dor e alterações no mecanismo de inibição recíproca (KURIKI *et al.*, 2007).

A toxina botulínica tipo A tem sido utilizada no tratamento de uma variedade de condições, no entanto, o mais importante do ponto de vista pediátrico é no tratamento da espasticidade, principalmente em crianças com paralisia cerebral espástica.

Com relação ao grau de espasticidade, apesar da diminuição seguida à aplicação da toxina, verificada na 2ª avaliação do grupo experimental, esta diminuição não foi significativa estatisticamente. O mesmo aconteceu com os sujeitos do grupo controle, o que era esperado. Porém era esperado no estudo que com a aplicação da toxina botulínica o grau de espasticidade dos membros inferiores fosse diminuir significativamente. O método utilizado para mensurar o grau de espasticidade pode justificar tal acontecimento. Apesar de amplamente utilizada para tal medida, a Escala de Ashworth Modificada, possui determinado grau de subjetividade (KURIKI *et al.*, 2007; LEITÃO *et al.*, 2006). Minutoli *et al.* (2007) menciona vários autores como Bohannon & Smith e Akman, por exemplo, para demonstrar as vantagens dessa escala, como a não utilização de equipamentos, simplicidade, rapidez e restritos gastos materiais. Porém ressalta algumas limitações

em seu uso, como a falta de uma padronização em seus procedimentos e medidas e a dependência de um examinador. Para Scholtes *et al.* (2006) a escala não está de acordo com o conceito de espasticidade, já que não permite uma padronização da velocidade, posicionamento e amplitude do movimento executado, o que significa resultados subjetivos e questionáveis (FREITAS, 2004).

Crianças com paralisia cerebral podem não ser capazes de atingir seu potencial máximo nas atividades motoras grossas e como consequência não conseguem realizar várias atividades cotidianas que visam sua independência (VAN ZELST *et al.*, 2006; VERSHUREN *et al.*, 2009).

No presente estudo, apenas os valores da função motora ampla na dimensão E apresentaram diferença significativa entre o grupo experimental e controle, sendo que o grupo que aplicou a toxina botulínica tipo A nos membros inferiores apresentou menor escore nesta dimensão nos dois dias de avaliação. Vos-Vromans *et al.* (2005) identificaram os diferentes índices de habilidades motoras e funcionais de crianças com paralisia cerebral e verificaram que a dimensão E do GMFM (andar, correr e pular) foi a mais difícil de ser executada por todas as crianças. Pode-se acreditar que os menores valores encontrados na função motora de andar, correr e pular das crianças do grupo que aplicou a toxina botulínica refletem a maior dificuldade motora desse grupo na marcha. Neste estudo, a aplicação da toxina botulínica não refletiu melhores índices na função motora de andar, correr e pular, e contrariamente ao esperado, estes índices foram ainda mais baixos depois da aplicação da toxina. Uma possível explicação para este achado poderia ser o fato de a espasticidade auxiliar em determinados aspectos da função motora ampla nesta dimensão, pois para Tilton (2004), muitas vezes a espasticidade auxilia na função, por exemplo, a rigidez do membro inferior pode melhorar a habilidade de transferência na presença de fraqueza muscular da perna. Nesse caso, possivelmente a redução da espasticidade seria improdutiva. Val Filho (2002) concorda, e adiciona que em casos leves de paralisia cerebral, que não interfiram na função da criança e não levem a posturas viciosas, contraturas musculares ou dor, não necessitam de tratamentos para diminuição da espasticidade.

Muitos estudos preconizam o uso da toxina botulínica tipo A como auxílio no tratamento da espasticidade nos membros inferiores de crianças com paralisia cerebral espástica com marcha independente (COSGROVE *et al.* 1994; SUTHERLAND *et al.* 1996; WONG 1998; CORRY *et al.* 1999; GORDON 1999;

GRAHAM *et al.* 2000; MACKEY *et al.* 2003; SARIOGLU *et al.* 2003; SILVA *et al.* 2003; CARDOSO *et al.* 2006; HEINEN *et al.* 2006; DESLOOVERE *et al.* 2007; SCHOLTES *et al.* 2007; TILTON 2007; PASCUAL-PASCUAL *et al.* 2008). Eles apontam que o uso da toxina botulínica tipo A, associado a outros tratamentos conservadores auxilia na redução do tônus muscular e na normalização do movimento, melhorando assim a propriocepção, controle motor seletivo e força, resultando em um melhor desempenho funcional.

Esperava-se que após a aplicação da toxina, os níveis de função motora ampla em ambas as dimensões avaliadas estivessem aumentados, assim como nas habilidades funcionais de auto-cuidado, mobilidade e função social. Contudo não houve efeito significativo da toxina botulínica tipo A em nenhuma das variáveis clínicas analisadas.

Em um estudo ao longo de dois anos com crianças com paralisia cerebral espástica hemiparéticas, diparéticas e tetraparéticas distribuídas entre os 5 níveis do GMFCS, Voorman *et al.* (2007) identificou que o pobre controle motor seletivo foi o determinante mais importante de uma evolução menos favorável da função motora ampla. E que, ao longo dos anos, ocorreram diminuições significativamente maiores no controle motor seletivo, força muscular, amplitude de movimento no quadril e joelho e espasticidade dos isquiotibiais, das crianças mais severamente afetadas entre diferentes tipos de paralisados cerebrais. Crianças com comprometimento motor severo ficam mais tempo paradas na mesma posição, as contraturas e limitações se potencializam, e, nesse caso, a toxina botulínica poderia ter um efeito mais facilmente evidenciado. As crianças que caminham de forma independente, níveis I e II do GMFCS, possivelmente realizam mais atividades que envolvem a ação de grandes grupos musculares responsáveis pela motricidade ampla.

Quanto às habilidades funcionais, crianças diparéticas, apresentam uma maior dificuldade na mobilidade e as hemiparéticas encontram maior obstáculos em alguns itens das atividades de auto-cuidado. No domínio de auto-cuidado nenhum dos dois tipos de paralisia cerebral demonstraram dificuldade nos itens de alimentação, higiene pessoal, banho, uso do toalete e do controle esfinteriano (MARINHO *et al.*, 2008). Quando se trata da gravidade da paralisia cerebral, Chagas *et al.* (2008) encontrou diferenças significativas entre crianças com paralisia cerebral grave, leve e moderada em relação às habilidades funcionais de auto-cuidado e mobilidade. Neste estudo, observou-se que tanto as crianças diparéticas, quanto as

hemiparéticas avaliadas apresentaram o mesmo nível nas habilidades de auto-cuidado, mobilidade e função social.

Ao correlacionar o tempo de atendimento fisioterapêutico realizado pelas crianças avaliadas com as variáveis clínicas, constatou-se que o grau de espasticidade e as habilidades funcionais não apresentaram associação estatisticamente significativa com o tempo de atendimento fisioterapêutico. Já nas variáveis de função motora ampla, somente na 1ª avaliação observou-se que quanto maior o tempo de atendimento fisioterapêutico (min/semana) realizado pela criança, menores escores percentuais foram obtidos nas dimensões D e E do GMFM. Esta associação negativa moderada mostra que as crianças mais comprometidas realizam maior tempo de fisioterapia.

Muitas vezes, as crianças com paralisia cerebral espástica perdem suas habilidades funcionais na adolescência e na idade adulta jovem. A fisioterapia pode identificar variáveis relacionadas à perda da função e modificar a forma de atendimento para melhorar a qualidade de vida destas crianças e de suas famílias (KRAKOVSKY *et al.*, 2007). Após um período de intervenção de 5 meses, com treinamento em contextos da vida diária, Ahl *et al.* (2005) verificaram melhora significativa nos desempenhos de auto-cuidado, mobilidade e função social, mas não na motricidade ampla. Os autores destacam que mudanças evidentes na função motora ampla só acontecem além de um período de 5 meses de treinamento. No presente estudo, o período entre as avaliações do grupo experimental foi de 30 a 45 dias, considerado o tempo de maior efeito da toxina, dessa forma, é possível sugerir que talvez o tempo transcorrido entre a 1ª e a 2ª avaliação tenha sido insuficiente pra verificar mudanças nos parâmetros clínicos avaliados.

Acredita-se que estes parâmetros funcionais estejam mais comprometidos em crianças com maior prejuízo motor. Em crianças com paralisia cerebral classificadas nos níveis de deambulação I, II e III do GMFCS, a fraqueza do quadríceps e a magnitude da atividade muscular tanto nos músculos agonistas quanto nos antagonistas, revelam estar fortemente relacionados com parâmetros funcionais, tais como a motricidade ampla (DAMIANO *et al.*, 2000).

## 5.2 PARÂMETRO ELETROMIOGRÁFICO

Em crianças com paralisia cerebral, o déficit no “input” corticoespinal durante o desenvolvimento associado à deficiência na modulação dos circuitos dos interneurônios espinhais, pode levar a uma inibição recíproca anormal durante a marcha, mecanismo que pode contribuir para o padrão de coativação muscular entre agonistas e antagonistas (DIETZ e SINKJAER, 2007).

Com base nos resultados do estudo, verificou-se que o grupo que aplicou a toxina botulínica tipo A nos membros inferiores apresentou maior coativação muscular durante a marcha em comparação ao grupo controle nos dois dias de avaliação. Os achados desse estudo demonstraram uma maior coativação no grupo experimental, possivelmente relacionada ao significativo comprometimento motor observado na função motora ampla.

O excesso de coativação muscular ocorre com frequência durante a marcha de crianças com paralisia cerebral (VAN DE WALLE *et al.*, 2009; DAMIANO *et al.*, 2000), e os efeitos negativos potenciais dessa coativação incluem grande ativação muscular total durante a produção de força e alteração na qualidade e quantidade de movimento devido ao acréscimo na rigidez articular (DAMIANO *et al.*, 2000).

É importante salientar que nem toda coativação dos músculos antagonistas durante um movimento é desnecessária. Nas situações em que o músculo agonista está ativado além do nível necessário para estabilidade, o movimento pode ser produzido com sucesso, contudo o custo metabólico do movimento será elevado (FROST *et al.*, 1997). Nas crianças com paralisia cerebral espástica, a coativação muscular pode ser uma estratégia compensatória útil por acrescentar estabilidade articular, limitar graus de liberdade ou permitir que o sistema motor reaja mais prontamente às perturbações (DAMIANO *et al.*, 2000). Em condições normais, a coativação muscular é usada pelo sistema nervoso central com o intuito de melhorar certos movimentos (ERVILHA, 2004). Para VAN ROON *et al.* (2006), um mecanismo conhecido no acréscimo da precisão do movimento é o ajuste da coativação muscular. Em sujeitos com paralisia cerebral ocorre um sistemático acréscimo nos níveis de coativação no ombro sobre altas demandas de precisão, contudo, para os autores, esses altos níveis de coativação não deveriam ser exclusivamente considerados como sintoma de danos neurológicos. A coativação da musculatura antagonista durante o movimento, observada no início do aprendizado motor, está

intimamente ligada às exigências específicas da tarefa, que dependem tanto da direção do movimento quanto a força externa de uma carga, constituindo uma parte central dos meios pelos quais o sistema nervoso regula o movimento (DARAYNE e OSTRY, 2008).

Na avaliação da marcha, observou-se que a coativação talvez não seja o melhor parâmetro para se avaliar a disfunção na ativação de músculos antagonistas, pois as complexas interações entre músculos precisam ser consideradas. Em crianças com paralisia cerebral, durante a contração voluntária máxima, a ativação dos músculos adjacentes e distantes ocorre mais cedo (TEDROFF *et al.*, 2006), a mecânica do centro de gravidade está fortemente relacionada com a coativação (DIERICK *et al.*, 2002), e segundo Norkin (1993), em um movimento que envolve a participação de músculos biarticulares, pode ser difícil afirmar se a eletromiografia está reproduzindo de forma adequada o funcionamento muscular. A autora referida cita como exemplos dois músculos utilizados neste estudo, os músculos reto femoral e isquiotibiais. Crianças com hemiplegia espástica, durante determinadas fases do ciclo da marcha, apresentam no lado mais comprometido, uma menor resposta eletromiográfica para os músculos anteriores da perna e uma resposta aumentada para os isquiotibiais, além de uma ativação prolongada do músculo reto femoral durante a fase de balanço médio (PATIKAS, WOLF e DÖDERLEIN, 2005). Se houver um desequilíbrio muito grande entre dois músculos antagonistas, o padrão de movimento estará bastante alterado, contudo o índice de coativação será pequeno. Junto com o cálculo do índice de coativação observou-se ser necessário avaliar também a amplitude e o tempo de ativação destes músculos.

A ausência de controle motor seletivo e a espasticidade muscular durante a marcha poderia estar associada à compensação do movimento de flexão e extensão do joelho e quadril no plano sagital, levando a atuação em conjunto de determinados grupos musculares no ciclo da marcha, causando a excessiva coativação detectada no presente estudo. No nosso estudo não analisamos a coativação muscular isoladamente nas fases da marcha, mas poderíamos acreditar que uma maior coativação durante o ciclo da marcha seja uma condição necessária para estabilizar a posição, já que as crianças do grupo experimental, que apresentaram maior índice de coativação, apresentavam maior comprometimento na função motora de andar, correr e pular. Contudo uma amostra maior e com avaliação de outros grupos musculares é necessária para obter conclusões mais definitivas.

Contudo, observou-se que a aplicação da toxina botulínica tipo A nos membros inferiores dos sujeitos do grupo experimental não alterou o índice de coativação durante a marcha dos mesmos.

Corroborando com nossos resultados, recentemente Van Der Houwen *et al.*, (2009) demonstraram que as injeções de toxina botulínica tipo A nos músculos reto femoral, semitendíneo e gastrocnêmio medial não aprimoram os padrões de ativação muscular durante a marcha de crianças com paralisia cerebral. No entanto, as crianças que aplicaram a toxina botulínica nesses músculos diminuíram sensivelmente a flexão de joelho na fase de apoio médio. Os autores acreditam que este ganho seja atribuído a associação da toxina com um programa abrangente de reabilitação, que inclui fisioterapia intensiva, órteses, e outros tratamentos reabilitadores como terapia ocupacional e tala seriada.

Para favorecer o sucesso das injeções de toxina botulínica tipo A programas de reabilitação abrangentes são decisivos. A fisioterapia deveria ser intensificada durante o período de atuação da toxina, objetivando principalmente o alongamento dos músculos flexores, fortalecimento dos extensores e treino de marcha (SCHOLTES *et al.*, 2007). No presente estudo, foi verificado que o tempo de atendimento fisioterapêutico (min/semana) apresentou uma associação negativa moderada com o índice de coativação na 2ª avaliação, isto é, quanto maior o tempo de atendimento fisioterapêutico realizado pela criança, menor foi o índice de coativação muscular. Observando-se que a criança que recebeu mais tempo de atendimento fisioterapêutico era também a mais comprometida, estes resultados também sugerem um efeito da toxina botulínica. A facilitação do efeito da toxina junto com um maior tempo de atendimento pode ter contribuído para estes resultados.

Dessa forma, a ausência de alteração na quantidade de coativação encontrada no estudo pode ser justificada pela carência no controle de determinadas variáveis, tais como objetivos e atividades realizadas no tratamento fisioterapêutico, uso de órteses e atividades motoras complementares ou a não participação dos sujeitos em um programa de fisioterapia mais completo e abrangente.

A análise do controle do mecanismo de inibição recíproca pode indicar uma estratégia para avaliar a melhora do controle postural e a quantificação da coativação proporciona um melhor entendimento da função muscular e representa um importante papel na escolha das intervenções clínicas para o tratamento da

criança com paralisia cerebral espástica (IKEDA *et al.*, 1998). O refinamento da coativação excessiva pode indicar maior habilidade na locomoção humana com maior controle da força e do equilíbrio, indicando neuromaturação (OKAMOTO *et al.*, 2003). Como durante o ciclo da marcha dos sujeitos do estudo não foi observada diminuição na coativação muscular com a aplicação da toxina botulínica tipo A, poderíamos alegar que dois aspectos relacionados à aplicação da toxina precisam ser mais criteriosos, entre eles a indicação para crianças mais comprometidas e a eleição do sítio de aplicação.

### 5.3 PARÂMETROS CINEMÁTICOS

Enquanto a mecânica geral do início da marcha em crianças com paralisia cerebral aparenta ser similar a mecânica das crianças com desenvolvimento normal, avaliações mais detalhadas da seqüência do controle motor do início da marcha revelam que crianças com paralisia cerebral demonstram alternativas biomecânicas do início da marcha para desenvolver a dinâmica necessária para iniciar o progresso adiante (STACKHOUSE *et al.*, 2007).

Com base nos achados do estudo, constatou-se que as crianças do grupo experimental apresentaram valores médios maiores para a variável de máxima flexão de quadril na fase de balanço, com diferença estatisticamente significativa do grupo controle. No entanto, os valores encontrados para máxima flexão de quadril mostram ser semelhantes aos descritos na literatura para crianças com desenvolvimento típico (DAVID e ÁVILA, 2004). Perry (2005) coloca que a falha no controle motor seletivo de flexão de quadril em determinadas fases da marcha, como pré-balanço e balanço inicial, leva à atuação do músculo reto femoral para compensar a flexão inadequada de quadril e fazendo com que se oponha à flexão do joelho e à ação extensora do quadril dos isquiotibiais, resultando em um menor comprimento do passo.

Com relação à máxima extensão de quadril, que em condições normais ocorre por volta de 50% do ciclo da marcha, os sujeitos do grupo experimental demonstraram diferença estatisticamente significativa do controle. Acredita-se que esta diferença entre os grupos seja pelo fato de o grupo que aplicou toxina botulínica nos membros inferiores apresentar valores positivos para máxima extensão do



quadril, o que não aconteceu no grupo controle, sugerindo um efeito da toxina. A limitação na extensão do quadril compromete a estabilidade de sustentação de peso do sujeito (Perry, 2005). Contudo, os valores encontrados em ambos os grupos não seguem o comportamento esperado para a máxima extensão de quadril, o que pode ser justificado por uma compensação com inclinação anterior da pelve e tronco dos sujeitos. Conforme Norkin (1993), a perda sobre o controle da atividade muscular, pode resultar, entre outras alterações da marcha, inclinação do tronco para frente ou para trás. Na marcha patológica a pélvis e tronco podem ser usadas para compensar os déficits de membros inferiores (LEROUX *et al.*, 2006).

As crianças com paralisia cerebral que receberam aplicação da toxina botulínica tipo A nos membros inferiores apresentaram maior flexão do joelho na fase de contato inicial e menor extensão de joelho no apoio quando comparados aos valores médios descritos para crianças com desenvolvimento típico (DAVID e ÁVILA, 2004). Segundo Van der Krogt *et al.* (2009) é comum crianças com paralisia cerebral apresentarem uma reduzida extensão de joelho, que resulta em uma diminuição no comprimento do passo e redução na velocidade durante a marcha, implicando em limitações no desempenho funcional. A flexão excessiva do joelho no contato inicial da marcha pode ocorrer devido à espasticidade dos flexores do joelho.

Em crianças com paralisia cerebral é comum haver uma redução no pico de flexão do joelho associada à diminuição na velocidade da marcha (CARRIERO *et al.*, 2009). O pico de flexão de joelho na fase de balanço não diferiu significativamente entre os grupos, mostrando a homogeneidade de ambos os grupos. Essa diminuição na máxima flexão do joelho pode ser devida à espasticidade extensora encontrada nessas crianças (NORKIN, 1993). Em crianças com desenvolvimento típico, a máxima flexão do joelho acontece aproximadamente em 70% do ciclo da marcha (DAVID e ÁVILA, 2004). Em relação ao percentual do ciclo da marcha onde ocorre o pico de flexão, também não houve diferença entre os grupos avaliados. Em ambos os grupos deste estudo, o pico de flexão do joelho aconteceu entre 73 e 77% do ciclo, demonstrando um leve atraso. Apesar de observar-se um atraso no tempo do pico de flexão do joelho, os valores médios de máxima flexão são semelhantes aos encontrados na literatura (DAVID e ÁVILA, 2004). Menores valores médios do alcance de flexão do joelho foram encontrados no grupo experimental, porém não significativamente diferentes do grupo controle. O grupo que aplicou a toxina botulínica nos membros inferiores apresentou valores inferiores e o grupo controle

valores semelhantes aos valores médios de crianças com desenvolvimento típico encontrados por David e Ávila (2004).

Na análise das variáveis cinemáticas espaço-temporais, não foi encontrada diferença estatisticamente significativa em nenhuma variável dependente, entretanto, com exceção do comprimento da passada, todos os valores médios encontrados para os parâmetros espaço-temporais de comprimento da passada normalizado, duração da passada, velocidade da passada, velocidade da passada normalizada e tempo de apoio seguem a tendência dos valores encontrados por Dini e David (2009) e por Franco (2009) para crianças com paralisia cerebral da mesma faixa etária. Segundo Jerônimo *et al.* (2007), crianças com paralisia cerebral apresentam valores menores para os parâmetros espaço-temporais quando comparadas à crianças com desenvolvimento típico. A flexão inadequada do quadril pode ser a causa de um comprimento menor da passada (Perry, 2005). Menor comprimento do passo compensado por um aumento na velocidade, mesmo que considerados próximos do normal, são mecanismos estratégicos adotados pelas crianças com diplegia espástica com marcha independente (VAUGHAN e O'MALLEY, 2005). A diminuição na velocidade da marcha pode ser necessária para manutenção do equilíbrio e da estabilidade postural (KAVANAGH e MENZ, 2008). Para Sutherland *et al.* (1980) um comprimento de passo inadequado mostra ser devido à instabilidade no membro de suporte, que pode ser causada pela carência de equilíbrio, fraqueza dos músculos plantiflexores ou déficit no controle nesses músculos.

Crianças com hemiparesia espástica possuem menor comprimento da passada e velocidade quando comparadas a crianças com desenvolvimento típico, e isto ocorre devido à falta de estabilidade do membro de apoio decorrente dos déficits no desenvolvimento motor e das limitações mobilidade de articulações com quadril, joelho e tornozelo (DINI e DAVID, 2009). Além disso, as autoras ainda descrevem que nessas crianças é comum ocorrer uma diminuição no tempo de apoio simples, devido à fraqueza muscular do membro afetado.

Com relação aos efeitos da toxina botulínica tipo A nos membros inferiores das crianças do grupo experimental, não foram observadas mudanças significativas em nenhuma das variáveis angulares do quadril e joelho e espaço-temporais analisadas. Vários estudos destacam os benefícios da toxina botulínica na marcha de crianças com paralisia cerebral. Ao analisar a marcha de crianças com paralisia

cerebral, Corry *et al.* (1999) verificaram que após a aplicação de toxina botulínica nos músculos isquiotibiais ocorreu um aumento na extensão do joelho e do quadril, bem como aumento na velocidade e cadência da marcha. Desloovere *et al.* (2007) verificou menor incidência da postura agachada no grupo que utilizou a toxina botulínica tipo A. Nesse mesmo estudo, o padrão de marcha nas crianças tratadas com toxina botulínica tipo A foi definido por menos contraturas musculares ao nível do quadril, joelho e tornozelo e por menos deformidades ósseas, comuns nas crianças com paralisia cerebral espástica. De acordo com Cosgrove *et al.* (1994) ocorre melhora da marcha de crianças com paralisia cerebral com contraturas de membros inferiores suficientes para interferir na posição da caminhada. Em alguns casos estes ganhos persistiram após a redução do efeito da toxina, o que pode ter sido por um relaxamento do músculo espástico, facilitando um crescimento longitudinal, ou o antagonista pode ter ganhado força durante este período. Contudo, nos estudos acima citados, alguns aspectos metodológicos referentes ao comprometimento motor da criança diferem da presente pesquisa, tais como indicação cirúrgica de alongamento dos isquiotibiais (CORRY *et al.* 1999), contraturas fixas, nível de GMFCS entre I e III, aplicação de toxina em vários músculos e em diferentes sessões (DESLOOVERE *et al.* 2007), crianças com e sem marcha independente (COSGROVE *et al.*, 1994). Neste estudo, como verificado nas avaliações clínicas, as crianças não apresentaram grande comprometimento motor, assim, acredita-se que a aplicação da toxina botulínica apresenta maiores efeitos nos membros inferiores de crianças com maior comprometimento motor.

Estudos reforçam a idéia da importância da reabilitação associada a aplicação da toxina botulínica no tratamento dos distúrbios da marcha em crianças com paralisia cerebral espástica. Scholtes *et al.* (2007) verificou que crianças que aplicaram toxina botulínica nos membros inferiores e realizaram um abrangente programa de fisioterapia (50-60 min de 3-5x/sem), contrariamente aos paralisados cerebrais que receberam fisioterapia usual e de baixa intensidade (30-60 min de 1-2 x/sem), melhoraram a extensão do joelho durante a marcha, o alongamento e a espasticidade. Neste estudo, tanto o grupo que aplicou a toxina nos membros inferiores quanto o que não aplicou, realizaram menos tempo fisioterapia do que o considerado de baixa intensidade por Scholtes *et al.* (2007), o que pode justificar a não modificação dos parâmetros da marcha analisados entre duas avaliações.

O comprimento da passada normalizado pela estatura foi a única variável cinemática que apresentou associação significativa com o tempo de fisioterapia, isto é, quanto maior o tempo de atendimento fisioterapêutico realizado pela criança maior o comprimento da passada normalizado. Este dado corrobora com outros estudos que observaram que o tratamento cinesioterapêutico associado a toxina botulínica tipo A nos membros inferiores melhora o padrão de marcha de indivíduos com paralisia cerebral, evidenciado pelo aumento na velocidade e diminuição na cadência (FARIA *et al.*, 2001).

De forma geral não foi observado um efeito da toxina nas crianças avaliadas. Além do comprometimento motor, os padrões de marcha dependem também da experiência da criança, do ambiente em que está inserida, como explora e lida com ele. Os possíveis padrões de movimento surgem como solução para que aconteça a interação da criança com suas características físicas, ambientais e sociais (FONSECA *et al.*, 2004).

Observar o padrão da marcha em uma patologia é de extrema importância e utilidade, pois permite que medidas quantitativas da gravidade e qualidade possam ser obtidas e analisadas para a avaliação de resultados de possíveis tratamentos (SCHWARTZ e ROZUMALSKI, 2008).

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sobre os efeitos da toxina botulínica tipo A na marcha de crianças com paralisia cerebral espástica, de acordo com os objetivos específicos do estudo e considerando o referencial teórico, os resultados e as limitações do estudo, pode-se chegar a algumas conclusões e sugestões:

A toxina botulínica tipo A não demonstrou efeito na marcha de crianças com paralisia cerebral espástica classificadas nos níveis I e II do GMFCS, acredita-se que a aplicação da toxina botulínica apresenta maiores efeitos nos membros inferiores de crianças com maior comprometimento motor. As variáveis do grau de espasticidade, função motora ampla, habilidades funcionais, índice de coativação muscular, bem como as variáveis cinemáticas angulares do quadril e joelho e espaço-temporais não sofreram alteração significativa após a aplicação da toxina.

Considerando os resultados das variáveis clínicas, eletromiográficas e cinemáticas é possível confirmar a homogeneidade dos grupos de crianças com paralisia cerebral avaliados sem efeito significativo após a aplicação da toxina.

O tempo de atendimento fisioterapêutico está correlacionado com as variáveis de função motora ampla nas dimensões D e E, índice de coativação muscular e comprimento da passada normalizado. A facilitação do efeito da toxina junto com um maior tempo de atendimento contribui para um menor índice de coativação muscular.

O trabalho em conjunto do fisioterapeuta com o médico para encaminhamento de crianças elegíveis à aplicação da toxina, bem como, no processo de reabilitação antes e após a aplicação pode contribuir para melhores resultados na marcha de crianças com paralisia cerebral espástica.

Com a finalidade de complementar os resultados desse estudo, para próximas pesquisas sugere-se a utilização de uma amostra de crianças com paralisia cerebral espástica com maior comprometimento motor, seguimento com avaliações após os 45 dias de aplicação da toxina botulínica, análise dos padrões de coordenação dos membros inferiores, utilização da cinemática tridimensional e análise da amplitude e do tempo de coativação muscular.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHL, L. E.; JOHANSSON, E.; GRANAT, T.; VARLBERG, E. B. Functional therapy for children with cerebral palsy: an ecological approach. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 47, p. 613-619, 2005.

ANDRADE, L. M. **Análise de marcha**: protocolo experimental a partir de variáveis cinemáticas e antropométricas. Dissertação de mestrado - Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas, 2002.

AQUINO, C. F.; VIANA, S. O.; FONSECA, S. T.; BRICIO, R. S.; VAZ, D. V. Mecanismos neuromusculares de controle da estabilidade articular. **Revista Brasileira de Ciências e Movimento**, v. 12, n. 2, p. 35-42, 2004.

BAX, M. C. O. Terminology and classification of cerebral palsy. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 6, n. 3, p. 295-297, Jun., 1964.

BENNETT, B. C.; ABEL, M. F.; WOLOVICK, A.; FRANKLIN, T.; ALLAIRE, P. E.; KERRIGAN, C. Center of Mass Movement and Energy Transfer During Walking in Children With Cerebral Palsy . **Archives Physical Medicine and Rehabilitation**, v.86, n. 11, p. 2189-2194, 2005.

BERGER, W. Characteristics of Locomotor Control in Children with Cerebral Palsy. **Neuroscience and Biobehavioral Reviews**, v. 22, n. 4, p. 579–582, 1998.

BERKER, N.; YALÇIN M. S. Cerebral Palsy: orthopedic aspects and rehabilitation. **Pediatric Clinics of North America**, v. 55, n. 5, p.1209–1225, Oct., 2008.

BETHOUX, F. Spasticity patients: special considerations. **Seminars in Pain Medicine**, v.2, n.1, p. 36-42, Mar., 2004.

BRUNNER, R.; ROMKES, J. Abnormal EMG muscle activity during gait in patients without neurological disorders. **Gait & Posture**, v. 27, p. 399-407, 2008.

BOHANNON, R. W.; SMITH, M, B. Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. **Physical Therapy**, n. 67, p. 206–07, 1987.

CARDOSO, E. S.; RODRIGUES, B. M.; BARROSO, M.; MENEZES, C.J.; LUCENA, R. S.; NORA, D. B.; MELO, A. Botulinum toxin type A for the treatment of the spastic equinus foot in cerebral palsy. **Pediatric Neurology**, v. 34, n. 2, p. 106-109, Feb., 2006.

CARRIERO, A.; ZAVATSKY, A.; STEBBINS, J.; THEOLOGIS, T.; SHEFELBINE, S. J. Determination of gait patterns in children with spastic diplegic cerebral palsy using principal components. **Gait & Posture**, v. 29, n. 1, p. 71-75, Jan., 2009.

CHAGAS, P. S. C. Classificação da função motora e do desempenho funcional de crianças com paralisia cerebral. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v.12, n.5, p. 409-416, 2008.

CORRY, I.S.; COSGROVE, A. P.; DUFFY, C.M.; TAYLOR, T.C.; GRAHAM, H. K. Botulinum toxin A in hamstring spasticity. **Gait & Posture**, v.10, n. 3, p. 206-210, Dec., 1999.

COSGROVE, A. P.; CORRY, I.S.; GRAHAM, H. K. Botulinum toxin in the management of the lower limb in cerebral palsy. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 36, n. 5, p. 386–396, 1994.

DAMIANO, D.L.; MARTELOTTA, T. L.; SULLIVAN, D. J.; GRANATA, K. P.; ABEL, M. F. Muscle force production and functional performance in spastic cerebral palsy: relationship of cocontraction. **Archives Physical Medicine Rehabilitation**, v. 81, n. 7, p. 895-900, July, 2000.

DAMIANO, D. L.; LAWS, E.; CARMINES, D. V.; ABEL, M. F. Relationship of spasticity to knee angular velocity and motion during gait in cerebral palsy. **Gait & Posture**, v. 23, n.1, p. 1-8, Jan., 2006.

DARAINY, M.; OSTRY, D. Muscle cocontraction following dynamics learning. **Experimental Brain Research**, v.190, n.2, p. 153-163, 2008.

DAVID, A. C.; ÁVILA, A. O. V. Análise cinemática dos membros inferiores durante o andar em crianças. **Revista Brasileira de Biomecânica**, n. 8, p. 25-32, Maio, 2004.

DESLOOVERE, K.; MOLENAERS, G.; PAUWELS, P.; CAMPENHOUT, A. V.; ORTIBUS, E.; FABRY, G.; COCK, P. D. Motor function following multilevel botulinum toxin type A treatment in children with cerebral palsy. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 49, p. 56-61, 2007.

DIERICK, F.; DOMICENT, C.; DETREMBLEUR, C. Relationship between antagonistic leg muscles co-contractions and body centre of gravity mechanics in different level gait disorders. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 12, p. 59-66, 2002.

DIETZ, V.; SINKJAER, T. Spastic movement disorder: impaired reflex function and altered muscle mechanics. **Lancet Neurology**, v. 6, p. 725-733, Aug., 2007.

DINI, P. D.; DAVID, A. C. Repetibilidade dos parâmetros espaço-temporais da marcha: comparação entre crianças normais e com paralisia cerebral do tipo hemiplegia espástica. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 13, n. 3, p. 215-222, Mai./Jun., 2009.

DUFF, M. E. A.; MORTON, R. E. Managing Spasticity in Children. **Pediatrics and Child Health**, v. 17, n.12, p. 463-466, Dec., 2007.

ERVILHA, U. F. **Efeito da dor muscular experimentalmente induzida sobre a força isométrica e validação de índices de estimação da co-contracção muscular**. Tese de Doutorado- Escola de Educação Física e Esportes da Universidade de São Paulo, 2004.

FARIA, T. C. C.; MASIERO, D.; SPÓSITO, M. M. M.; SAAS, M. A avaliação do uso da toxina botulínica A e da cinesioterapia na melhora da marcha do portador de paralisia cerebral do tipo hemiparético. **Acta Fisiátrica**, v. 8, n. 3, p. 101-106, 2001.

FONSECA, S. T.; HOLT, K. G.; FETTERS, L.; SALTZMAN, E. Dynamic Resources Used in Ambulation by Children With Spastic Hemiplegic Cerebral Palsy: Relationship to Kinematics, Energetics and Asymmetries. **Physical Therapy**, v. 84, n.4, p. 344-354, 2004.

FRANCO, R. L. L. D. **Análise cinemática da marcha de crianças diplégicas nível I e II do GMFCS**. Dissertação de Mestrado – Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais; 2009.

FREITAS, S. T. T. **Análise comparativa em dois diferentes métodos de avaliação da espasticidade em indivíduos com lesão da medula espinhal: Escada de Ashworth Modificada X movimento passivo contínuo no equipamento isocinético**. Dissertação de mestrado- Universidade do Vale do Paraíba, 2004.



FROST, G.; DOWLING, J.; DYSON, K.; BAR-OR, O. Cocontraction in three age groups of children during treadmill locomotions. **Journal Electromyographic Kinesiology**, v. 7, n.3, p. 179-186, Sept., 1997.

GORDON, N. The role of botulinus toxin type A in treatment – with special reference to children. **Brain & Development**, v. 21, n.3, p. 147-151, Apr., 1999.

GRAHAM, H. K.; AOKI, K. R.; AUTTI-RAMO, I.; BOYD, R. N.; DELGADO, M. R.; GAEBLER-SPIRA, D. J.; GORMLEY, J. R. M. E.; GUYER, B. M.; HEINEN, F.; HOLTON, A. F.; MATTHEWS, D.; MOLENAERS, G.; MOTTA, F.; GARCIS-RUIZ, P. J.; WISSEL, J. Recommendations for the use of botulinum toxin type A in the management of cerebral palsy. **Gait & Posture**, v. 11, n. 1, p. 67-79, Feb., 2000.

GRASSO, R.; BIANCHI, L.; LACQUANITI, F. Motor patterns for human gait: backward versus forward locomotion. **Journal Neurophysiology**, v. 80, p. 1868-1885, 1998.

HEINEN, F.; MOLENAERS, G.; FAIRHURST, C.; CARR, L. J.; DESLOOVERE, K.; VALAYER, E. C.; MOREL, E.; PAPAVALASSILIOU, A. S.; TEDROFF, K.; PASCUAL-PASCUAL, S. I.; BERNERT, G.; BERWECK, S.; DI ROSA, G.; KOLANOWSKI, E.; KRAGELOH-MANN, I. European consensus table 2006 on botulinum toxin for children with cerebral palsy. **European Journal of Pediatric Neurology**, v. 10, n. 5-6, p. 215-225, Sept/Nov., 2006.

IKEDA, A.; ABEL, M. F.; GRANATA, K. P.; DAMIAMO, D. L. Quantification of Cocontraction in Spastic Cerebral Palsy. **Gait & Posture**, v.7, n. 2, p. 144-190, Mar. 1998. Abstr.

JERÔNIMO, B. P.; SILVEIRA, J. A.; BORGES, M. B. S.; DINI, P. D.; DAVID, A. C. Variáveis espaço-temporais da marcha de crianças com paralisia cerebral submetidas a eletroestimulação no músculo tibial anterior. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 11, n.4, p. 261-66, 2007.

KAVANAGH, J. J.; MENZ, H. B. Accelerometry: A technique for quantifying movement patterns during walking. **Gait & Posture**, v. 28, p. 1-15, 2008.

KEEN, M. Early Development and Attainment of Normal Mature Gait. **Journal of Prosthetics & Orthotics**, v.5, n.2, p. 35-38, 1993.

KOMAN, L. A.; SMITH, B. P.; SHILT, J. S. Cerebral Palsy. **The Lancet**, v. 363, n. 15, p. 1619–1631, May, 2004.

KRAKOVSKY, G.; HUTH, M. M.; LIN, L.; LEVIN, R. S.; Functional changes in children, adolescents, and young adults with cerebral palsy. **Research in Developmental Disabilities**, v. 28, n. 4, p. 331-340, July/Sept., 2007.

KURIKI, H. U.; CARVALHO, A. C.; AZEVEDO, F. M.; NEGRAO FILHO, R. F. **Análise comparativa do padrão eletromiográfico de músculos do antebraço de pacientes hemiplégicos**. In: XII Congresso Brasileiro de Biomecânica, São Pedro, p. 382-388, 2007.

LAMONTAGNE, A.; RICHARDS, C. L.; MALOUIN, F. Coactivation during gait as an adaptive behavior after stroke. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 10, p. 407-415, 2000.

LEITÃO, A. V.; MUSSE, C. A. I.; GRANERO, L. H. M.; ROSSETTO, R.; PAVAN, K.; LIANZA, S. **Projeto Diretrizes- Espasticidade: Avaliação Clínica**. Associação Médica Brasileira e Conselho Federal de Medicina, p. 1-12, 2006.

LEROUX, A.; FUNG, J.; BARBEAU, H. Postural adaptation to walking on inclined surfaces: II. Strategies following spinal cord injury. **Clinical neurophysiology**, v. 117, n. 6, p. 1273-1282, June, 2006.

LIANZA, S.; PAVAN, K.; LOURENÇO, A. F.; LEITÃO, A. V.; MUSSE, C. A. I.; SANTOS, C. A.; GRANERO, L. H. M.; GAL, P. L. M.; ROSETTO, R.; BELIZZI, D.; GREVE, J. M. D.; SPOSITO, M. M. M. **Projeto Diretrizes- Diagnóstico e Tratamento da Espasticidade**. Associação Médica Brasileira e Conselho Federal de Medicina, p. 1-12, 2001.

MACKEY, A.; WALT, S.; STOTT, N. S.; Botulinum toxin type A in ambulant children with cerebral palsy: Review. **Physiotherapy**, v. 89, n. 4, p. 219-232, Apr., 2003.

MALFAIT, N.; SANGER, T. D. Does dystonia always include co-contraction? A study of unconstrained reaching in children with primary and secondary dystonia. **Experimental Brain Research**, v. 176, p. 206-216, 2007.

MANCINI, M. C. **Inventário de avaliação pediátrica da incapacidade (PEDI)**: manual da versão brasileira adaptada. Belo Horizonte: UFMG, 2005. 193p.

MARINHO, A. P.; SOUZA, M. A. B.; PIMENTEL, A. Correlação entre habilidades funcionais referidas pelo cuidador e nível de assistência fornecida a crianças com paralisia cerebral. **Revista Ciências Médicas e Biológicas**, v. 7, n. 1, p. 57-66, 2008.

McDOWELL, B. C.; KERR, C.; KELLY, C.; SALAZAR, J.; COSGROVE, A. The validity of an existing gait classification system when applied to a representative population of children with hemiplegia. **Gait & Posture**, v. 28, n. 3, p. 442-447, Oct., 2008.

MELANDA, A. G., GODOY, W.; LOPES, A. G. Resultados da cirurgia de transferência do músculo reto anterior da coxa em pacientes com paralisia cerebral- Análise computadorizada da marcha pré e pós-operatória. **Revista Brasileira de Ortopedia**, v. 41, n. 8, p. 302-208, 2006.

MINUTOLI, V. P. DELFINO, FREITAS, S. T. T. LIMA, M. O. TORTOZA, V. SANTOS, C.A. Efeito do movimento passivo contínuo isocinético na hemiplegia espástica. **Acta Fisiátrica**, 14, n. 2, p. 142-148, 2007.

MOREAU, N.; LI, L.; GEAGHAN, J. P.; DAMIANO, D. Fatigue Resistance During a Voluntary Performance Task Is Associated With Lower Levels of Mobility in Cerebral Palsy. **Archives Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 89, n. 10, p. 2011-2016, 2008.

NORKIN, C. Análise da Marcha. In: O'SULLIVAN S. B.; SCHMITZ T. J. **Fisioterapia: Avaliação e Tratamento**. São Paulo: Manole, 1993. p. 225-249. 775p.

OKAMOTO, T.; OKAMOTO, K.; ANDREW, P. D. Electromyographic Developmental Changes in One Individual from newborn Stepping to Mature Walking. **Gait & Posture**, v. 17, n. 1, p.18-27, Feb. 2003.

ORSINI, M.; FREITAS, M. R. G.; MELLO, M. P.; ANTONIOLI, R. S.; EIGENHEER, J. F.; REIS, C. H.; NASCIMENTO, O. J. M. Hidroterapia no gerenciamento da espasticidade nas paraparesias espásticas de várias etiologias. **Revista de Neurociências**, v. 14, n.4 p. 1-6, 2008.

PALISANO, R.; ROSENBAUM, P.; WALTER, S.; RUSSELL, D.; WOOD, E.; GALUPPI, B. Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 39, n. 4, p. 214–223, Apr., 1997.

PASCUAL-PASCUAL, S. I.; PASCUAL-CASTROVIEJO, I. Safety of botulinum toxin type A in children younger than 2 years. **European Journal of Paediatric Neurology**, v. 13, n. 6, p. 511–515, Nov., 2009.

PATIKAS, D.; WOLF, S.; DÖDERLEIN, L. Electromyographic evaluation of the sound and involved side during gait of spastic hemiplegic children with cerebral palsy. **European Journal of Neurology** v. 12, p. 691-699, 2005.

PIERCE, S. R.; BARBE, M. F.; BARR, A. E.; SHEWOKIS, P. A.; LAURER, R. T. Roles of reflex activity and co-contraction during assessments of spasticity of the knee flexor and knee extensor muscles in children with cerebral palsy and different functional levels. **Physical Therapy**, v.88, n. 10, 2008.

PERRY, J. **Análise de marcha**: sistemas de análise de marcha. São Paulo: Manole, 2005. 167p.

PERRY, J. **Análise de Marcha**: marcha patológica. São Paulo: Manole, 2005. 205p

POON, D. M. Y.; HUI-CHAN, Hyperactive stretch reflexes, co-contraction, and muscle weakness in children with cerebral palsy. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 2009.

RAYNOR, A. J. Strength, power, and coactivation in children with developmental coordination disorder. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v.43, n. 10, p. 676-684, 2001.

ROBERTSON, J. V. G.; PRADON, D.; BENSMAIL, D.; FERMANIAN, C.; BUSSEL, B.; ROCHE, N. Relevance of botulinum toxin injection and nerve block of rectus femoris to kinematic and functional parameters of stiff knee gait in hemiplegic adults. **Gait & Posture**, v. 29, n.1, p. 108-112, Jan., 2009.

ROSE, J.; MCGILL, K. C. Neuromuscular activation and motor unit firing characteristics in cerebral palsy. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 47, p. 329-336, 2005.

ROSENBAUM, P.; PANETH, N.; LEVITON, A.; GOLDSTEIN, M.; BAX, M.; DAMIANO, D.; DAN, B.; JACOBSSON, B. A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. **Developmental Medicine & Child Neurology**, p. 8-14, Feb., 2007

ROSEMBAUM, P. L.; WALTER, S. D.; HANNA, S. E.; PALISANO, R. J.; RUSSEL, D. J.; RAINA, P.; WOOD, E.; BARTLETT, D. J.; GALUPPI, B. E. Prognosis for gross motor function in cerebral palsy: creation of motor development curves. **JAMA**, 288, n.11, p.1357-1363, Sept., 2002.

ROSS, S. A.; ENGSBERG, J. R. Relationships between spasticity, strength, gait, and the GMFM-66 in persons with spastic diplegia cerebral palsy. **Archives Physical Medicine Rehabilitation**, v. 88, n. 9, p.1114-1120, Sept., 2007.

ROTTA, N. T.; Paralisia Cerebral: novas perspectivas terapêuticas. **Jornal de Pediatria**, v. 78, Supl.1, p. 48-54, 2002.

RUSSELL, D.; ROSENBAUM, P.; AVERY, L.; LANE, M. **Gross Motor Function Measure (GMFM-66 & GMFM-88): user's manual**. CanChild Centre for Childhood Disability Research. Canadá: McMaster University, 2002. 244p.

RUSSEL, S. D.; BENNET, B. C.; KERRIGAN, D. C.; ABEL, M. F. Determinants of gait as applied to children with cerebral palsy. **Gait & Posture**, v. 26, p. 295-300, 2007.

SARIOGLU, B.; SERDAROGLU, G.; TUTUNCUOGLU, S.; OZER, E. A. The use of botulinum toxin type A treatment in children with spasticity. **Pediatric Neurology**, v. 29, n. 4, p. 299-301, Oct., 2003.

SCHMITZ T. J. Avaliação da coordenação. In: O'SULLIVAN S. B.; SCHMITZ T. J. **Fisioterapia: Avaliação e Tratamento**. São Paulo: Manole, 1993. p. 139-153. 775p.

SCHOLTES, V. A. B.; BECHER, J. G.; BEELEN, A.; LANKHORST, G. J. Clinical assessment of spasticity in children with cerebral palsy: a critical review of available instruments. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 48, p. 64-73, 2006.

SCHOLTES, V. A.; DALLMEIJER, A. J.; KNOL, D. L.; SPETH, L. A.; MAATHUIS, C. G.; JONGERIUS, P. H.; BECHER, J. G. Effect of multilevel botulinum toxin A and comprehensive rehabilitation on gait in cerebral palsy. **Pediatric Neurology**, v. 36, n. 1, p. 30-39, Jan., 2007.

SCHWARTZ, M. H.; ROZUMALSKI, A. The gait deviation index: A new comprehensive index of gait pathology. **Gait & Posture**, v. 28, p. 351-357, 2008.

SCHWARTZMAN, J. S. Paralisia Cerebral. **Arquivos Brasileiros de Paralisia cerebral**, v.1, n. 1, p. 4-17, 2004.

SILVA, J. R. J. A. T.; MAGALHÃES, A. A. C.; MASIERO, D.; DIAS, L. S. Tratamento das deformidades em eqüino de pacientes portadores de paralisia cerebral do tipo diplégico espástico mediante injeção de toxina botulínica tipo A em músculos gastrocnêmios. **Revista Brasileira de Ortopedia**, v. 38, n. 1-2, p. 41-55, Jan./Fev., 2003.

STACKHOUSE, C.; SHEWOKIS, P. A.; PIERCE, S. R.; SMITH, B.; McCARTHY, J.; TUCKR, C. Gait initiation in children with cerebral palsy. **Gait & Posture**, v. 26, n. 2, p.301-308, July, 2007.

SUTHERLAND, D. H.; OLSHEN, R.; COOPER, L.; WOO, S. L. The development of mature gait. **Journal of Bone and Joint Surgery**, v. 62, n. 3, p. 336-353, Apr., 1980.

SUTHERLAND, D. H.; KAUFMAN, K. R.; WYATT, M. P.; CHAMBERS, H. G. Injection of botulinum A toxin into the gastrocnemius muscle of patients with cerebral palsy: a 3-dimensional motion analysis study. **Gait & Posture**, v. 4, n. 4, p. 269-279, Oct., 1996.

SUZUKI, M.; SHILLER, D. M.; GRIBBLE, P. L.; OSTRY, D. D. J. Relationship between cocontraction, movement kinematics and phasic muscle activity in single-joint arm movement. **Experimental Brain Research**, v. 140, p. 171-181, 2001.

TEDROFF, K.; KNUTSON, L. M.; SODERBERG, G. L. Synergistic muscle activation during maximum voluntary contractions in children with and without spastic cerebral palsy. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 48, p. 789-796, 2006.

TEIXEIRA, S. T. F.; SILVA, P. L. P.; OCARINO, J. M.; URSINE, P. G. S. Análise de um método eletromiográfico para quantificação de co-contracção muscular. **Revista Brasileira de Ciências e Movimento**, v. 9, n. 3, p 23-30, 2001.

TILTON, A. H. Management of spasticity in children with cerebral palsy. **Seminars in Pediatric Neurology**, v. 11, n. 1, p. 58-65, Mar., 2004.

VAL FILHO, J. A. C. **Paralisia cerebral**: tratamento neurocirúrgico. In: FONSECA, L. F., PIANETTI, G.; XAVIER, C. C. Compêndio de neurologia infantil. Belo Horizonte: Medsi, 2002. 984p.

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**, v. 30, S1–S15, 2009. Abstr.

VAN DER HOUWEN, L.; SCHOLTES, V.; BECHER, J.; HARLAAR, J. Botulinum toxin A injections do not improve surface EMG patterns during gait in children with cerebral palsy: a randomized controlled study. **Gait & Posture**, v.30, S1–S153, 2009. Abstr.

VAN DER KROGT, M. M.; DOORENBOSCH, C. A. M.; HARLAAR, J. The effect of walking speed on hamstrings length and lengthening velocity in children with spastic cerebral palsy. **Gait & Posture**, v. 29, p. 640-644, 2009.

VAN ROON, D.; STEENBERGEN, B.; MEULENBROEK, R. G. J. Trunk use and co-contraction in cerebral palsy as regulatory mechanisms for accuracy control. **Neuropsychologia**, v. 43, p. 497-508, 2005.

VAN ZELST, B. R.; MILLER, M. D.; RUSSO, R. N.; MERCHLAND, S.; ROTTY, S. Activities of daily living in children with hemiplegic cerebral palsy: a cross-sectional evaluation using the Assessment of Motor and Process Skills. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 48, p. 723-727, 2006.

VAUGHAN, C.L.; O'MALLEY, M. J. A gait normogram used with fuzzy clustering to monitor functional status of children and young adults with cerebral palsy. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 47, p. 377-383, 2005.

VERSCHUREN, O.; KETELAAR, M.; GORTER, J, W.; HELDERS, P. J. M.; TAKKEN, T. Relation between physical fitness and gross motor capacity in children and adolescents with cerebral palsy. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 51, n. 11, p. 866-871, 2009.

VIEL, E. (Coord.) **A MARCHA HUMANA, A CORRIDA E O SALTO**: biomecânica, investigações, normas e disfunções. São Paulo: Manole, 2001. 277p.

VOORMAN, J. M.; DALLMEIJER, A. J.; KNOL, D. L.; LANKHORST, G. J.; BECHER, J. G. Prospective longitudinal study of gross motor function in children with cerebral palsy. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 88, n. 7, p. 871-877, 2007.

VOS-VROMANS, C. C. W. M.; KETELAAR, C. C. W. M.; GORTER, J. W. Responsiveness of evaluative measures for children with cerebral palsy: the Gross Motor Function Measure and the Pediatric Evaluation of Disability Inventory. **Disability and Rehabilitation**, v. 27, n. 29, p. 1245-1252, 2005

XANGAI J. As maravilhas do botox: aplicações da toxina melhoram a vida de vítimas de paralisia cerebral. Rio Branco-AC, 9 de março de 2005. Disponível em: [http://www.pagina20.com.br/09032005/c\\_0109032005.htm](http://www.pagina20.com.br/09032005/c_0109032005.htm)

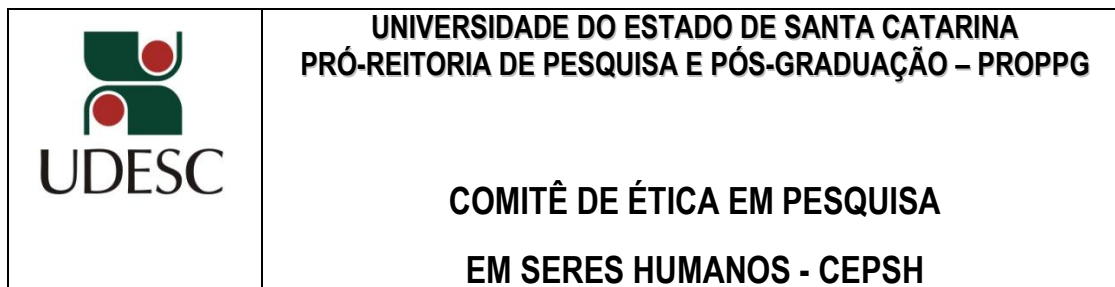
WINTERS, T. F.; GAGE, J. R.; HICKS, R. Gait patterns in spastic hemiplegia in children and young adults. **Journal of Bone and Joint Surgery**, v. 69, n. 3, p. 437–41, Mar., 1987.

WONG, V. Use of botulinum toxin injection in 17 children with spastic cerebral palsy. **Pediatric Neurology**, v. 18, n. 2, p. 124-131, Feb, 1998.



## APÉNDICES

**Apêndice A – Termo de consentimento livre e esclarecido**



### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Título do Projeto: Efeitos da toxina botulínica tipo A na marcha de crianças com Paralisia Cerebral

O (a) Senhor (a) e a criança sob sua responsabilidade são convidados a participar de um estudo que fará uma avaliação dos músculos da perna e do posicionamento do corpo durante o caminhar antes e após o seu médico aplicar a toxina botulínica nas pernas. Nesta avaliação serão medidas a função motora e as habilidades funcionais, a atividade elétrica e o tônus dos músculos e obtidas imagens do corpo em movimento. Para medir a atividade elétrica e obter as imagens será necessária a colocação de eletrodos e marcadores sobre a pele da criança e ocorrerá durante a posição em pé e nos ciclos da marcha. Para avaliar o tônus muscular a perna da criança será mobilizada passivamente pelo avaliador. Também serão observadas e colhidas informações sobre o desenvolvimento da criança sob sua responsabilidade para avaliar as habilidades motoras e funcionais. Não é obrigatório responder a todas as perguntas.

Serão previamente marcados a data e horário para estas medições. O tempo necessário para realizar as avaliações será de no máximo 2 horas e deverá ser repetida entre 30 a 45 dias após a aplicação da toxina botulínica. Estas medidas serão realizadas no CEFID/UDESC.

Os riscos destes procedimentos serão mínimos por envolver somente medições não-invasivas.

A sua identidade e da criança sob sua responsabilidade será preservada, pois cada indivíduo será identificado por um número.

Os benefícios e vantagens em participar deste estudo serão: 1) a avaliação do padrão de marcha e da atividade dos músculos da perna com a aplicação da toxina botulínica; 2) parecer da atividade elétrica e do padrão da marcha, bem como, do nível de desenvolvimento motor de seu filho, sem custos; 3) nortear o médico e o fisioterapeuta no tratamento da atividade muscular anormal utilizando a toxina botulínica, importante para

determinar a melhor estratégia para seu filho na aprendizagem e aperfeiçoamento da marcha.

As pessoas que estarão acompanhando o (a) Sr (a) e a criança sob sua responsabilidade serão: uma fisioterapeuta estudante do mestrado (Elaine Carmelita Piucco), uma professora responsável (Lilian Gerdi Kittel Ries) e bolsistas estudantes de fisioterapia (Maíra Seabra Assumpção)

O (a) senhor (a) e a criança sob sua responsabilidade poderão se retirar do estudo a qualquer momento.

Solicitamos a sua autorização para o uso de seus dados da criança sob sua responsabilidade para a produção de artigos técnicos e científicos. A sua privacidade e da criança sob sua responsabilidade será mantida através da não identificação dos seus nomes.

Agradecemos a vossa participação e colaboração.

PESSOA PARA CONTATO: Lilian Gerdi Kittel Ries

NÚMERO DO TELEFONE: (48) 3321-8670

ENDEREÇO: Rua Paschoal Simone 358, Coqueiros Florianópolis/SC

### TERMO DE CONSENTIMENTO

Declaro que fui informado sobre todos os procedimentos da pesquisa e, que recebi de forma clara e objetiva todas as explicações pertinentes ao projeto e, que todos os dados a meu respeito e da criança sob minha responsabilidade serão sigilosos. Eu compreendo que neste estudo, as medições dos experimentos/procedimentos de tratamento serão feitas na criança sob minha responsabilidade.

Declaro que fui informado que posso me retirar do estudo a qualquer momento.

Nome por extenso \_\_\_\_\_ .

Assinatura \_\_\_\_\_ Florianópolis, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ .

**Apêndice B – Consentimento para fotografias, vídeos e gravações**

## CONSENTIMENTO PARA FOTOGRAFIAS, VÍDEOS E GRAVAÇÕES

Eu \_\_\_\_\_ permito que o grupo de pesquisadores relacionados abaixo obtenha fotografia, filmagem ou gravação de meu filho (a) para fins de pesquisa, científico, médico e educacional.

Eu concordo que o material e informações obtidas relacionadas ao meu filho (a) possam ser publicados em aulas, congressos, palestras ou periódicos científicos. Porém, a minha pessoa não deve ser identificada por nome em qualquer uma das vias de publicação ou uso.

As fotografias, vídeos e gravações ficarão sob a propriedade do grupo de pesquisadores pertinentes ao estudo e, sob a guarda dos mesmos.

Nome do paciente/indivíduo: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

Nome dos pais ou responsável: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

Se o indivíduo é menor de 18 anos de idade, ou é incapaz, por qualquer razão de assinar, o Consentimento deve ser obtido e assinado por um dos pais ou representante legal.

Equipe de pesquisadores:

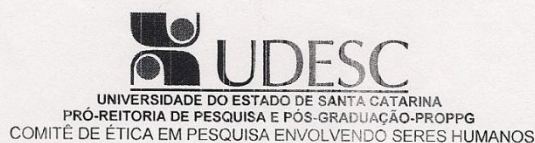
Nomes: Elaine Carmelita Piucco - mestranda

Prof. Dra. Lilian Gerdi Kittel Ries – orientadora

Maíra Seabra Assumpção – bolsista

Data e Local onde será realizado o projeto: Florianópolis, \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

**Apêndice C** – Comprovante de aprovação do estudo pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos – CEP/UEDESC



Florianópolis, 02 de Outubro de 2008

Nº. de Referência 108/2008

A(o) Pesquisador(a) Prof(a). **Lilian Gerdi Kittel Rie**

Prezada(os) Senhora(es),

Analisamos o projeto de pesquisa intitulado **“Efeitos da toxina botulínica tipo A na marcha de crianças com parasilia cerebral”** enviado previamente por V. S.<sup>a</sup>. Desta forma, vimos por meio desta, comunicar que o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos tem como resultado à **Aprovação** do referido projeto.

Este Comitê de Ética em Pesquisa segue as Normas e Diretrizes Regulamentadoras da Pesquisa Envolvendo Seres Humanos – Resolução CNS 196/96, criado para defender os interesses dos sujeitos da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos.

Gostaria de salientar que quaisquer alterações do procedimento e metodologia que houver durante a realização do projeto em questão e, que envolva os indivíduos participantes, deverão ser informadas imediatamente ao Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos.

Duas vias do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido deverão ser assinadas pelo indivíduo pesquisado ou seu representante legal. Uma cópia deverá ser entregue ao indivíduo pesquisado e a outra deverá ser mantida pelos pesquisadores por um período de até cinco anos, sob sigilo.

Atenciosamente,

Prof. Dr. Rudney da Silva  
Presidente do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos – UDESC



**Apêndice D – Ficha de identificação e anamnese**

**DADOS DE IDENTIFICAÇÃO**

DATA PRE: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_.

DATA POS: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_.

GRUPO: ( ) G<sub>1</sub> Estudo ( ) G<sub>2</sub> Controle ( ) G<sub>3</sub> Desenvolvimento Típico

NOME DA CRIANÇA: \_\_\_\_\_

DATA DE NASCIMENTO: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_.

NOME DO RESPONSÁVEL: \_\_\_\_\_

EMAIL: \_\_\_\_\_

TELEFONES: ( ) \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

ENDEREÇO: \_\_\_\_\_

NOME DO MÉDICO (A): \_\_\_\_\_

AVALIADOR (A): \_\_\_\_\_

PESO PRE: \_\_\_\_\_ Kg

PESO POS: \_\_\_\_\_ Kg

ALTURA PRE: \_\_\_\_\_ cm

ALTURA POS: \_\_\_\_\_ cm

**ANAMNESE**

MEMBRO MAIS COMPROMETIDO: Esquerdo ( ) Direito ( )

APLICAÇÃO DE TOXINA BOTULÍNICA: 1ª aplicação: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_.

Quantas aplicações ao longo da vida (incluindo a atual): \_\_\_\_\_

Próxima reaplicação (atual): \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_.

Quais os músculos e quantidade?

---



---

MARCA DA TOXINA: Botox ( ) Dysport ( )

TIPO PC: ( ) Diparesia ( ) Hemiparesia ( ) Quadriparesia

TÔNUS: ( ) espástico ( ) atetósico ( ) hipotônico ( ) atáxico ( ) misto

JÁ REALIZOU ALGUM TIPO DE CIRURGIA ORTOPÉDICA: ( ) Sim ( ) Não

Qual? \_\_\_\_\_ Quando? \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_\_\_.

Em que parte do corpo? \_\_\_\_\_

**REALIZA ATENDIMENTO FISIOTERAPÊUTICO:** ( ) Sim ( ) Não

**Quantas vezes/semana:** ( ) 1x ( ) 2x ( ) 3x ( ) 4x ( ) 5x

**Quanto tempo dura a sessão:** ( ) mais de 1h ( ) 1h ( ) 40min ( ) menos de 40min

**Qual o tipo:** ( ) fisioterapia de solo ( ) hidroterapia ( ) equoterapia ( ) outro

**Quando iniciou?** \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_\_\_. **Já interrompeu?** ( ) Sim Motivo: \_\_\_\_\_ ( ) Não

**Local:** ( ) CCR ( ) FCEE ( ) UDESC ( ) Estácio de Sá ( ) UNISUL

( ) UNIVALI ( ) APAE \_\_\_\_\_ ( ) Particular

**Continua na fisioterapia após a aplicação do Botox:** ( ) Sim ( ) Não

**Realiza atividades orientadas pelo fisioterapeuta em casa:** ( ) Sim ( ) Não

**Quais e com que frequência?**

---

**Realiza atividades físicas em casa e/ou na escola?** ( ) Sim ( ) Não

**CAPACIDADE DE COMPREENDER ORDENS SIMPLES: como p. ex. caminhe para frente seis passos, volte, pare** ( ) Sim ( ) Não

**APRESENTA:** ( ) Artrite ( ) Artrose ( ) Diabetes

( ) Epilepsia ou crises convulsivas ( ) Labirintite

( ) Deficiência visual Qual? \_\_\_\_\_

( ) Deficiência auditiva Qual? \_\_\_\_\_

**TOMA MEDICAMENTOS:** ( ) Sim ( ) Não

( ) Analgésicos ( ) Anti-inflamatórios ( ) Relaxantes Musculares

( ) Outros Quais e para que? \_\_\_\_\_

**NÍVEL GMFCS (6 A 12 ANOS) (ROSENBAUM *et al.*, 2002):**

I ( ): anda nos espaços internos e externos e sobe escadas sem limitações, realiza habilidades motoras grossas, corre e pula, mas a velocidade, o equilíbrio e a coordenação são reduzidos.

II ( ): anda nos espaços internos e externos e sobe escadas segurando no corrimão, mas tem limitações ao andar em superfícies irregulares e inclinadas e em espaços lotados ou restritos, pouca capacidade de habilidades grossas, correr e pular.

III ( ): anda em espaços internos e externos sobre superfícies regulares usando aparelhos auxiliares de locomoção e frequentemente órteses, locomoção independente no chão, pode subir escadas segurando em corrimões, maneja uma cadeira de rodas, pode ser transportada quando percorre longas distâncias e terrenos irregulares.

IV ( ): pode manter os níveis funcionais alcançados antes dos 6 anos, senta com apoio e depende de cadeira de rodas em casa, na escola e na comunidade, ou motorizada.

V ( ): restrição no controle voluntário de movimento e na capacidade para manter posturas de cabeça e tronco, todas as áreas de função motora estão limitadas. Não mostra sinais de locomoção independente e são transportadas.

## Apêndice E – Estudo piloto

## ESTUDO PILOTO

### 1 OBJETIVOS

#### 1.1 Geral

Verificar a possibilidade do estudo e experimentar o protocolo para coleta de dados.

#### 1.2 Específicos

Averiguar tempo e avaliadores necessários para a coleta de dados;

Selecionar os instrumentos a serem utilizados no estudo;

Verificar as variáveis que devam ser controladas no estudo;

Determinar as variáveis do estudo.

### 2 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 2.1 Local e data

O estudo piloto foi realizado no Laboratório de Biomecânica do Centro de Ciências da Saúde e do Esporte - CEFID da Universidade do Estado de Santa Catarina CEFID/UDESC nos dias 11 e 12 de dezembro de 2008.

#### 2.2 Sujeitos do estudo

Foram convidadas a participar do estudo 3 crianças com Paralisia Cerebral Espástica, ambas com idade entre 7 e 14 anos, onde os pais e responsáveis, concordando, assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido e o consentimento para fotografias, vídeos e gravações, ambos aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos – CEP da Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC, protocolo número 108/2008.

### 2.3 Instrumentos de coleta de dados

De acordo com as medidas a serem realizadas, os instrumentos utilizados no estudo piloto foram:

- Medidas Antropométricas: balança digital da marca Filizola com resolução de 100 g; estadiômetro montado sobre uma parede do laboratório e utilizado em conjunto com um esquadro mantido em ângulo reto, com escala de medida de 0,1 cm; trena da marca Vonder com escala de medida de 0,1 cm e paquímetro digital da marca Mitutoyo com escala de medida de 1 mm;
- Medida da Espasticidade: Escala de Ashworth Modificada, maca e cunha;
- Avaliação da função motora ampla: Dimensões D e E da Escala *Gross Motor Function Measure* (GMFM-88), rolo pequeno, bola média, banco pequeno, bastão e escada com corrimão;
- Avaliação das habilidades funcionais: Inventário de Avaliação Pediátrica da Incapacidade (PEDI);
- Avaliação eletromiográfica: Eletromiógrafo Miotool USB da empresa Miotec, com placa conversora analógico/digital de 14 bits de resolução para uma taxa de aquisição de 2000 Hz; computador acoplado ao equipamento de eletromiografia equipado com processador AMD Turion 64 X2 TL-60 2GHz, 2 GB de memória RAM, monitor colorido de 14 polegadas; eletrodos de superfície pediátricos da marca Medi-trace Kendall-LTP, modelo Chicopee MA 01022; LED (Light Emitting Diode), interligado ao eletromiógrafo e fixo na pista, para sincronização entre o eletromiógrafo e a câmera de vídeo;
- Avaliação Cinemática: uma câmera de vídeo Sony MiniDV, com frequência de aquisição de 30Hz e cartão de memória de 1Gb; uma câmera de vídeo do sistema aquisição de imagens *Peak Motus* com taxas de aquisição de 60 Hz; tripé; videocassete SVHS AG-5700 (Panasonic) ligado a uma unidade de vídeo e eventos; fita de vídeo superVHS; microcomputador equipado com *software Adobe Premiere 4.2*; *software Ariel Performance Analysis System (APAS)*; calibrador com quatro pontos de dimensões 1,2 x 1,2 x 1,2 x 1,2 metros; ponto fixo colocado ao lado da pista de caminhada; cronômetro; fotocélulas.

Foram realizadas aquisições com ambas as câmeras simultaneamente. As câmeras foram posicionadas sobre tripés localizados a uma distância de aproximadamente 3,9 metros da pista onde as crianças caminharam e estavam dispostas perpendicularmente ao plano sagital do movimento.

#### 2.4 Procedimentos de coleta de dados

Para o procedimento de coleta de dados foi reservado um período do dia para as coletas (manhã ou tarde) para cada criança e foi elaborado e seguido um protocolo de avaliação, conforme modelo e descrição abaixo:

- Documentos do Comitê de Ética:
  - Explicação para a criança e o familiar/responsável sobre as avaliações que seriam realizadas;
  - Leitura e preenchimento do documento do termo de consentimento livre e esclarecido e o consentimento para filmagens, vídeos e gravações;
  - Solicitação da assinatura do familiar/responsável;
- Aquisição dos dados de identificação e anamnese da criança:
  - Solicitação que a criança troque de roupa com auxílio do responsável (meninos calção e meninas short e top, pés descalços, cabelos presos);
  - Dados de identificação;
  - Medidas antropométricas;
  - Anamnese;
- Avaliação da Espasticidade do Quadril e Joelho por meio da *Escala de Espasticidade de Ashworth Modificada*:
  - Explicação para a criança e o familiar/responsável sobre a avaliação;
  - Avaliação da espasticidade do quadril: posicionamento da criança em decúbito lateral na maca; movimentação passiva do quadril do MIE e do MID em flexão e extensão e verificação do momento da amplitude articular em que surge a resistência ao movimento; registro da pontuação na ficha;
  - Avaliação da espasticidade do joelho: posicionamento da criança em decúbito ventral na maca; movimentação passiva do joelho do MIE e do MID em flexão e extensão e verificação do momento da amplitude articular em que surge a resistência ao movimento; registro da pontuação na ficha;

- Avaliação da Função Motora Ampla por meio da Escala *Gross Motor Function Measure (GMFM)*:
  - Explicação para a criança e o familiar/responsável sobre a avaliação;
  - Aplicação das dimensões D e E do teste;
  - Registro da pontuação de cada item diretamente na folha de respostas do teste;
- Avaliação das Habilidades Funcionais por meio do *Inventário de Avaliação Pediátrica da Incapacidade (PEDI)*:
  - Explicação para o familiar/responsável sobre a avaliação;
  - Aplicação da parte I (auto-cuidado; mobilidade e função social) do teste com o familiar/responsável por meio de entrevista;
  - Registro da pontuação de cada item diretamente na folha de resposta do teste;
- Avaliação Eletromiográfica com Cinemática:
  - Explicação para criança e o familiar/responsável sobre os procedimentos;
  - Localização do membro mais comprometido;
  - Realização do teste de função muscular do reto femoral: sentado sobre a mesa com joelhos em leve flexão e parte superior do corpo levemente inclinada para trás, a criança estende o joelho sem rodar a coxa enquanto aplica-se pressão em oposição a perna sobre o tornozelo na direção da flexão;
  - Marcação com caneta hidrográfica sobre o local do músculo reto femoral onde serão fixados os eletrodos: 50% da linha da espinha ílica ântero-superior até parte superior da patela;
  - Realização do teste de função muscular do semitendíneo: em decúbito ventral, a coxa apoiada na mesa em rotação medial e a perna rodada medialmente com relação à coxa, joelho flexionado menos que 90°, pressão contra a perna proximal para o tornozelo na direção da extensão do joelho;
  - Marcação com caneta hidrográfica sobre o local do semitendíneo onde serão fixados os eletrodos: 50% da linha entre a tuberosidade do ísquio e o epicôndilo medial da tíbia.
  - Limpeza do local onde foram fixados os eletrodos com algodão hidrofílico e álcool (70%);



- Fixação os eletrodos EMG sobre os pontos marcados e do eletrodo de referência sobre o processo espinhoso de C7;
- Localização dos pontos anatômicos do pé e marcação com caneta hidrográfica:
  - ✓ Maléolo lateral: sobre a parte mais proeminente do maléolo;
  - ✓ Calcâneo: porção superior do calcâneo na linha média do pé sob vista superior e na mesma altura que a cabeça do 2º metatarso;
  - ✓ 5º articulação metatarsfalangeana: na posição lateral do pé.
- Fixação dos marcadores reflexivos sobre os pontos do pé com fita adesiva preta;
- Posicionamento da criança na pista de caminhada (local da avaliação);
- Conexão dos cabos do eletromiógrafo aos eletrodos;
- Início da filmagem e a aquisição eletromiográfica e solicitar que a criança caminhe em velocidade confortável com braços soltos ao longo do corpo por pelo menos 10 segundos;
- A criança volta pela pista sem aquisição de dados e inicia novamente mais quatro tentativas;
- Avaliação Cinemática:
  - Retirar os eletrodos e cabos EMG;
  - Explicar para criança e o familiar/responsável sobre a avaliação;
  - Localização dos pontos anatômicos e marcação com caneta hidrográfica:
    - ✓ Articulação têmporo-mandibular (ATM);
    - ✓ Articulação glenoumeral;
    - ✓ Punho: 1,1 cm da ponta distal do processo estilóide do rádio;
    - ✓ Trocânter maior;
    - ✓ Epicôndilo femoral lateral: ponto no entre o epicôndilo lateral do fêmur e a cabeça da fíbula;
  - Fixação dos marcadores reflexivos com fita adesiva preta sobre os pontos marcados;
  - Posicionamento da criança na pista de caminhada;
  - Filmagem do número da tentativa da criança;
  - Início da filmagem e solicitação para que a criança caminhe até o final da pista em velocidade confortável com braços soltos ao longo do corpo em uma direção;

- Registrar o tempo do cronômetro de cada tentativa;
- A criança volta sem ser filmada e inicia novamente mais quatro tentativas.

## 2.5 Processamento e análise dos dados eletromiográficos e cinemáticos

Os dados eletromiográficos do ciclo de marcha foram analisados por meio do cálculo do índice de coativação (IC) muscular entre os músculos reto femoral e semitendíneo, e obtido calculando-se a razão entre o mínimo valor EMG pelo máximo valor EMG em cada ponto no tempo e então fazendo a razão média do período. O ciclo da marcha foi definido pela sincronização entre o eletromiógrafo e a câmera de vídeografia. Para o cálculo do IC, o sinal EMG bruto durante o ciclo da marcha foi filtrado com filtro passa-alta de 10 Hz e passa-baixa de 500 Hz. 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 (RMS). Este processamento foi realizado por meio do *software MATLAB (Versão 5.3 The MathWorks Inc.)*. A normalização da intensidade do sinal foi realizada pelo pico de ativação do sinal adquirido durante o ciclo de marcha para cada músculo e tentativa de cada sujeito.

Para processamento dos dados cinemáticos, após a filmagem, os vídeos da câmera Sony que estavam em formato MPEG foram passados para o formato AVI por meio do *software Xilisoft HD Video Converter*. A edição foi realizada por meio da função *Trimmer* do *software Ariel Performance Analysis System (APAS)*, e transformados em arquivos de uma passada completa para cada tentativa de cada criança. Para digitalização, transformação e filtragem foram utilizadas as funções *Digitize, Transform e Filter* do *software Ariel Performance Analysis System (APAS)*. Os arquivos com valores de ângulos e distâncias foram exportados para o programa *Microsoft Excel®* para serem analisados.

## 3 RESULTADOS

### 3.1 Considerações metodológicas

### 3.1.1 Tempo de coleta e avaliadores

O tempo máximo necessário para coleta de dados, inicialmente previsto para 3 horas de duração foi reduzido para 2 horas para cada coleta, sujeito e dia. Nas coletas de dados do estudo piloto, foi disponibilizado um período completo (manha ou tarde), contudo, foi percebido que mesmo com apenas 3 avaliadores, as avaliações poderiam ser realizadas em menos tempo o que viabiliza a coleta de dois sujeitos no mesmo período do dia. Também foi verificado que a quantidade mínima de pessoas para realização da coleta de dados é de 4 avaliadores, capacitados à aplicação dos instrumentos. Pelo menos 2 destes avaliadores devem fisioterapeutas formados, responsáveis pela aplicação do mesmo teste em cada sujeito e dia.

### 3.1.2 Seleção dos instrumentos

Considerando que as crianças atingiram velocidade da marcha acima de 1m/s, para aquisição dos dados cinemáticos será utilizada a câmera de vídeo do sistema *Peak Motus*. Antes da avaliação eletromiográfica serão fixados todos os marcadores reflexivos do estudo para diminuir o intervalo de tempo entre as coletas eletromiográficas e cinemáticas. A utilização de marcadores de 1 cm de diâmetro facilitará a digitalização dos dados no *software Ariel Performance Analysis System (APAS)*, reduzindo o tempo de processamento dos dados.

A fixação do LED (Light Emitting Diode), necessária para sincronização entre o eletromiógrafo e a câmera de vídeo, deve ser no campo de aquisição da câmera e posicionado em um local entre a câmera e a pista de caminhada, para que não seja ocultado durante a avaliação da marcha. Na análise eletromiográfica da marcha de um sujeito do estudo piloto, para facilitar a fixação do LED que fica ligado por um cabo ao eletromiógrafo, este foi localizado depois da pista de caminhada em local de fácil captação pela câmera, no entanto, no processamento dos dados no APAS, foi percebido em alguns quadros o acionamento do LED foi ocultado pelo indivíduo, sendo a tentativa descartada devido a não possibilidade de sincronização entre os equipamentos.

As fotocélulas para verificação da velocidade da marcha serão retiradas do estudo por falhas no funcionamento e pela inviabilidade de conserto e utilização das mesmas no Laboratório de Biomecânica do CEFID/UDESC.

Para a realização da entrevista das habilidades funcionais do *Inventário de Avaliação Pediátrica da Incapacidade – PEDI* será necessária a presença dos pais e/ou cuidador que estejam familiarizados com as atividades diárias da criança. As crianças chegaram ao local do estudo acompanhadas dos pais/responsáveis, no entanto, o pai de um sujeito, após assinar o termo de consentimento livre e esclarecido e o consentimento para vídeos, filmagens e gravações pediu para se ausentar do local devido a um compromisso e ser avisado por telefone ao término das avaliações. Isto dificultou a coleta dos dados de identificação e anamnese, bem como, a entrevista do PEDI, que foi realizada no momento em que este veio buscar a criança. Outra criança, apesar de estar acompanhada por um responsável, este não sabia informar com fidedignidade os itens do teste.

Para evitar o “*cross-talk*” (captação de sinal eletromiográfico dos músculos adjacentes ao reto femoral e ao semitendíneo) e aumentar a confiabilidade do estudo, após a fixação dos eletrodos será realizada a prova de função muscular do reto femoral e semitendíneo com aquisição eletromiográfica para confirmar o posicionamento correto dos eletrodos;

### 3.1.3 Controle e determinação das variáveis

Para reduzir as possíveis influências de variáveis que ameaçam a validade do estudo, durante o procedimento de coleta de dados devem ser controladas as seguintes variáveis: vestuário, calçados, ambiente de coleta, avaliadores e período das coletas.

Para assegurar a integridade física da criança e sigilo das coletas, todas as avaliações devem ser realizadas em ambiente de laboratório, controlado, com temperatura agradável, piso plano e rígido e restrito à movimentação de pessoas. Além disso, para amenizar o impacto do ambiente escuro de laboratório, pois este não está inserido no contexto diário das crianças e pode influenciar no padrão de marcha das mesmas, uma decoração com motivos infantis e coloridos fixados nas paredes deverá ser utilizada. Para garantir a confiabilidade dos dados obtidos, devem ser mantidos no pré e pós-teste os mesmos avaliadores para cada instrumento de avaliação e o mesmo período do dia, manhã ou tarde, geralmente oposto ao horário em que freqüenta a escola. Durante a realização do estudo

também foi verificada a necessidade de fornecer alimentação para a criança e seu acompanhante caso as avaliações durem mais do que o tempo previsto.

Serão analisadas as seguintes variáveis dependentes em cada criança: índice de coativação entre reto femoral e semitendíneo; grau de espasticidade do quadril; grau de espasticidade do joelho; função motora ampla na dimensão em pé; função motora ampla na dimensão andar, correr e pular; habilidade funcional nas atividades de auto-cuidado; habilidade funcional nas atividades de mobilidade; habilidade funcional nas atividades sociais; máxima flexão de quadril no balanço; máxima extensão de quadril; flexão de joelho no contato inicial; máxima extensão de joelho no apoio; pico de flexão do joelho no balanço; alcance de flexão do joelho; comprimento da passada; velocidade da passada.

### 3.2 Resultados preliminares

Na tabela 1, a seguir, são apresentados alguns resultados preliminares do estudo piloto obtidos na anamnese, nas avaliações clínicas do grau de espasticidade, nível de função motora ampla e atividades funcionais, bem como nas avaliações eletromiográficas e cinemáticas dos indivíduos com paralisia cerebral espástica.

Com a finalidade de caracterizar os dados estudados, nas tabelas 2 e 3 são apresentados alguns resultados preliminares das variáveis cinemáticas angulares do joelho e quadril durante uma passada completa. Os valores são representativos das médias de três tentativas de uma criança hemiparética espástica direita.

**Tabela 1.** Medidas descritivas dos parâmetros avaliados na anamnese, nas avaliações clínicas (grau de espasticidade, função motora ampla - GMFM, habilidades funcionais –PEDI), eletromiográficas (índice de coativação entre reto femoral e semitendíneo) e cinemáticas lineares e espaço-temporais (comprimento da passada e velocidade da marcha).

	<b>CRIANÇA 1</b>	<b>CRIANÇA 2</b>	<b>CRIANÇA 3</b>
<b>PARÂMETROS</b>			
<b>Diagnóstico</b>	Hemiparesia E	Diparesia	Hemiparesia D
<b>IC</b>	8a 9m	12 a 3m	12 a 4m
<b>Sexo</b>	masculino	feminino	masculino
<b>Tônus</b>	espástico	espástico	espástico
<b>Aplicação de Toxina Botulínica A</b>	não	não	não
<b>Nível GMFCS</b>	I	II	I
<b>Espasticidade Quadril D</b> flexão	0	1	1+
extensão	0	1	1
<b>Espasticidade Quadril E</b> flexão	1	1	0
extensão	1	1+	0
<b>Espasticidade Joelho D</b> flexão	0	1	1
extensão	0	1	1
<b>Espasticidade Joelho E</b> flexão	1	2	0
extensão	1	1	0
<b>MI mais comprometido</b>	E	E	D
<b>GMFM</b> dimensão D – 13 itens	97,4%	79,4%	97,4%
dimensão E – 24 itens	100%	79,1%	100%
<b>PEDI</b> auto-cuidado – 73 itens	100%	100%	100%
mobilidade – 59 itens	100%	96,61%	91,52%
função sócia – 65 itens	100%	98,46%	95,38%
<b>Índice de Coativação</b>	52,35%	54,28%	57,97%
<b>Comprimento da passada</b>	-	1,24m	1,21m
<b>Velocidade marcha livre</b>	0,97m/s	1,36m/s	1,11m/s

**Tabela 2.** Parâmetros angulares do joelho no plano sagital

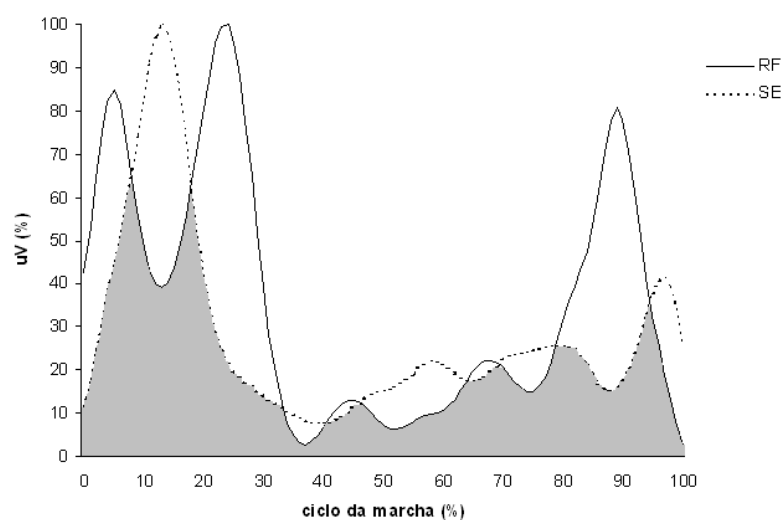
<b>JOELHO</b>	<b>Graus de Movimento</b>
Flexão no CI	23,3
Pico flexão (balanço)	72,5
Máxima extensão (apoio)	17,2
Alcance da flexão	49,1

**Tabela 3.** Parâmetros angulares do quadril no plano sagital

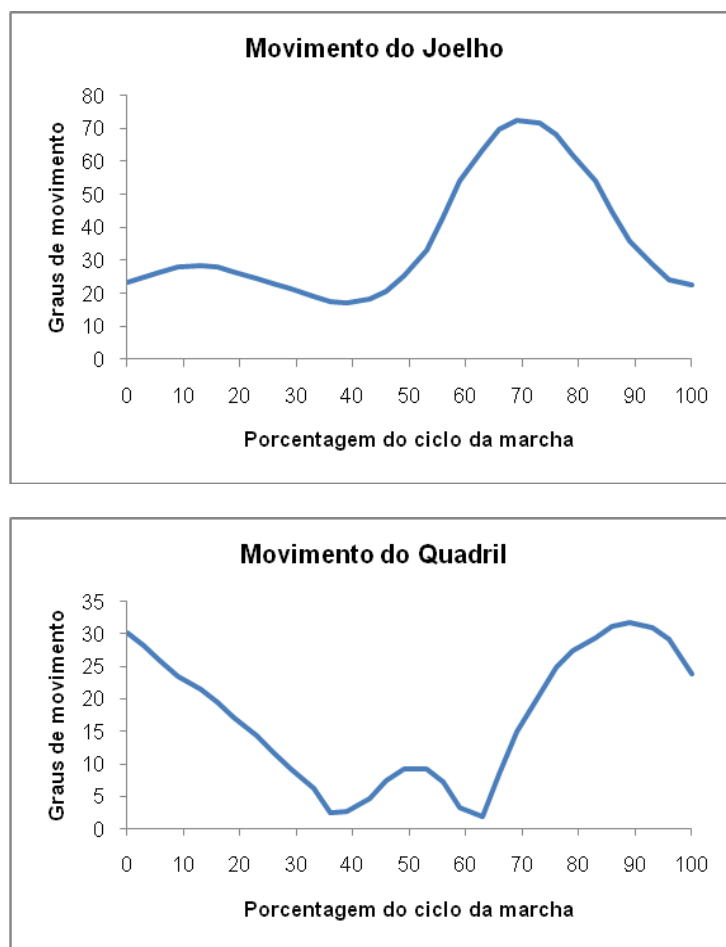
Quadril	Graus de Movimento
Máxima flexão	2,0
Máxima extensão	31,7

As curvas normalizadas da intensidade de ativação muscular dos músculos reto femoral e semitendíneo em uma passada completa durante uma tentativa de uma criança com hemiparesia espástica direita são representadas na figura 1. A sobreposição das curvas demonstra a coativação entre os músculos avaliados.

A figura 2 apresenta o resultado qualitativo de uma criança com paralisia cerebral hemiparética direita. As curvas são representativas da média de três tentativas das variáveis angulares do tornozelo, joelho e quadril do MI mais comprometido.



**Figura 1.** Exemplo de Potenciais RMS normalizados dos músculos Reto Femoral (RF) e Semitendíneo (SE) durante um ciclo de marcha. A área comum entre as curvas normalizadas representa a intensidade de ativação muscular simultânea, a coativação.



**Figura 2.** Exemplo das curvas do movimento do joelho e quadril no plano sagital durante uma passada completa do membro mais comprometido. Criança com hemiparesia direita, velocidade livre.

#### 4 CONCLUSÃO

A partir dos resultados do estudo piloto pode-se concluir que algumas modificações metodológicas serão necessárias para viabilizar o estudo. A coleta dos dados de cada sujeito deverá ser realizada pelo mesmo avaliador, devidamente capacitado, nos dois dias de teste e acontecerá em no máximo 2 horas e no mesmo período do dia, tanto na 1ª quanto na 2ª avaliação. Com relação à escolha dos instrumentos de medida de algumas variáveis, concluiu-se que o sistema *Peak Motus* com fixação de marcadores reflexivos de 1 cm de diâmetro se adapta melhor às condições do estudo e será utilizado na avaliação cinemática; a sincronização entre o eletromiógrafo e a câmera de vídeo será feita por meio de um LED fixado entre a câmera e o sujeito; o PEDI será aplicado com os pais/responsável no momento da avaliação da motricidade ampla. Para assegurar a validade do estudo



conclui-se que as variáveis que devem ser controladas no momento das coletas são vestuário, calçados, ambiente, avaliadores e período das coletas. As variáveis analisadas no grupo experimental e controle, tanto na 1ª quanto na 2ª avaliação, serão índice de coativação; grau de espasticidade do quadril; grau de espasticidade do joelho; função motora ampla na dimensão D; função motora ampla na dimensão E; habilidade funcional nas atividades de auto-cuidado; habilidade funcional nas atividades de mobilidade; habilidade funcional nas atividades sociais; máxima flexão de quadril no balanço; máxima extensão de quadril; flexão de joelho no contato inicial; máxima extensão de joelho no apoio; pico de flexão do joelho no balanço; alcance de flexão do joelho; comprimento da passada; velocidade da passada.

**ANEXOS**

**Anexo A – Escala de Espasticidade de Ashworth Modificada**

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

### Escala de Espasticidade Ashworth Modificada

- 0: Tônus muscular normal;
- 1: Hipertonia leve. Aumento do tônus muscular com detecção no movimento passivo da extremidade, mínima resistência no final do seu arco de movimento;
- 1,5: Hipertonia leve. Aumento do tônus muscular com detecção no movimento passivo da extremidade, mínima resistência em menos da metade de seu arco de movimento;
- 2: Hipertonia moderada. Aumento do tônus muscular durante a maior parte do arco do movimento, mas pode mover-se passivamente com facilidade a parte afetada;
- 3: Hipertonia intensa. Aumento proeminente do tônus muscular, com dificuldade para efetuar os movimentos passivos;
- 4: Hipertonia extrema. A parte afetada permanece rígida, tanto para a flexão como para a extensão.

		Marcar um X na coluna apropriada (1 resposta por linha)					
		Nenhum aumento de tônus	Mínimo final do arco de mov.	Mínimo menos de 50% do arco de mov.	Moderado mais de 50% do arco de mov.	Intenso mov. passivo difícil	Rígido
<b>MSD</b> cotovelo	flexão						
	extensão						
<b>MSE</b> cotovelo	flexão						
	extensão						
<b>MID</b> joelho	flexão						
	extensão						
<b>MIE</b> joelho	flexão						
	extensão						

#### Referências:

- ASHWORTH B. **Preliminary trial of carisoprodal in multiple sclerosis.** Practitioner. 1964; 192: 540-542.
- BOHANNON RW SMITH MB. **Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity.** Physical Therapy. 1987; 67: 206-207.
- KATZ RT, ROVAI GP, BRAIT C, RYMER, WZ. **Objective quantification of spastic hypertonia: correlation with clinical findings.** Arch Phys Med Rehabil 1992; 73: 339-347.

**Anexo B – GMFM (dimensões D e E)**

# MEDIÇÃO DA FUNÇÃO MOTORA GROSSA

## GMFM

### FOLHA DE REGISTRO DE ESCORE

Nome da criança: \_\_\_\_\_ N° de Id: \_\_\_\_\_

Data de Nascimento: \_\_\_\_\_ Data da Avaliação: \_\_\_\_\_

Diagnóstico: \_\_\_\_\_ Comprometimento: ( ) LEVE ( ) MODERADO ( ) GRAVE

Nome do avaliador: \_\_\_\_\_

Condições do teste (p. ex. sala, vestuário, tempo, outras pessoas presentes):

---



---



---



---

O GMFM é um instrumento de observação padronizado criado e aprovado para medir mudança na função motora grossa que ocorre com o passar do tempo nas crianças com paralisia cerebral.

\*TABELA DE PONTUAÇÃO: 0= não inicia  
1=inicia  
2= completa parcialmente  
3= completa

\*A menos que esteja diferentemente especificado, “inicia” é definido como conclusão de menos de 10% do item. “Completa parcialmente” é definido como conclusão de 10% até menos de 100%.

A tabela de pontuação serve como uma diretriz geral. Entretanto a maior parte dos itens tem descrições específicas para cada escore. É imperativo que as **instruções sejam utilizadas para cada item.**

---

#### Endereço para contato:

Diane Russell, Coordenadora de Pesquisa, Unidade de Pesquisa Clínica de Neurodesenvolvimento, Departamento de Epidemiologia e Bioestatística e Professora Assistente. Escola de Ciência e Reabilitação, McMaster University, 1280 Main St. W., Hamilton, Ontário, Canadá L8S 4K1.

---

Programa de Reabilitação do Desenvolvimento das Crianças do Chedoke-McMaster Hospitals, Hamilton, Ontário, Hugh MacMillan Rehabilitation Centre, Toronto, Ontário e McMaster University, Hamilton, Ontário.

©Gross Motor Measures Group, 1990 Revisado em setembro, 1993.

<b>ITEM</b>	<b>D: EM PÉ</b>	<b>ESCORE</b>
<b>52. NO CHÃO:</b> PUXA-SE PARA A POSIÇÃO EM PÉ USANDO UM BANCO GRANDE.....		0.( ) 1.( ) 2.( ) 3.( )
<b>53. EM PÉ:</b> MANTÉM, BRAÇOS LIVRES, 3 SEGUNDOS.....		0.( ) 1.( ) 2.( ) 3.( )
<b>54. EM PÉ:</b> SEGURANDO-SE EM UM BANCO GRANDE COM UMA MÃO, LEVANTA O PÉ <b>D</b> , 3 SEGUNDOS.....		0.( ) 1.( ) 2.( ) 3.( )
<b>55. EM PÉ:</b> SEGURANDO-SE EM UM BANCO GRANDE COM UMA MÃO, LEVANTA O PÉ <b>E</b> , 3 SEGUNDOS.....		0.( ) 1.( ) 2.( ) 3.( )
<b>56. EM PÉ:</b> MANTÉM, BRAÇOS LIVRES, 20 SEGUNDOS.....		0.( ) 1.( ) 2.( ) 3.( )
<b>57. EM PÉ:</b> LEVANTA PÉ <b>E</b> , BRAÇOS LIVRES, 10 SEGUNDOS.....		0.( ) 1.( ) 2.( ) 3.( )
<b>58. EM PÉ:</b> LEVANTA PÉ <b>D</b> , BRAÇOS LIVRES, 10 SEGUNDOS.....		0.( ) 1.( ) 2.( ) 3.( )
<b>59. SENTADA EM BANCO PEQUENO:</b> ATINGE POSIÇÃO EM PÉ SEM USAR OS BRAÇOS.....		0.( ) 1.( ) 2.( ) 3.( )
<b>60. AJOELHADA:</b> ATINGE A POSIÇÃO EM PÉ USANDO SEMI-AJOELHADA SOBRE JOELHO <b>D</b> , SEM USAR OS BRAÇOS .....		0.( ) 1.( ) 2.( ) 3.( )
<b>61. AJOELHADA:</b> ATINGE A POSIÇÃO EM PÉ USANDO SEMI-AJOELHADA SOBRE JOELHO <b>E</b> , SEM USAR OS BRAÇOS .....		0.( ) 1.( ) 2.( ) 3.( )
<b>62. EM PÉ:</b> ABAIXA PARA SENTAR-SE NO CHÃO COM CONTROLE, BRAÇOS LIVRE. ....		0.( ) 1.( ) 2.( ) 3.( )
<b>63. EM PÉ:</b> ATINGE A POSIÇÃO DE CÓCORAS, BRAÇOS LIVRES.....		0.( ) 1.( ) 2.( ) 3.( )
<b>64. EM PÉ:</b> PEGA OBJETO NO CHÃO, BRAÇOS LIVRES, RETORNA PARA A POSIÇÃO EM PÉ.....		0.( ) 1.( ) 2.( ) 3.( )

**DIMENSÃO D TOTAL**

ITEM	E: ANDAR, CORRER E PULAR	ESCORE
<b>65. EM PÉ, 2 MÃOS EM UM BANCO GRANDE:</b> ANDA DE LADO 5 PASSOS	PARA D. ....0.( ) 1.( ) 2.( ) 3.( )	
<b>66. EM PÉ, 2 MÃOS EM UM BANCO GRANDE:</b> ANDA DE LADO 5 PASSOS	PARA E..... 0.( ) 1.( ) 2.( ) 3.( )	
<b>67. EM PÉ, 2 MÃOS SEGURADAS:</b> ANDA 10 PASSOS PARA FRENTE..... 0.( ) 1.( ) 2.( ) 3.( )		
<b>68. EM PÉ, 1 MÃO SEGURADA:</b> ANDA 10 PASSOS PARA FRENTE.....0.( ) 1.( ) 2.( ) 3.( )		
<b>69. EM PÉ:</b> MANTÉM, ANDA 10 PASSOS PARA FRENTE.....0.( ) 1.( ) 2.( ) 3.( )		
<b>70. EM PÉ:</b> MANTÉM, ANDA 10 PASSOS PARA FRENTE, PÁRA, VIRA 180°, RETORNA ..... 0.( ) 1.( ) 2.( ) 3.( )		
<b>71. EM PÉ:</b> ANDA 10 PASSOS PARA TRÁS..... 0.( ) 1.( ) 2.( ) 3.( )		
<b>72. EM PÉ:</b> ANDA 10 PASSOS PARA FRENTE, CARREGANDO UM OBJETO GRANDE COM AS DUAS MÃOS..... 0.( ) 1.( ) 2.( ) 3.( )		
<b>73. EM PÉ:</b> ANDA PARA FRENTE 10 PASSOS CONSECUTIVOS ENTRE LINHAS PARALELAS AFASTADAS EM 20,32 cm..... 0.( ) 1.( ) 2.( ) 3.( )		
<b>74. EM PÉ:</b> ANDA PARA FRENTE 10 PASSOS CONSECUTIVOS SOBRE UMA LINHA RETA COM 1,90 cm DE LARGURA..... . 0.( ) 1.( ) 2.( ) 3.( )		
<b>75. EM PÉ:</b> DÁ UM PASSO SOBRE BASTÃO NA ALTURA DO JOELHO, INICIANDO COM PÉ D .....0.( ) 1.( ) 2.( ) 3.( )		
<b>76. EM PÉ:</b> DÁ UM PASSO SOBRE BASTÃO NA ALTURA DO JOELHO, INICIANDO COM PÉ E.....0.( ) 1.( ) 2.( ) 3.( )		
<b>77. EM PÉ:</b> CORRE 4,60 m, PÁRA E RETORNA..... 0.( ) 1.( ) 2.( ) 3.( )		
<b>78. EM PÉ:</b> CHUTA BOLA COM PÉ D..... 0.( ) 1.( ) 2.( ) 3.( )		
<b>79. EM PÉ:</b> CHUTA BOLA COM PÉ E.....0.( ) 1.( ) 2.( ) 3.( )		
<b>80. EM PÉ:</b> PULA 30,50 cm DE ALTURA COM OS DOIS PÉS		



SIMULTANEAMENTE.. .....0.( ) 1.( ) 2.( ) 3.( )

**81. EM PÉ:** PULA 30,50 cm PARA FRENTE COM OS DOIS PÉS

SIMULTANEAMENTE. .... 0.( ) 1.( ) 2.( ) 3.( )

**82. EM PÉ SOBRE O PÉ D:** SALTA COM O PÉ D 10 VEZES DENTRO DE UM CÍRCULO

DE 61 cm DE DIÂMETRO.....0.( ) 1.( ) 2.( ) 3.( )

**83. EM PÉ SOBRE O PÉ E:** SALTA COM O PÉ E 10 VEZES DENTRO DE UM CÍRCULO

DE 61 cm DE DIÂMETRO..... 0.( ) 1.( ) 2.( ) 3.( )

**84. EM PÉ, SEGURANDO EM UM CORRIMÃO:** SOBE 4 DEGRAUS, SEGURANDO EM UM CORRIMÃO, ALTERNANDO OS PÉS ..... 0.( ) 1.( ) 2.( ) 3.( )

**85. EM PÉ, SEGURANDO EM UM CORRIMÃO:** DESCE 4 DEGRAUS, SEGURANDO EM UM CORRIMÃO, ALTERNANDO PÉS.....0.( ) 1.( ) 2.( ) 3.( )

**86. EM PÉ:** SOBE 4 DEGRAUS, ALTERNANDO PÉS..... 0.( ) 1.( ) 2.( ) 3.( )

**87. EM PÉ:** DESCE 4 DEGRAUS, ALTERNANDO PÉS..... 0.( ) 1.( ) 2.( ) 3.( )

**88. EM PÉ SOBRE DEGRAU DE 15,24 cm DE ALTURA:** DESCE PULANDO,

2 PÉS JUNTOS..... 0.( ) 1.( ) 2.( ) 3.( )

**DIMENSÃO E TOTAL**

Essa avaliação revelou o desempenho “habitual” desta criança?  SIM  NÃO

## GMFM SUMÁRIO DOS ESCORES

### DIMENSÃO

### CÁLCULO DOS ESCORES EM %

D. EM PÉ      Total da Dimensão D =  $\frac{\quad}{39} \times 100 = \frac{\quad}{39} \%$

E. ANDAR, CORRER e PULAR

Total da Dimensão E =  $\frac{\quad}{72} \times 100 = \frac{\quad}{72} \%$

**ESCORE TOTAL** =  $\frac{\quad \% D + \quad \% E}{2} = \quad \%$

**Anexo C – PEDI**

## PEDIATRIC EVALUATION OF DISABILITY INVENTORY – PEDI

### Inventário de Avaliação Pediátrica de Disfunção Tradução e adaptação cultural: Marisa C. Mancini, Sc.D., T.O.

Stephen M. Haley, Ph.D., P.T., Wendy J. Coster, Ph.D., OTR/L, Larry H. Ludlow, Ph.D., Jane T. Haitiwanger, M.A., Ed.M., Peter J. Andrellos, Ph.D.

1992, New England Medical Center and PEDI Research Group.

Versão 1.0 – Brasileira

Solicitação: Laboratório de Desenvolvimento Infantil, Departamento de Terapia Ocupacional, Escola de Educação Física, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) – Fone: (31) 3499 47 90

### FORMULÁRIO DE PONTUAÇÃO

#### Sobre a criança

Nome: \_\_\_\_\_

Sexo: M  F

Idade:                      Ano              Mês              Dia

Entrevista              \_\_\_\_\_              \_\_\_\_\_              \_\_\_\_\_

Nascimento              \_\_\_\_\_              \_\_\_\_\_              \_\_\_\_\_

Id. Cronológica              \_\_\_\_\_              \_\_\_\_\_              \_\_\_\_\_

Diagnóstico (se houver): \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

primário              adicional

#### Sobre o entrevistado (pais ou responsável)

Nome: \_\_\_\_\_

Sexo: M  F

Parentesco com a criança: \_\_\_\_\_

Profissão (especificar): \_\_\_\_\_

Escolaridade: \_\_\_\_\_

#### Sobre o examinador

Nome: \_\_\_\_\_

Profissão: \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_

#### Situação atual da criança

- hospitalizada               mora em casa  
 cuidado intensivo               mora em instituição  
 reabilitação

Outros (especificar): \_\_\_\_\_

Escola ou outras instalações: \_\_\_\_\_

Série escolar: \_\_\_\_\_

#### Sobre a avaliação

Recomendada por: \_\_\_\_\_

Razões da avaliação: \_\_\_\_\_

Notas: \_\_\_\_\_

**Direções Gerais:**              **Abaixo estão as orientações gerais para a pontuação. Todos os itens têm descrições específicas. Consulte o manual para critérios de pontuação individual.**

**Parte I – Habilidades funcionais:**  
197 itens

Áreas: autocuidado, mobilidade  
função social

**Pontuação:**

0 = incapaz ou limitado na capacidade de executar o item na maioria das situações.

1 = capaz de executar o item na maioria das situações, ou o item já foi previamente conquistado e habilidades funcionais progrediram além deste nível.

**Parte II – Assistência do adulto de referência:** 20 atividades funcionais complexas

Áreas: autocuidado, mobilidade  
função social

**Pontuação:**

5 = Independente

4 = Supervisão

3 = Assistência mínima

2 = Assistência moderada

1 = Assistência máxima

0 = Assistência total

**Parte III – Modificações:** 20 atividades funcionais complexas

Áreas: autocuidado, mobilidade  
função social

**Pontuação:**

N = Nenhuma modificação

C = Modificação centrada na criança (não especializadas)

R = Equipamento de reabilitação

E = Modificações extensivas

**POR FAVOR, CERTIFIQUE-SE DE RESPONDER TODOS OS ITENS**

PEDI Research Group, c/o Stephen M. Haley, Department of Rehabilitation Medicine, New England Medical Center Hospital # 75K/R, 750 Washington St. Boston, MA 02111 – 1991 Phone (617) 636-8021, Fax (617) 636-5513.

**Parte I: Habilidades funcionais****Área de Auto-Cuidado** (Marque cada item correspondente: escores dos itens: 0 = incapaz; 1 = capaz)

A: TEXTURA DOS ALIMENTOS		0	1	J: FECHOS		0	1
1	Come alimento batido/amassado/coado			44	Tenta participar no fechamento de vestimentas		
2	Come alimento moído/granulado			45	Abre e fecha fecho de correr, sem separá-lo ou fechar o botão		
3	Come alimento picado/em pedaços			46	Abre e fecha colchete de pressão		
4	Come comidas de texturas variadas			47	Abotoa e desabotoa		
<b>B: UTILIZAÇÃO DE UTENSÍLIOS</b>				<b>K: CALÇAS</b>			
		0	1	49	Auxilia colocando as pernas dentro da calça p/ vestir	0	1
5	Alimenta-se com os dedos			50	Retira calças com elástico na cintura		
6	Pega comida com colher e leva até a boca			51	Veste calças com elástico na cintura		
7	Usa bem a colher			52	Retira calças, incluindo abrir fechos		
8	Usa bem o garfo			53	Veste calças incluindo fechar fechos		
9	Usa faca para passar manteiga no pão, corta alimentos macios			<b>L: SAPATOS / MEIAS</b>			
<b>C: UTILIZAÇÃO DE RECIPIENTES DE BEBER</b>				0	1	0	1
10	Segura mamadeira ou copo com bico ou canudo			54	Retira meias e abre os sapatos		
11	Levanta copo para beber, mas pode derramar			55	Calça sapatos/sandálias		
12	Levanta, c/ firmeza, copo s/ tampa usando as 2 mãos			56	Calça meias		
13	Levanta, c/ firmeza, copo sem tampa usando 1 mão			57	Coloca o sapato no pé correto; maneja fechos de velcro		
14	Serve-se de líquidos de uma jarra ou embalagem			58	Amarra sapatos (prepara cadarço)		
<b>D: HIGIENE ORAL</b>				0	1	<b>M: TAREFAS DE TOALETE</b> (roupas, uso do banheiro e limpeza)	
15	Abre a boca para a limpeza dos dentes			59	Auxilia no manejo de roupas	0	1
16	Segura escova de dente			60	Tenta limpar-se depois de utilizar o banheiro		
17	Escova os dentes, porém sem escovação completa			61	Utiliza vaso sanitário, papel higiênico e dá descarga		
18	Escova os dentes completamente			62	Lida com roupas antes e depois de utilizar o banheiro		
19	Coloca creme dental na escova			63	Limpa-se completamente depois de evacuar		
<b>E: CUIDADOS COM OS CABELOS</b>				0	1	<b>N: CONTROLE URINÁRIO</b> (escore = 1 se a criança já é capaz)	
20	Mantém a cabeça estável enquanto o cabelo é penteado			64	Indica quando molhou fralda ou calça	0	1
21	Leva pente ou escova até o cabelo			65	Ocasionalmente indica necessidade de urinar (durante o dia)		
22	Escova ou penteia o cabelo			66	Indica, consistentemente, necessidade de urinar e c/ tempo de utilizar o banheiro (durante o dia)		
23	É capaz de desembaraçar e partir o cabelo			67	Vai ao banheiro sozinho para urinar (durante o dia)		
<b>F: CUIDADOS COM O NARIZ</b>				0	1	68	Mantém-se constantemente seco durante o dia e a noite
24	Permite que o nariz seja limpo			<b>O: CONTROLE INTESTINAL</b> (escore = 1 se a criança já é capaz)			
25	Assoa o nariz no lenço			69	Indica necessidade de ser trocado	0	1
26	Limpa nariz usando lenço ou papel quando solicitado			70	Ocasionalmente manifesta vontade de ir ao banheiro (durante o dia)		
27	Limpa nariz usando lenço ou papel s/ ser solicitado			71	Indica, constantemente, necessidade de evacuar e c/ tempo de utilizar o banheiro (durante o dia)		
28	Limpa e assoa o nariz sem ser solicitado			72	Faz distinção entre urinar e evacuar		
<b>G: LAVAR AS MÃOS</b>				0	1	73	Vai ao banheiro sozinho p/ evacuar, não tem acidentes intestinais
29	Mantém as mãos elevadas p/ que sejam lavadas			<b>Somatória da Área de Auto-Cuidado:</b>			
30	Esfrega as mãos uma na outra para limpá-las			Por favor, certifique-se de ter respondido todos os itens.			
31	Abre e fecha torneira e utiliza sabão			Comentários: _____			
32	Lava as mãos completamente			_____			
33	Seca as mãos completamente			_____			
<b>H: LAVAR O CORPO E A FACE</b>				0	1		
34	Tenta lavar partes do corpo						
35	Lava o corpo completamente não incluindo a face						
36	Utiliza sabonete (e esponja, se for costume)						
37	Seca o corpo completamente						
38	Lava e seca a face completamente						
<b>I: AGASALHO/VESTIMENTAS ABERTAS NA FRENTE</b>				0	1		
39	Auxilia empurrando os braços p/ vestir a manga da camisa						
40	Retira camisetas, vestido ou agasalho sem fecho						
41	Coloca camiseta, vestido ou agasalho sem fecho						
42	Coloca e retira camisas abertas na frente, porém s/ fechar						
43	Coloca e retira camisas abertas na frente, fechando-as						

**Parte I: Habilidades funcionais****Área de Mobilidade** (Marque cada item correspondente: escores dos itens: 0 = incapaz; 1 = capaz)

<b>A: TRANSFERÊNCIAS NO BANHEIRO</b>	0	1	<b>H: LOCOMOÇÃO EM AMBIENTE INTERNO: ARRASTA / CARREGA OBJETOS</b>	0	1
1 Fica sentado se estiver apoiado em equipamento ou no adulto			33 Muda de lugar intencionalmente		
2 Fica sentado sem apoio na privada ou troninho			34 Move-se concomitantemente com objetos pelo chão		
3 Senta e levanta de privada baixa ou troninho			35 Carrega objetos pequenos que cabem em uma mão		
4 Senta e levanta de privada própria para adulto			36 Carrega objetos grandes que requerem a utilização das duas mãos		
5 Senta e levanta de privada sem usar seus próprios braços			37 Carrega objetos frágeis ou que contenham líquidos		
<b>B: TRANSFERÊNCIAS DE CADEIRAS/ CADEIRAS DE RODAS</b>	0	1	<b>I: LOCOMOÇÃO EM AMBIENTES EXTERNO: MÉTODOS</b>	0	1
6 Fica sentado se estiver apoiado em equipamento ou adulto			38 Anda, mas segura em objetos, adulto ou aparelhos de apoio		
7 Fica sentado em cadeira ou banco sem apoio			39 Anda sem apoio		
8 Senta e levanta de cadeira ou mobília baixa/infantis			<b>J: LOCOMOÇÃO EM AMBIENTE EXTERNO: DISTÂNCIA / VELOCIDADE (escore 1 se já for capaz)</b>	0	1
9 Senta e levanta de cadeira/cadeira de rodas de tamanho adulto			40 Move-se por 3 – 15 m (comprimento de 10 1-5 carro)		
10 Senta e levanta de cadeira sem usar seus próprios braços			41 Move-se por 15 – 30 m (comprimento de 5-10 carro)		
<b>C-1: TRANSFERÊNCIAS NO CARRO</b>	0	1	42 Move-se por 30 – 45 m		
11a Movimenta-se no carro; mexe-se e sobe/desce da cadeirinha de carro			43 Move-se por 45 m ou mais, mas com dificuldade (tropeça, velocidade lenta para a idade)		
12a Entra e sai do carro com pouco auxílio ou instrução			44 Move-se por 45 m ou mais sem dificuldade		
13a Entra e sai do carro sem assistência ou instrução			<b>K: LOCOMOÇÃO EM AMBIENTE EXTERNO: SUPERFÍCIES</b>	0	1
14a Maneja cinto de segurança ou cinto de cadeirinha de carro			45 Superfícies niveladas (passeios e ruas planas)		
15a Entra e sai do carro e abre e fecha a porta do mesmo			46 Superfícies pouco acidentadas (asfalto rachado)		
<b>C-2: TRANSFERÊNCIAS NO ÔNIBUS</b>	0	1	47 Superfícies irregulares e acidentadas (gramados e ruas de cascalho)		
11b Sobe e desce do banco do ônibus			48 Sobe e desce rampas ou inclinações		
12b Move-se com ônibus em movimento			49 Sobe e desce meio-fio		
13b escorrega a escada do ônibus			<b>L: SUBIR ESCADAS</b>	0	1
14b Passa na roleira			(escore 1 se a criança previamente possui habilidade)		
15b Sobe e desce do ônibus			50 Arrasta-se, engatinha para cima por partes ou lances parciais de escadas (1-11 degraus)		
<b>D: MOBILIDADE NA CAMA / TRANSFERÊNCIAS</b>	0	1	51 Arrasta, engatinha para cima por um lance de escada completo (12-15 degraus)		
16 Passa de deitado para sentado na cama ou berço			52 Sobe partes de um lance de escadas (ereto)		
17 Passa para sentado na beirada da cama; delta a partir de sentado na beirada da cama			53 Sobe um lance completo, mas com dificuldade (lento para a idade)		
18 Sobe e desce de sua própria cama			54 Sobe conjunto de lances de escada sem dificuldade		
19 Sobe e desce de sua própria cama, sem usar seus braços			<b>M: DESCER ESCADAS</b>	0	1
<b>E: TRANSFERÊNCIAS NO CHUVEIRO</b>	0	1	(escore 1 se a criança previamente possui habilidade)		
20 Entra no box/cortinado			55 Arrasta-se, engatinha para baixo por partes ou lances parciais de escadas (1-11 degraus)		
21 Sai do box/cortinado			56 Arrasta-se, rasleja para baixo por um lance de escada		
22 Agacha para pegar sabonete ou shampoo no chão			57 Desce parte de um lance de escadas (ereto) completo (12-15 degraus)		
23 Abre e fecha box/cortinado			58 Desce um lance completo, mas c/ dificuldade (lento p/ a idade)		
24 Abre e fecha torneira			59 Desce conjunto de lances de escadas sem dificuldade		
<b>F: MÉTODOS DE LOCOMOÇÃO EM AMBIENTE INTERNO (escore 1 se já realiza)</b>	0	1	<b>Somatória da Área de Mobilidade:</b>		
25 Rola, pivoteia, arrasta ou engatinha no chão			Por favor, certifique-se de ter respondido todos os itens.		
26 Anda, porém segurando-se na mobília, parede, adulto ou utiliza aparelhos para apoio			Comentários: _____		
27 Anda sem auxílio			_____		
<b>G: LOCOMOÇÃO EM AMBIENTE INTERNO: DISTÂNCIA / VELOCIDADE (escore 1 se já realiza)</b>	0	1	_____		
28 Move-se pelo ambiente mas com dificuldade (cai; velocidade lenta para a idade)			_____		
29 Move-se pelo ambiente sem dificuldade			_____		
30 Move-se entre ambientes, mas com dificuldade (cai; velocidade lenta para a idade)			_____		
31 Move-se entre ambientes sem dificuldade			_____		
32 Move-se em ambiente internos por 15 m; abre e fecha portas internas e externas			_____		

**Parte 1: Habilidades funcionais****Área de Função Social** (Marque cada item correspondente: escores dos itens: 0 = incapaz; 1 = capaz)**A: COMPREENSÃO DO SIGNIFICADO DA PALAVRA**

- |   | 0 | 1 |
|---|---|---|
| 1 Orienta-se pelo som   |   |   |
| 2 Reage ao "não", reconhece próprio nome ou de familiar                                     |   |   |
| 3 Reconhece 10 palavras   |   |   |
| 4 Entende quando você fala sobre relacionamentos entre pessoas e/ou coisas que são visíveis |   |   |
| 5 Entende quando você fala sobre tempo e seqüência de eventos                               |   |   |

**B: COMPREENSÃO DE SENTENÇAS COMPLEXAS**

- |   | 0 | 1 |
|---|---|---|
| 6 Compreende sentenças curtas sobre objetos e pessoas familiares                                  |   |   |
| 7 Compreende comandos simples e/ou palavras que descrevem pessoas ou coisas                       |   |   |
| 8 Compreende direções que descrevem onde alguma coisa está  |   |   |
| 9 Compreende comando de dois passos, utilizando-se se/então, antes/depois, primeiro/segundo, etc. |   |   |
| 10 Compreende duas sentenças que falam de um mesmo sujeito mas de uma forma diferente             |   |   |

**C: USO FUNCIONAL DA COMUNICAÇÃO**

- |   | 0 | 1 |
|---|---|---|
| 11 Nomeia objetos   |   |   |
| 12 Usa palavras específicas ou gestos p/ direcionar ou requisitar ações de outras pessoas |   |   |
| 13 Procura informação fazendo perguntas   |   |   |
| 14 Descreve ações ou objetos  |   |   |
| 15 Fala sobre sentimentos ou pensamentos próprios   |   |   |

**D: COMPLEXIDADE DA COMUNICAÇÃO EXPRESSIVA**

- |   | 0 | 1 |
|---|---|---|
| 16 Usa gestos que têm propósito adequado                        |   |   |
| 17 Usa uma única palavra com significado adequado               |   |   |
| 18 Combina duas palavras com significado adequado               |   |   |
| 19 Usa sentenças de 4-5 palavras                                |   |   |
| 20 Conecta duas ou mais idéias para contar uma história simples |   |   |

**E: RESOLUÇÃO DE PROBLEMA**

- |   | 0 | 1 |
|---|---|---|
| 21 Tenta indicar o problema ou dizer o que é necessário p/ ajudar e resolvê-lo  |   |   |
| 22 Se transformado por causa de um problema, a criança precisa ser ajudada imediatamente ou o seu comportamento é prejudicado |   |   |
| 23 Se transformado por causa de um problema, a criança consegue pedir ajuda e esperar se houver uma demora                    |   |   |
| 24 Em situações comuns, a criança descreve o problema e seus sentimentos com algum detalhe                                    |   |   |
| 25 Diante de algum problema comum, a criança pode procurar um adulto para trabalhar uma solução em conjunto                   |   |   |

**F: JOGO SOCIAL INTERATIVO (ADULTOS)**

- |   | 0 | 1 |
|---|---|---|
| 26 Mostra interesse em relação a outros   |   |   |
| 27 Inicia uma brincadeira familiar  |   |   |
| 28 Aguarda sua vez em um jogo simples quando é dada dica que é sua vez                                  |   |   |
| 29 Tenta imitar uma ação prévia de um adulto durante uma brincadeira                                    |   |   |
| 30 Durante a brincadeira a criança pode sugerir passos novos ou diferentes, ou responder a uma sugestão |   |   |

**G: INTERAÇÃO COM OS COMPANHEIROS (CRIANÇAS DE IDADE SEMELHANTE)**

- |  | 0 | 1 |
|--|---|---|
| 31 Percebe a presença de outras crianças e pode vocalizar ou gesticular p/ os companheiros |   |   |
| 32 Interage e/ou outras crianças em situações breves / simples                             |   |   |
| 33 Tenta exercitar brincadeiras simples em uma atividade com outra criança                 |   |   |
| 34 Planeja e executa atividade cooperativa com outras crianças                             |   |   |
| 35 Atividades de brincar ou jogos com regras   |   |   |

**H: BRINCADEIRA COM OBJETOS**

- |   | 0 | 1 |
|---|---|---|
| 36 Manipula brinquedos, objetos ou o corpo com intenção   |   |   |
| 37 Usa objetos reais ou substituídos em seqüências simples de faz-de-conta                      |   |   |
| 38 Agrupa materiais para formar alguma coisa  |   |   |
| 39 Inventa longas rotinas de faz-de-conta envolvendo coisas que a criança já entende ou conhece |   |   |
| 40 Inventa seqüências elaboradas de faz-de-conta a partir da imaginação                         |   |   |

**I: AUTO-INFORMAÇÃO**

- |   | 0 | 1 |
|---|---|---|
| 41 Diz o primeiro nome  |   |   |
| 42 Diz o primeiro e último nome   |   |   |
| 43 Dá o nome e informações descritivas sobre familiares   |   |   |
| 44 Dá o endereço completo de casa; se no hospital, dá o nome do hospital e o número do quarto           |   |   |
| 45 Dirige-se a um adulto para pedir auxílio sobre como voltar para casa ou voltar ao quarto do hospital |   |   |

**J: ORIENTAÇÃO TEMPORAL**

- |   | 0 | 1 |
|---|---|---|
| 46 Tem uma noção geral horário das refeições e das rotinas durante o dia                |   |   |
| 47 Tem alguma noção da seqüência dos eventos familiares na semana                       |   |   |
| 48 Tem conceitos simples de tempo   |   |   |
| 49 Associa um horário específico com atividades/eventos                                 |   |   |
| 50 Olha o relógio regularmente ou pergunta as horas para cumprir o curso das obrigações |   |   |

**K: TAREFAS DOMÉSTICAS**

- |  | 0 | 1 |
|--|---|---|
| 51 Começa a ajudar a cuidar dos seus pertences se for dada uma orientação e ordens constantes  |   |   |
| 52 Começa a ajudar nas tarefas domésticas simples se for dada uma orientação e ordens constantes   |   |   |
| 53 Ocasionalmente inicia rotinas simples para cuidar dos seus próprios pertences; pode requisitar ajuda física ou ser lembrado de completá-las |   |   |
| 54 Ocasionalmente inicia tarefas domésticas simples; pode requisitar ajuda física ou ser lembrado de completá-las                              |   |   |
| 55 Inicia e termina pelo menos uma tarefa doméstica envolvendo vários passos e decisões; pode requisitar ajuda física                          |   |   |

**L: AUTO-PROTEÇÃO**

- |   | 0 | 1 |
|---|---|---|
| 56 Mostra cuidado apropriado quando está perto de escadas   |   |   |
| 57 Mostra cuidado apropriado perto de objetos quentes / cortantes   |   |   |
| 58 Ao atravessar a rua na presença de um adulto, a criança não precisa ser advertida sobre as normas de segurança |   |   |
| 59 Sabe que não deve aceitar passeio, comida ou dinheiro de estranhos   |   |   |
| 60 Atravessa rua movimentada com segurança na ausência de um adulto   |   |   |

**M: FUNÇÃO COMUNITÁRIA**

- |  | 0 | 1 |
|--|---|---|
| 61 A criança brinca em casa com segurança, sem precisar ser vigiada constantemente |   |   |
| 62 Vai ao ambiente externo da casa com segurança e é vigiada apenas periodicamente |   |   |
| 63 Segue regras/expectativas da escola e de estabelecimentos comunitários          |   |   |
| 64 Explora e atua em estabelecimentos comunitários sem supervisão                  |   |   |
| 65 Faz transações em uma loja da vizinhança sem assistência                        |   |   |

**Somatória de Função Social:**

Por favor, certifique-se de ter respondido todos os itens.

Comentários: \_\_\_\_\_

## Inventário de Avaliação Pediátrica de Incapacidade

Nome: _____	Data do teste: ____/____/____ Idade: ____
Identificação: _____	Entrevistador: _____

### SUMÁRIO DOS ESCORES

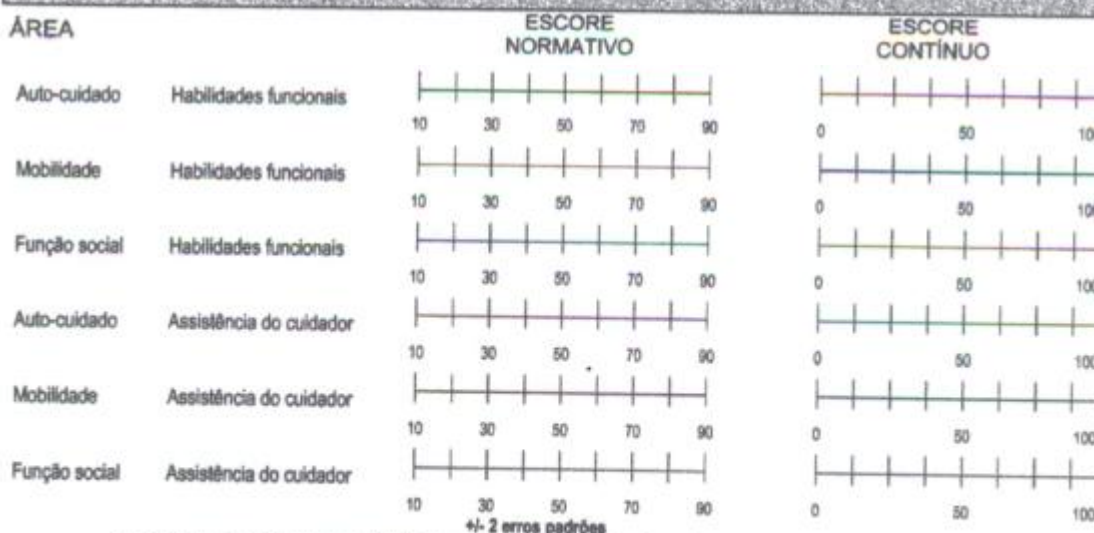
#### Escore Compostos

ÁREA		Escore Bruto	Escore Normativo	Erro padrão	Escore Contínuo	Erro padrão	Escore Fit*
Auto-cuidado	Habilidades funcionais						
Mobilidade	Habilidades funcionais						
Função Social	Habilidades funcionais						
Auto-cuidado	Assistência do Cuidador						
Mobilidade	Assistência do Cuidador						
Função Social	Assistência do Cuidador						

#### Modificação (frequências)

Modificação (frequências)											
Auto-cuidado (8 itens)				Mobilidade (7 itens)				Função Social (5 itens)			
Nenhuma	Criança	Reabilitação	Extensiva	Nenhuma	Criança	Reabilitação	Extensiva	Nenhuma	Criança	Reabilitação	Extensiva

#### Perfil dos Escores





# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)