

Universidade Estadual de Campinas
Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação

**EFEITOS DA ELETROESTIMULAÇÃO NEUROMUSCULAR
NO MÚSCULO TIBIAL ANTERIOR DE PACIENTES
HEMIPARÉTICOS ESPÁSTICOS.**

Autor: Ligia Christina Borsato Guimarães Nunes
Orientador: Prof Dr Antonio Augusto Fasolo Quevedo

Dissertação apresentada como requisito parcial à
obtenção do grau de Mestre em Engenharia Elétrica.
Área de Concentração: Engenharia Biomédica

Banca Examinadora

Antonio Augusto Fasolo Quevedo, Dr.....DEB-FEEC-Unicamp
Rinaldo de Jesus Guirro, Dr.....Fisioterapia- Unimep
Maria Marluce dos Santos Vilela, Dr.....FCM-Unicamp
Vera Lucia Da Silveira Nantes Button, Dr.....DEB-FEEC-Unicamp

CAMPINAS

2004

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

N922e Nunes, Ligia Christina Borsato Guimarães
Efeitos da eletroestimulação neuromuscular no músculo tibial anterior de pacientes hemiparéticos espásticos /Ligia Christina Borsato Guimarães Nunes.--Campinas, SP: [s.n.], 2004.

Orientadores: Antonio Augusto Fasolo Quevedo
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação.

1. Eletroterapia. 2. Fisioterapia para crianças. 3. Espasticidade. 4. Membros inferiores – Músculos. 5. Paralisia cerebral nas crianças. I. Quevedo, Antonio Augusto Fasolo. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação. III. Título.

À meus queridos pais
Nelson e Maria de Fátima

AGRADECIMENTOS

À Deus, Todo Poderoso, por dar-me a oportunidade de viver e de contribuir com a pesquisa e a reabilitação.

Aos meus pais, que nunca pouparam esforços em criar condições favoráveis para meus estudos, além da dedicação e carinho com que me apoiaram e educaram.

Ao Rafael, meu esposo, pelo amor, auxílio, força e paciência, que foram fundamentais nos momentos mais difíceis.

Aos meus irmãos pela amizade e companheirismo e à minha família, por todo o carinho e confiança dedicados.

Aos voluntários e seus pais, pela confiança empregada em mim e na pesquisa e pela disponibilidade de se fazerem presentes quando necessário.

Ao CIPED- Centro de Investigações em Pediatria, por ceder o espaço e a estrutura para a realização das terapias. Ao ambulatório de Fisioterapia Neuropediátrica do Hospital das Clínicas da UNICAMP, pelo levantamento de possíveis voluntários. À Quark, produtos médicos, pelo empréstimo do equipamento e pela confiança na pesquisa. À CAPES, pelo apoio financeiro.

Ao meu orientador, Professor Dr. Antônio Augusto Fasolo Quevedo, que contribuiu efetivamente no desenvolvimento e conclusão do trabalho e por apostar e confiar em meu potencial.

Aos professores e colegas do Departamento de Engenharia Biomédica, pela inquestionável contribuição de conhecimento.

À amiga Eliane Magdalon, pelo apoio na realização das avaliações e pelas discussões que muito contribuíram para o crescimento da pesquisa.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	V
SUMÁRIO	VII
LISTA DE FIGURAS	IX
LISTA DE TABELAS	X
LISTA DE QUADROS	X
LISTA DE SIGLAS	X
RESUMO	XIII
ABSTRACT	XV
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DA LITERATURA	3
2.1. Paralisia Cerebral	3
2.1.1. Incidência	4
2.1.2. Epidemiologia.....	5
2.1.3. Classificação.....	7
2.1.3.1. Classificação Topográfica (ROWLAND, 1986):.....	7
2.1.3.2. Tipos clínicos de Paralisia Cerebral	7
2.1.3.2.1. Tipo Espástico	8
2.1.3.2.2. Tipo atetósico ou discinético	8
2.1.3.2.3. Tipo atáxico	9
2.2. AVC Infantil	10
2.2.1. Incidência	11
2.2.2. Epidemiologia.....	11
2.2.3. Evolução e Tratamento	12
2.3. O Sistema Piramidal	13
2.4. Lesão do neurônio motor superior	15
2.4.1. Espasticidade	15
2.4.2. Co-contração.....	17

2.5. Características dos pacientes Hemiparéticos Espásticos	18
2.6. Reabilitação.....	20
2.6.1. Plasticidade do sistema nervoso e muscular e sua relação com a Fisioterapia.....	24
2.6.2. Eletroestimulação Neuromuscular (EENM).....	26
2.6.2.1. Breve Histórico.....	26
2.6.2.2. Definições.....	27
2.6.2.3. Conceitos importantes em eletroestimulação	28
2.6.2.3.1. Frequência	28
2.6.2.3.2. Amplitude	29
2.6.2.3.3. Largura de pulso (fig 3).....	29
2.6.2.3.4. Forma de onda	30
2.6.2.3.5. Duração da estimulação e ciclo ON/OFF.....	31
2.6.2.3.6. Eletrodos.....	31
2.6.2.4. Aplicações e bases fisiológicas da EENM	33
2.6.2.5. A Plasticidade neuronal e a EENM	35
2.6.2.6. Pesquisas realizadas com eletroestimulação	37
3. OBJETIVOS:.....	43
4. MATERIAL E MÉTODOS	45
4.1. Avaliações.....	47
4.1.1. Força Muscular	49
4.1.2. Perimetria	51
4.1.3. Goniometria.....	51
4.1.4. Escala de ASHWORTH	52
4.1.5. GMFM (Gross Motor Function Measurement).....	54
4.1.6. GMFMCS	56
4.2. Intervenção.....	57
4.2.1. Local	57
4.2.2. Número e duração das sessões.....	58
4.2.3. Posicionamento dos sujeitos.....	59
4.2.4. Colocação dos eletrodos	60
4.2.5. Equipamento de Eletroestimulação	60
4.2.6. Parâmetros de Eletroestimulação	61
4.3. Análise estatística.....	62
5. RESULTADOS.....	63
5.1. Força muscular	63
5.2. Amplitude de Movimento	67
5.3. Perimetria.....	73

5.4. Escala de Ashworth	73
5.5. GMFM	74
5.6. GMFMCS	76
6. DISCUSSÃO	77
7. CONCLUSÃO E PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS.....	83
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87
ANEXOS	97

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Via Piramidal. Extraída de Machado, 1993.....	14
Figura 2: Amplitude pico a pico de um impulso elétrico. A amplitude é o espaço compreendido entre as duas linhas paralelas no ápice de cada curva. Modificado de KITCHEN e BAZIN, 1998.....	29
Figura 4: Pulsos Unidirecionais, quadrado e triangular. Modificado de KITCHEN & BAZIN, 1998.....	30
Figura 5: Onda bifásica simétrica (senóide). Modificado de KITCHEN & BAZIN, 1998.....	31
Figura 6: Onda bifásica assimétrica. Extraído do manual FES VIF 995-Quark produtos médicos, 2002.....	31
Figura 7: Ponto motor do músculo tibial anterior. Baseada em Kitchen & Bazin (1998). .	32
Figura 8. Régua para goniometria (goniômetro).....	52
Figura 9. Espaço no CIPED onde as terapias foram realizadas.	58
Figura 10. Posicionamento de sujeito durante as terapias.....	59
Figura 11. Equipamento Fes-Vif 995 four®, da Quark® produtos médicos.	60
Figura 12. Valores obtidos nas avaliações iniciais, finais e tardia da força muscular do dorsiflexor lesado dos grupos 1 e 2. A linha horizontal refere-se ao valor da mediana.	65
Figura 13. Valores obtidos nas avaliações iniciais, finais e tardia da força muscular do plantiflexor lesado dos grupos 1 e 2. A linha horizontal refere-se ao valor da mediana.	66
Figura 14. Resultados iniciais, finais e tardios da goniometria de dorsiflexão ativa do lado lesado dos grupos 1 e 2.....	71
Figura 15. Resultados iniciais, finais e tardios da goniometria de dorsiflexão passiva do lado lesado dos grupos 1 e 2.....	72

Figuras 16 “a” e “b”. Goniometria de dorsiflexão passiva do lado lesado de um sujeito. Avaliações inicial (a) e final (b). Note o discreto aumento na amplitude de movimento verificada na avaliação final, com relação à avaliação inicial.....	72
Figura 17. <i>Boxplot</i> dos escores da escala GMFM segundo o grupo de tratamento.....	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Características dos grupos de voluntários.	47
Tabela 2: Graduação da força muscular. Modificado de KENDALL, (1995).	50
Tabela 3: Valores de referência médios de goniometria nas articulações do tornozelo e joelho. Modificado de SMITH, WEISS, LEHMKUHL, 1997.....	52
Tabela 4: Escala de Ashworth Original. Extraído de: DAMIANO et al, 2002.	53
Tabela 5: Classificação segundo o GMFMCS. Modificado de PALISANO et al., 1997....	57

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Critérios de inclusão de sujeitos à pesquisa.	46
Quadro 2: Posições básicas utilizadas no GMFM. Modificado de RUSSEL et al., 1989.	56
Quadro 3: Características técnicas do equipamento FES-VIF 995 four®. Modificado do Manual de Operação do FES-VIF 995 dual® e FES-VIF 995 four®, 1ª edição. Quark® Produtos médicos.....	61
Quadro 4: Parâmetros de eletroestimulação utilizados no protocolo de pesquisa.	62
Quadro 5. Teste Estatístico de Wilcoxon para comparar os estágios dentro dos grupos....	64
Quadro 6. Teste Estatístico de Mann-Whitney para comparar os grupos.....	66
Quadro 7. Comparação da força muscular entre os 3 grupos através da análise de Kruskal-Wallis.....	67
Quadro 8. Teste Estatístico de Wilcoxon para comparar os estágios dentro do grupo 1.	69
Quadro 9. Teste Estatístico de Wilcoxon para comparar os estágios dentro do grupo 2.	70
Quadro 10. Teste Estatístico de Wilcoxon para comparar os estágios dentro dos grupos..	75

LISTA DE SIGLAS

EENM - Eletroestimulação Neuromuscular
NMES – Neuromuscular Electrical Stimulation
PC – Paralisia Cerebral
AVC – Acidente Vascular Cerebral

FES – Functional Electrical Stimulation
UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas
GMFM – Gross Motor Function Measurement
GMFMCS – Gross Motor Function Measurement Classification System.
ROM – Range of Movement
SNC – Sistema Nervoso Central
EUA – Estados Unidos da América
TCE – Traumatismo Crânio Encefálico

RESUMO

A tecnologia tem se mostrado eficaz como coadjuvante na reabilitação das mais diversas enfermidades. Como exemplos, pode-se citar as diversas modalidades de eletroestimulação neuromuscular (EENM), que assumem papel importante na fisioterapia, especialmente em pacientes neurológicos. O presente estudo teve como objetivo principal averiguar a atuação da EENM, qualitativa e quantitativamente, como um meio auxiliar da fisioterapia convencional de pacientes com seqüela de hemiparesia pós-paralisia cerebral (PC) ou de AVC (Acidente Vascular Cerebral) infantil. Os voluntários foram pacientes seqüelados de paralisia cerebral ou AVC incluídos no programa de reabilitação do ambulatório de fisioterapia neuropediátrica do Hospital de Clínicas da Universidade Estadual de Campinas, submetidos a avaliações de suas condições motoras antes, durante e após as intervenções. Os sujeitos foram sistematicamente divididos em dois grupos tratados com EENM no músculo tibial anterior, sendo um com frequência de duas vezes por semana e outro uma vez. Um grupo controle foi formado pelos sujeitos de ambos os grupos (uma vez e duas vezes por semana), que foram avaliados, mas que iniciaram a terapia somente 8 semanas após a primeira avaliação. É importante ressaltar que todos os grupos foram submetidos à fisioterapia convencional. As intervenções ocorreram durante 7 semanas, uma ou duas vezes por semana e cada sessão teve a duração de 30 minutos. Os dados foram coletados a partir das avaliações e durante as terapias, através de anotações de pontos, como goniometria, perimetria, testes funcionais (Gross Motor Function Measurement- GMFM), análise de tônus e de força muscular, bem como documentação em fotografia e vídeo da marcha e da amplitude de movimento atingida. A análise estatística realizada ocorreu através dos testes estatísticos não-paramétricos de Wilcoxon, Mann-Whitney e Kruskal-Wallis. Os resultados demonstram melhora estatisticamente significativa dos testes funcionais dos sujeitos, com melhora na força e amplitude de movimento passiva da dorsiflexão em ambos os grupos, melhora da amplitude de movimento de dorsiflexão ativa do grupo 1 e melhora do padrão de marcha apresentado, que foi

referida pelas crianças e seus pais. As diferenças de resultados entre os grupos sugere que a realização de eletroestimulação uma vez por semana já apresenta resultados satisfatórios, não tendo sido encontradas diferenças significativas de resultados entre os dois grupos de tratamento na maioria dos testes.

Palavras-chave: Terapia por eletroestimulação, Fisioterapia, Hemiparesia (paresia muscular).

ABSTRACT

Technology has shown effective as an auxiliary in rehabilitation of many pathologies. For example, neuromuscular electrical stimulation (NMES) plays a important role in phisiotherapy, especially in neurological disorders. This work had as main objective to analize, qualitatively and quantitatively, NMES action as an auxiliary for phisiotherapy, in cerebral palsy (CP) or stroke hemiparectic children. Volunteers were CP or stroke children included in the neuropediatric rehabilitation program from "Hospital das Clínicas - Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)". Subjects were divided in two groups: Group 1 has undergone a 30 minute eletrostimulation in tibialis anterior twice a week while group 2 has undergone the same protocol once a week. They were evaluated three times, before, just after and 8 weeks after interventions. A control group was formed by some volunteers from both groups, who were evaluated twice (with an interval period of 8 weeks) before starting NMES sessions. It is necessary to emphasize that all groups underwent conventional phisiotherapy. Collected data, from previous evaluations and during the NMES protocol, consisted of goniometry, perimetry, functional tests (Gross Motor Function Measurement - GMFM), tonus analysis, and muscle strength, as well as photo and video documentation of gait and range of movement (ROM). Statistical analysis was performed using non-parametrical tests (Wilcoxon, Mann-Whitney e Kruskal-Wallis). Results show statistically significative improvement in functional tests, as well as on muscle strength and passive ankle dorsiflexion ROM in both groups, and on active ankle dorsiflexion ROM in group 1. The subjects and their parents also reported improvements on gait patterns. Differences in results between groups suggest that NMES once a week has already satisfactory results, with no significant differences in most parameters between the two treatment groups.

Keywords: Eletric Stimulation Therapy, Physical Therapy, Paresis.

1. INTRODUÇÃO

Os crescentes avanços da ciência têm permitido que sejam utilizadas novas tecnologias para auxiliar a reabilitação de pacientes que sofreram danos neurológicos. A interdisciplinaridade é um fator que crescentemente vem contribuindo para a geração de uma melhor qualidade de vida, promovendo maior independência funcional a pessoas que eram consideradas totalmente dependentes.

A utilização da Eletroestimulação Neuromuscular tem se mostrado bastante útil no auxílio da reabilitação de pacientes neurológicos. Protocolos internacionais de eletroestimulação utilizam freqüências semanais de sessões bastante altas, até mesmo preconizando a realização de eletroestimulação por duas vezes ao dia.

No Brasil, os serviços públicos contam com uma demanda de pacientes muito maior que a disponibilidade de profissionais existentes, o que torna a freqüência semanal de realização de terapias muito baixa. Normalmente, as crianças hemiparéticas espásticas comparecem à fisioterapia uma ou duas vezes por semana, o que inviabiliza a realização de um protocolo terapêutico nos moldes da literatura internacional. Além da baixa freqüência semanal de fisioterapia, as crianças que utilizam um serviço público são em sua maioria, provenientes de um nível sócio-econômico baixo, o que torna o transporte dessas crianças excessivamente dispendioso para a família.

Tendo em vista os fatos citados anteriormente, verificou-se a necessidade de se testar o desempenho da eletroestimulação na função motora de crianças PC ou AVC dentro da realidade nacional, estabelecendo-se um protocolo de uma e duas sessões de eletroestimulação por semana.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Paralisia Cerebral

Na literatura especializada existe uma vasta gama de definições que conceituam a paralisia cerebral, porém até as definições mais aceitas diferem, mesmo que sutilmente, entre si. Até mesmo o termo “Paralisia Cerebral”, embora amplamente difundido e utilizado na prática, não é considerado adequado, pois significaria uma ausência total de atividade cerebral, o que não ocorre nestes quadros. Talvez fosse mais correto o emprego do termo genérico, “criança com lesão cerebral”. O termo “Encefalopatia Crônica Infantil Não-Evolutiva” também tem sido bastante utilizado, embora compreenda numerosas afecções com várias etiologias e quadros clínicos muito diversos que afetam cronicamente o SNC da criança.

Dentre as definições mais aceitas, encontra-se a proposta em Oxford, em 1959, na qual *"a paralisia cerebral é um distúrbio do movimento e/ou da postura, persistente, mas não invariável, aparecendo nos primeiros anos de vida, devido a distúrbio não progressivo do cérebro, conseqüente à interferência no seu desenvolvimento."* (MANREZA e GHERPELLI, 1994).

Este conjunto de desordens que afetam ao movimento e a coordenação muscular é causado pelo dano a uma ou mais áreas específicas do cérebro, geralmente durante o desenvolvimento fetal, mas também pode acontecer antes, durante ou em seguida do nascimento, como também na infância (CILSA, s.d.). Little John definiu paralisia cerebral, como sendo *"um grupo de manifestações neuromotoras e sensoriais que afetam o cérebro durante o seu desenvolvimento até aos três ou quatro anos. É estática e não progressiva, mas é influenciada pelos fatores de crescimento."* (NELSON, 1997)

Nos últimos anos a Neurologia Pediátrica, define-a como um conjunto de afecções encefálicas da primeira infância, devidas a causas diversas e tendo

como substrato anatômico anomalias de desenvolvimento do encéfalo, expressando-se sob a forma de alterações motoras, mentais quantitativas, convulsões, e, com alguma freqüência, distúrbios morfológicos. O dano cerebral que a causa pode também incluir o retardamento mental.

Com relação ao limite etário final no qual uma lesão cerebral que ocorre em uma criança é considerada como paralisia cerebral, não há um consenso entre os pesquisadores, alguns considerando como até 3-4 anos, outros como 2 anos e outros ainda como 5 anos (CILSA,s.d.). O fato é que, embora o desenvolvimento cerebral ocorra até por volta do terceiro ano de vida, o desenvolvimento neuropsicomotor (aquisição de habilidades motoras) completa-se depois, por volta dos sete anos de idade.

2.1.1. Incidência

A Paralisia Cerebral (PC) não é uma moléstia de identificação obrigatória ao Ministério da Saúde no Brasil. Portanto, é quase impossível estimar a incidência e prevalência de casos no país (LEFÉVERE, 1985). Pode-se especular que a incidência seja maior do que em países desenvolvidos, devido às condições de pré-natal e atendimento primário à gestante serem mais precários nos países em desenvolvimento, como o Brasil.

Nos Estados Unidos há estimativas não-oficiais, porém confiáveis, de que haja cerca de 600.000 indivíduos, com um acréscimo anual de cerca de 20.000 novos casos de paralisia cerebral. (LEFÉVERE, 1985).

Um outro dado referente aos Estados Unidos informa que a taxa de prevalência de crianças PC seja de 4 por 1000 nascidos vivos. Durante as últimas décadas, em todo o mundo, o tempo de sobrevivência dos prematuros aumentou, produzindo mais casos de paralisia cerebral, embora algumas pesquisas sugiram que a taxa não aumentou. (NELSON, 1997).

Alguns estudos estão sendo realizados na tentativa de se levantar mais dados sobre a incidência e a prevalência de crianças com paralisia cerebral em alguns países do mundo. Em um levantamento realizado entre 1981 a 1993 na Irlanda do Norte, encontrou-se uma prevalência de 2.25 por 1000 nascidos vivos, sendo que em quase 50% dos casos, as crianças nasceram com peso abaixo de 2500g (PARKES *et al*, 2001). Em outra pesquisa da Inglaterra, realizada entre 1966 a 1989, a prevalência de paralisia cerebral aumentou no grupo de crianças nascidas com baixo peso com o decorrer dos anos de coleta de dados, suportando a tese de que a melhora da assistência neonatal de risco aumentou o número de prematuros sobreviventes, o que pode incluir uma faixa grande de crianças com lesão encefálica. Além disso, houve um aumento no número de gestações múltiplas, nas quais a prevalência de PC é maior que em gestações simples (PHAROAH *et al*, 1996).

2.1.2. Epidemiologia

A paralisia cerebral (PC) é uma encefalopatia crônica não-evolutiva, que pode apresentar causas (LEFÉVERE, 1985; NELSON, 1997; ROWLAND, 1996):

- **Pré-natais**

As causas pré-natais atuam desde a concepção até ao início do trabalho de parto e compreendem:

- a- Lesões cerebrais hipoxêmicas decorrentes de anemia da gestante, hemorragias durante a gravidez, causando risco de aborto, eclampsia, hipertensão arterial, desprendimento prematuro da placenta e enrolamento do cordão umbilical. Também as cardiopatias congênitas devem ser incluídas neste grupo;
- b- Infecções da gestante que podem atingir o conceito via placenta. Ganham destaque as viroses, como rubéola, citomegalia, toxoplasmose, listeriose e o Lúpus eritematoso sistêmico.

- c- Fatores metabólicos, como a diabetes, subnutrição protéica, calórica ou vitamínica, eclampsia e toxemia.
- d- Transtornos tóxicos medicamentosos, como a talidomida a até a radioterapia.

- **Perinatais**

As causas perinatais atuam desde o início do trabalho de parto até ao nascimento. Dentre as causas perinatais, citam-se os traumas de parto, como em alguns casos de parto com fórceps, as hemorragias intracranianas, a anóxia (etiologia mais freqüente), a prematuridade, e a icterícia grave do recém-nascido.

- **Pós-natais**

Dentre os fatores pós-natais podem ser citadas as meningencefalites bacterianas, as encefalopatias desmielinizantes pós-infecciosas e pós-vacinais, os traumatismos crânio-encefálicos e os processos vasculares (como os acidentes vasculares cerebrais).

Nos casos em que as condições de parto foram desfavoráveis, bem como em bebês prematuros, é necessário que a equipe médica acompanhe a criança em seu desenvolvimento motor pelo menos até um ano de idade. Infelizmente, esta não é a realidade verificada na maioria dos serviços médicos do Brasil. O diagnóstico precoce e a estratégia a ser adotada são fundamentais para garantir uma melhor qualidade de vida à criança. Nos casos mais leves, é comum que a mãe ou alguma pessoa próxima da criança perceba que a movimentação da criança está anormal e ao procurar o pediatra, o mesmo acaba por diagnosticar a paralisia cerebral. Muitos casos de paralisia cerebral ainda permanecem com causas desconhecidas (NELSON, 1997; MARCONDES, 1985).

2.1.3. Classificação

As seqüelas são variáveis em intensidade e localização, dependendo da área do encéfalo que foi afetada, bem como da extensão da lesão. Não há dois casos de crianças com paralisia cerebral exatamente iguais. Em certos casos, a seqüela restante é mínima, representando apenas pequenos problemas motores, como claudicação leve e posturas estereotipadas quando da realização de esforço físico. Deve-se ressaltar que mesmo nesses casos mais leves o comprometimento motor, embora sendo mínimo, afeta o bem estar psicológico da criança, gerando ansiedade e até mesmo um reforço de padrões estereotipados de postura quando a mesma sente que é observada.

Para efeitos didáticos, as seqüelas motoras podem ser divididas quanto à topografia do acometimento e também com relação ao tipo de anormalidade de tônus muscular e movimento encontrada.

2.1.3.1. Classificação Topográfica (ROWLAND, 1986):

- Monoplegia ou monoparesia: quando ocorre acometimento de um membro superior ou um membro inferior. Raramente ocorre.
- Diplegia: Paralisia com afetação dos quatro membros em diversos graus. Maior acentuação nos membros inferiores;
- Paraplegia ou paraparesia: Paralisia bilateral, simétrica de ambos os membros inferiores;
- Hemiplegia ou hemiparesia: Paralisia de ambos os membros, superior e inferior, de um hemicorpo (esquerdo ou direito).
- Tetraplegia ou tetraparesia: Paralisia dos quatro membros.

2.1.3.2. Tipos clínicos de Paralisia Cerebral

De acordo com as características semiológicas dominantes, os quadros clínicos podem ser divididos em três formas principais: Espástica, atetósica e atáxica, sendo que um quarto grupo reuniria formas mistas. Dentre essas formas, destaca-se a espástica, que representa 75% do total dos casos. A forma atetóide

representa aproximadamente 18% e os atáxicos, 1 a 2%. Não se encontra um grande número de crianças afetadas por um só tipo puro de anomalia, mas por uma combinação de vários tipos.(LEFÉVERE, 1985).

Segundo Bobath (1979), o que distingue os diferentes tipos de Paralisia cerebral, são basicamente três fatores: a tonicidade muscular, os tipos de inervação recíproca e os padrões posturais.

2.1.3.2.1.Tipo Espástico

A definição mais aceita da espasticidade é que se trata de um aumento da resistência ao alongamento passivo dependente da velocidade do alongamento, e que está associada à exacerbação dos reflexos tendinosos, sendo uma das seqüelas mais comuns presentes em lesões do SNC. (TEIXEIRA, OLNEY e BROWNWER, 1998).

A espasticidade indica a existência de lesões no sistema piramidal. Este sistema encarrega-se da realização e controle dos movimentos voluntários e sua alteração caracteriza-se pela dificuldade na realização de movimentos voluntários e pelo aumento do tônus muscular. A hipertonia é permanente, inclusive quando a criança está em repouso. Este fenômeno manifesta-se de forma mais clara quando a criança realiza um esforço excessivo para tentar executar qualquer movimento. A persistência do aumento do tônus muscular origina posturas anormais que normalmente tornam-se típicas da criança e podem converter-se em deformidades ou contraturas (LIANZA *et al*, 2001)

Ao movimentar-se ou falar, a criança espástica muitas vezes apresenta a necessidade de fazer um grande esforço, mesmo nas ações motoras mais simples, que para a maioria das pessoas são feitas de modo automático.

2.1.3.2.2.Tipo atetósico ou discinético

A atetose é um transtorno que se caracteriza pela existência de movimentos irregulares, lentos e espontâneos. Podem localizar-se somente nas

extremidades ou estender-se a todo o corpo (SOUZA *et al*, s.d.). Os movimentos são de tipo espasmódico e incontrolado, com preservação de determinados reflexos primitivos (ROSENBLOOM, 1995). Há uma flutuação do tônus postural. É importante destacar que o movimento atetósico pode ser atenuado pelo repouso, sonolência e determinadas posturas, como em decúbito ventral ou sentada. Pelo contrário, pode ser exacerbado pela excitação, insegurança, pela posição dorsal e pela posição em pé.

A fala destas crianças é inconstante quanto ao ritmo, os sons são distorcidos devido aos movimentos involuntários, que os poderão até tornar incompreensíveis.

Esta situação poderá ser agravada por distúrbios respiratórios e movimentos excessivos.

Na generalidade trata-se de crianças que ainda em bebês foram hipotônicas e de constituição débil, que é agravada pelas suas dificuldades alimentares e respiratórias. Está também presente uma assimetria da cabeça e do tronco, os braços são mais afetados do que as pernas e encontram-se fortemente recuados em relação aos ombros.

2.1.3.2.3. Tipo atáxico

É um tipo raro de paralisia cerebral, no qual a incoordenação dos movimentos é gerada por uma lesão cerebelar (SOUZA *et al*, s.d.). Caracteriza-se por uma instabilidade de equilíbrio, com pobre controle da cabeça, do tronco e dos membros, o que torna a manutenção da postura ereta mais difícil de ser alcançada. É constante nestas crianças a existência de um baixo tônus postural que as leva a moverem-se lentamente, com as pernas muito abertas (para aumentarem a base de sustentação) e com muito cuidado, devido ao medo de perder o equilíbrio. Na execução de movimentos voluntários, aparecem sinais de que o cerebelo apresenta lesões. De um modo geral o tônus muscular encontra-se diminuído, mas existem casos em que existe um aumento desse mesmo tônus.

2.2. AVC Infantil

O Acidente Vascular Cerebral (AVC) é uma afecção consecutiva a uma lesão dos vasos cerebrais, que começa bruscamente e evolui em alguns segundos, minutos ou horas para uma síndrome neurológica de intensidade e conseqüências variáveis.

Este acometimento, que é mais comum em pessoas entre 60 e 80 anos (ROWLAND, 1986), pode ser de natureza hemorrágica, quando ocorre ruptura de um vaso, levando a um extravasamento de sangue com instalação de hematoma no cérebro, ou de natureza isquêmica, quando um déficit circulatório proveniente de uma oclusão arterial por êmbolo, trombose, arteriosclerose ou doenças infecciosas promove o infarto cerebral.

As complicações subseqüentes ao AVC ocorrem de formas e intensidades variáveis. A distribuição das seqüelas também pode variar, de acordo com a área do cérebro lesada, a extensão da lesão e condições prévias do paciente. Anatomicamente, os déficits motores são divididos da mesma forma que na paralisia cerebral.

A criança não pode ser considerada como um adulto em miniatura, porque seu cérebro está em constante desenvolvimento, tanto funcionalmente, como em sua composição química. Ao mesmo tempo, o sistema nervoso de um recém nascido, que ainda não sofreu influências do meio externo, difere do sistema nervoso de uma criança maior, por exemplo, em idade escolar, que já apresenta um certo domínio da linguagem e motricidade, com locomoção e preensão voluntárias. (ROWLAND, 1986).

Os AVCs observados na criança diferem dos observados em adultos em três pontos importantes: Fatores predisponentes, evolução clínica e localização anatômica das alterações patológicas (ROWLAND, 1986). Segundo WRAIGE *et al.*(2003), algumas diferenças entre as causas de AVC em crianças e adultos são os fatores causais, já que em crianças as doenças cardíacas são as maiores

causas de AVCs cardioembólicos e , em adultos o mesmo tipo de acidente pode ocorrer em consequência de causas mais heterogêneas.

2.2.1. Incidência

As informações a respeito do Acidente Vascular Cerebral Infantil (AVCI) são muito escassas. Os dados mais recentes relatam que a ocorrência é de aproximadamente 2,5 casos por 100.000 crianças por ano, ocorrendo mais freqüentemente em crianças com idade inferior a dois anos (HOFFEMAN, 2003). Estudos realizados em Rochester, Minesota (EUA), revelaram uma incidência semelhante (2,52 casos por 100.000 crianças por ano), embora os dados não abrangessem os casos de origem perinatal infecciosa ou traumática, que embora sejam clinicamente tratados como paralisia cerebral, podem ser incluídos entre os AVCs. Neste estudo também foi abordado um número muito pequeno de crianças da raça negra (ROWLAND, 1986).

No Brasil, não há dados a respeito da incidência e prevalência de casos de AVC infantil, uma vez que são ainda muito mais raros do que os casos de paralisia cerebral e muitas vezes não são diagnosticados corretamente. Também há dúvidas quanto à classificação de uma criança que sofreu AVC, se vai ser classificada como um AVC simplesmente ou como PC.

2.2.2. Epidemiologia

A família na maioria das vezes é surpreendida com o episódio vascular na criança, que geralmente ocorre de forma abrupta. Ao se tentar estabelecer uma causa para o ocorrido, em muitos casos não há sucesso, permanecendo a causa desconhecida, ou em termos clínicos, idiopática (ROWLAND, 1986; HOFFEMAN, 2003).

Dentre as causas conhecidas, a mais comum é a malformação cardíaca, seguida da anemia falciforme, malformações vasculares e algumas desordens genéticas. Processos infecciosos também fazem parte do grupo de agentes

causais, bem como algumas doenças reumáticas (lúpus eritematoso sistêmico, periarterite nodosa), traumatismo crânio encefálico (TCE), alguns tumores e traumas vasculares. Como as causas de acidentes vasculares cerebrais em crianças são distintas das causas em adultos, Wraige *et al.* (2003) sugerem que seja estabelecido um sistema especial de classificação para o AVC isquêmico em crianças.

Embora o AVC infantil esteja incluído entre as causas de paralisia cerebral, a literatura não entra em consenso quanto ao limite de idade dentro do qual a criança é considerada como PC (NELSON, 1997). Como o desenvolvimento puramente cerebral termina por volta dos 2-3 anos de idade, antes do desenvolvimento neuropsicomotor, que atinge seu ponto máximo entre os 6-7 anos de idade, a questão acima ainda não está elucidada para a comunidade científica.

2.2.3. Evolução e Tratamento

A evolução clínica do AVC infantil mimetiza a evolução da paralisia cerebral, sendo as seqüelas restantes semelhantes, bem como o prognóstico e tratamento (HOFFEMAN, 2003). A lesão cerebral permanece em ambos os casos, e o que se busca em termos de tratamento são estratégias de desenvolvimento e controle motor, visando intensificar a plasticidade neuronal, que é mais intensa em crianças. Em ambos os casos, o tratamento deve ser interdisciplinar, visando a um desenvolvimento máximo global e uma melhora da qualidade de vida.

Nos casos que serão tratados nesta dissertação, as crianças, tanto PC como as que sofreram de um AVC apresentam características clínicas de lesão no sistema piramidal e espasticidade. É necessário que se realize uma explanação sobre os temas, para que o mecanismo de lesão e as conseqüências motoras fiquem mais claros.

2.3. O Sistema Piramidal

Os sistemas piramidal e extrapiramidal compõem as vias eferentes somáticas, atuando sobre a motricidade voluntária e automática, o tônus e a postura. Acreditava-se que o sistema piramidal seria responsável pela motricidade voluntária e que o extrapiramidal seria responsável pelos movimentos automáticos e o uso destes termos com as referidas conotações espalhou-se na prática clínica. A validade desta divisão foi questionada quando se verificou que parte do sistema extrapiramidal influenciava a motricidade voluntária. Além disso, ambos os sistemas são interconectados (SMITH, WEISS e LEHMKUHL, 1997). A divisão tal qual foi citada no início do parágrafo ainda é utilizada do ponto de vista didático, mas deve permanecer claro de que se trata apenas de uma generalização das funções dos sistemas (MACHADO, 1993).

As vias piramidais compreendem dois tractos: o tracto córtico espinhal e o tracto córtico nuclear. O tracto córtico espinhal une o córtex cerebral aos motoneurônios medulares, cruzando a pirâmide bulbar e o tracto córtico nuclear parte também do córtex cerebral e termina nos núcleos dos nervos cranianos no tronco cerebral. A grande diferença entre os dois tractos é que de 75 a 90% das fibras do córtico espinhal cruzam para o outro lado na altura da decussação das pirâmides, formando o tracto córtico espinhal lateral, enquanto a maioria das fibras do córtico nuclear permanece no mesmo lado de origem. As fibras do tracto córtico espinhal que não cruzaram seguem seu trajeto ventralmente, constituindo o tracto córtico espinhal anterior (MACHADO, 1993).

A terminação das vias piramidais ocorre na substância cinzenta da medula ou nos núcleos dos nervos cranianos, onde ocorrem sinapses excitatórias e inibitórias com os interneurônios (SMITH, WEISS e LEHMKUHL, 1997). Também ocorrem sinapses diretamente com os motoneurônios alfa e gama.

Apesar das vias piramidais não serem compostas somente por fibras motoras, a principal função do sistema piramidal é motora, sendo o principal feixe

responsável pela motricidade voluntária, principalmente em se tratando de controle motor preciso de músculos individuais no homem.

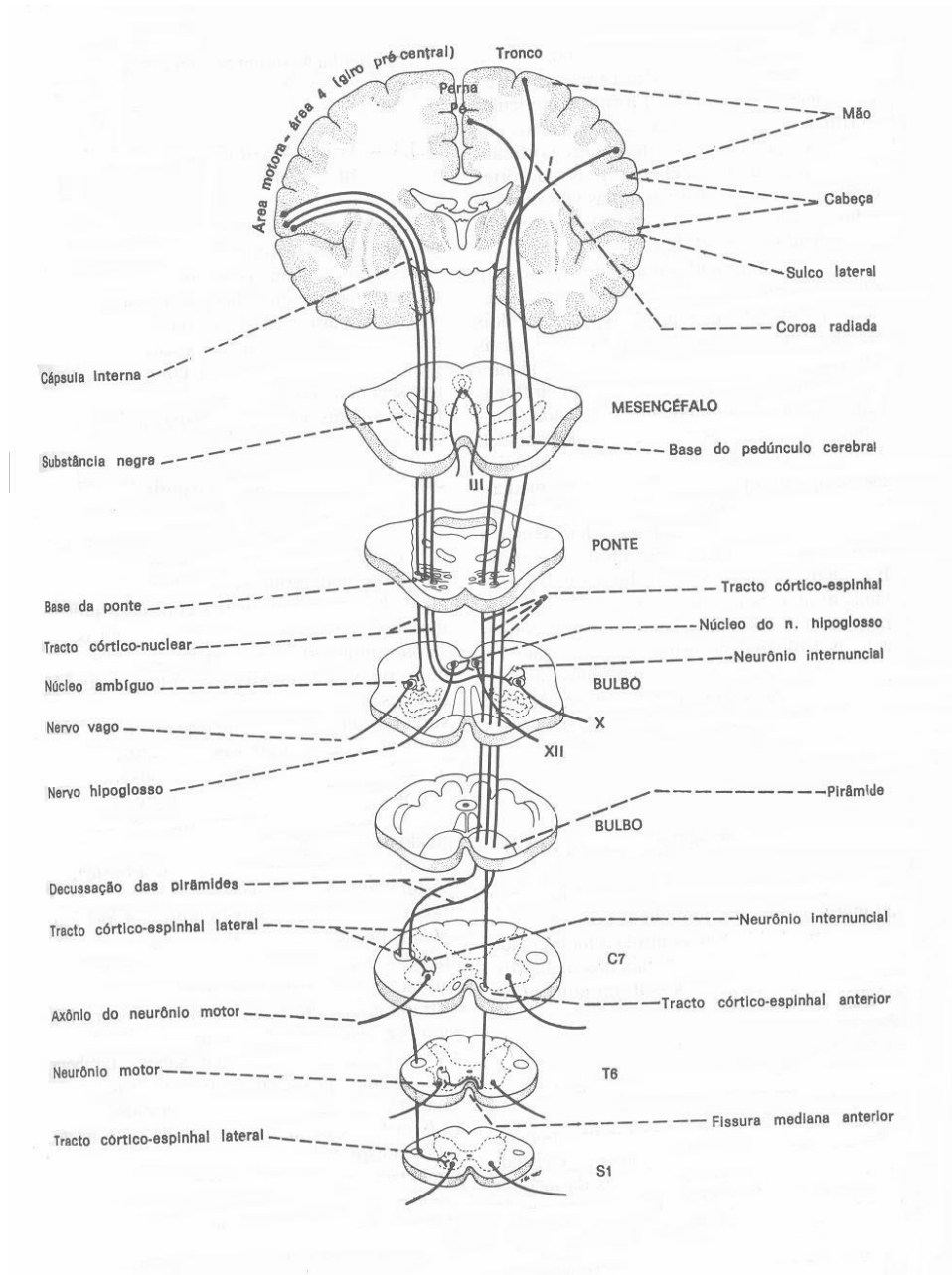


Figura 1: Via Piramidal. Extraída de Machado, 1993.

2.4. Lesão do neurônio motor superior

Embora o termo lesão do sistema piramidal seja muito empregado, é mais correto utilizar a expressão lesão do neurônio motor superior. Esta síndrome ocorre em decorrência de paralisia cerebral ou acidente vascular cerebral, dentre outros acometimentos que afetam a cápsula interna ou a área motora do córtex. A sintomatologia não pode ser atribuída apenas ao sistema piramidal, porque envolve também outras vias descendentes. Nesta síndrome estão presentes alguns achados clínicos, como o sinal de Babinski (resposta anormal em extensão a um estímulo na planta do pé) e a hipertonia espástica, embora os mecanismos destes dois achados ainda não tenham sido completamente elucidados. (MACHADO, 1993). Alguns sinais clínicos indicativos de lesão do neurônio motor superior são a espasticidade e a co-contracção.

2.4.1. Espasticidade

O tônus muscular é definido como o grau de resistência ao alongamento passivo (DAVIDOFF, 1992) e apresenta componentes distintos, como a inércia da extremidade, as propriedades mecânico-elásticas dos tecidos conjuntivo e muscular e o reflexo miotático (SMITH, WEISS e LEHMKUHL, 1997; TEIXEIRA, OLNEY e BROWNER, 1998). É controlado pelos motoneurônios gama, que inervam as fibras intrafusais dos fusos musculares (DAVIDOFF, 1992). As fibras do motoneurônio gama provocam encurtamento das fibras intrafusais, que por sua vez provocam alongamento das porções equatoriais do fuso, resultando em um aumento de atividade das fibras aferentes Ia.

A hipertonia espástica é uma desordem motora caracterizada pela hiperexcitabilidade do reflexo de estiramento velocidade-dependente com exacerbação dos reflexos profundos e aumento do tônus muscular (LIANZA *et al*, 2001). A espasticidade está presente nas lesões do neurônio motor superior, como acidente vascular cerebral, paralisia cerebral, lesões medulares, neoplasias, trauma crânio-encefálico, doenças heredo-degenerativas e desmielinizantes, entre

outras. O impacto na vida do paciente ocorre devido à fraqueza muscular, fadiga e falta de destreza na realização dos movimentos finos.

A fisiopatologia da espasticidade é pouco compreendida e algumas teorias são conflitantes entre si. Uma das teorias mais difundidas é a de que na espasticidade há redução da ação dos neurônios inibidores ou reguladores (BASMAJIAN, 1985). As lesões supraespinhais causam uma redução da excitação de grupos inibitórios como do grupo II, que são neurônios inibitórios da musculatura antagonista e facilitadores da musculatura agonista. Outra teoria é associada a hiperexcitabilidade dos motoneurônios gama, fazendo com que os fusos musculares se tornem mais sensíveis ao alongamento, tornando a contração muscular nos músculos antagonistas quase reflexas (TEIXEIRA, OLNEY e BROWNER, 1998).

As manifestações físicas da espasticidade incluem dores, movimentos involuntários, posturas anormais e resistência aumentada ao movimento, o que pode levar a problemas secundários, como alteração do comprimento muscular, culminando com o desenvolvimento de contraturas (diminuição do comprimento muscular, reversível com tratamento conservador) e até mesmo deformidade muscular, que não é reversível em tratamentos conservadores, somente podendo ser resolvida cirurgicamente (RICHARDSON, 2002). Ocorre também um desequilíbrio articular devido à sobreposição da musculatura antagonista sobre a agonista, pois a presença de espasticidade na primeira limita a força produzida pela segunda durante a realização do movimento voluntário. A consequência é que com o passar do tempo, ocorrerá um enfraquecimento por desuso da musculatura agonista, levando a um ciclo vicioso que pode culminar com deformidade articular.

Em seu estudo, Levin e Hui-Chan (1994), declararam que a correlação entre a severidade da espasticidade e a atividade muscular residual é clara. O controle motor desorganizado na espasticidade é evidenciado pela atividade eletromiográfica alterada que foi encontrada, bem como padrões anormais de co-

contração entre agonistas e antagonistas. Os objetivos do estudo foram comparar o sinal EMG e a força gerada pelos plantiflexores e dorsiflexores em sujeitos hemiparéticos e normais e investigar sua reprodutibilidade e correlação com a espasticidade. Como resultados, encontrou-se que os pacientes hemiparéticos geraram forças de dorsiflexão 59% e plantiflexão 33% menores no lado afetado com relação ao lado são. Esta correlação se mostrou altamente reproduzível, podendo-se tirar como conclusões que o aumento na taxa de cocontração e a diminuição da força durante contração voluntária máxima no tornozelo correlacionam-se altamente com a severidade da espasticidade medida clinicamente.

2.4.2. Co-contração

A co-contração muscular pode ser definida como a ativação simultânea de grupos musculares agonistas e antagonistas que atravessam a mesma articulação e agem no mesmo plano (OLNEY, 1985). Mecanicamente, este padrão de ativação aumenta a rigidez articular, enquanto limita a produção de força do agonista. Em crianças com PC, a co-contração tem sido presenciada qualitativamente durante a marcha. Embora pesquisadores não tenham quantificado precisamente a co-contração durante o movimento de pessoas com PC, o grau de coatividade do agonista tem sido estimado matematicamente nesta população por meio de vários métodos computacionais (DAMIANO *et al.*, 2000).

Uma co-contração aumentada é presumivelmente prejudicial ao desempenho motor em um PC; entretanto, poucos pesquisadores têm documentado as implicações funcionais negativas de seu uso excessivo (DAMIANO *et al.*, 2000). A co-contração aumenta a rigidez articular, o que torna o movimento mais laborioso. Este aumento pode ser benéfico, caso seja uma estratégia do paciente para aumentar a estabilidade, ou maléfico, porque em excesso impede a realização do movimento.

2.5. Características dos pacientes Hemiparéticos Espásticos

As lesões do neurônio motor superior que causam hemiplegia prejudicam o controle seletivo dos movimentos e expõem primitivos modos de ativação muscular, o que resulta em um controle semi-voluntário do movimento. A taxa de estiramento não diferencia espasticidade de contratura, uma vez que tanto o estiramento rápido como o lento freqüentemente causam uma resposta muscular sustentada (PERRY, 1993).

Padrões primitivos de extensão e flexão em massa inibem a progressão normal da marcha. A ativação simultânea do sóleo e gastrocnêmio com o quadríceps causa flexão plantar prematura quando o membro está suportando peso (em pé, por exemplo). A sinergia primitiva entre o quadril, joelho e tornozelo inibem a extensão do joelho na fase de balanço final enquanto o quadril permanece flexionado (PERRY, 1993).

Em consequência da espasticidade, da falta de um controle motor mais fino e da cocontração, os pacientes seqüelados de PC hemiplégicos, ou hemiparéticos espásticos podem apresentar desequilíbrios musculares entre os músculos agonistas e antagonistas, o que representará um padrão de postura muito comum: flexão do antebraço afetado, com pronação, flexão de punho e dedos e no membro inferior, tendência à postura em extensão de quadril e joelho, adução e rotação interna de quadril e plantiflexão com pronação do pé (pé eqüino-varo). Estes desequilíbrios tornam a marcha muito mais artilosa, com grande gasto de energia, dificuldades em manter o equilíbrio e a velocidade das passadas. Muitas vezes estes desequilíbrios tornam a marcha impossível.

O'Connell e colaboradores, em 1998, realizaram um levantamento sobre as principais deformidades dos pés encontradas em 200 crianças com paralisia cerebral. Das deformidades encontradas, 59% eram em eqüino, sendo a mais freqüente o eqüino-valgo. A explicação para tal achado conflitante com os de outros trabalhos foi a de que o pé eqüino-varo tem sido tratado cirurgicamente na tenra infância em crianças irlandesas, o que pode ter afetado o estudo,

demonstrando mais deformidades em equino-valgo que em equino-varo, contrariamente ao previsto. A presença de deformidades nos pés foi associada a um efeito deletério na marcha das crianças. Das 200 crianças com paralisia cerebral pesquisadas, somente 29 não apresentaram deformidades nos pés. Os autores consideram que o fator primário de desenvolvimento de deformidades seja o desequilíbrio muscular entre agonistas e antagonistas, que primeiro faz com que ocorra uma deformidade dinâmica, na qual ainda há um alongamento passivo da articulação. Caso esta deformidade não seja tratada ou minimizada, pode tornar-se fixa e, neste caso, somente pode ser resolvida cirurgicamente.

A inteligência dos hemiparéticos espásticos normalmente é preservada, podendo ocorrer alguns problemas de comportamento devido à ansiedade e ao fato da criança sentir-se observada ao caminhar e realizar atividades físicas na escola, por exemplo.

Com relação à força muscular da musculatura agonista, isto é, daquela que se opõe aos músculos espásticos, Wiley e Damiano, em 1998 realizaram um estudo com dinamometria em três grupos de crianças: um grupo de crianças normais (n=16), outro de seqüeladas de PC diplégicas (n=15) e outro de seqüeladas de PC hemiplégicas (n=15). A finalidade destes testes de força foi determinar e quantificar a fraqueza muscular nos membros inferiores de pacientes com PC. A fraqueza mais pronunciada foi verificada nos grupos musculares mais distais e os flexores de quadril e plantiflexores tendem a ser relativamente mais fortes que seus antagonistas em crianças com PC espástica. A conclusão deste estudo foi que crianças com PC espástica demonstraram fraqueza significativa na extremidade inferior e desequilíbrio entre agonistas e antagonistas da mesma articulação.

Em hemiplégicos, as medições do tibial anterior e dos músculos sóleo e gastrocnêmios obtiveram os resultados mais expressivos. No músculo tibial anterior, os valores de força encontrados foram significativamente menores no lado afetado com relação ao lado não-envolvido. Os resultados dos outros grupos

musculares sugerem uma fraqueza generalizada e bilateral dos hemiplégicos com relação ao grupo de comparação, o que na discussão do estudo reforça a sugestão de treinamentos de fortalecimento neste grupo de crianças.

Outro trabalho que sugere o treinamento de força em crianças com paralisia cerebral é o de Damiano, Dodd e Thaylor (2002), que preconizam exercícios resistidos, atividades e adequada eletroestimulação como as únicas maneiras diretas de promover um aumento de força muscular, podendo ser úteis também em aumentar o maximizar a função motora, porém, para tal aumento de função, é necessário que haja outras intervenções terapêuticas, que objetivem atacar diferentes componentes da disfunção motora.

Estudos deste tipo são relativamente recentes, e vêm após décadas de ignorância destas quantificações, durante o predomínio total da terapia baseada no neurodesenvolvimento. O fortalecimento muscular era desencorajado por medo de se aumentar a espasticidade e movimentos anormais, interferindo no controle motor. Alguns estudos estão sendo realizados, como o de Levin e Chan, em 1994, que foi citado no tópico sobre espasticidade, mas ainda há muitas questões sobre a extensão e os padrões de fraqueza em crianças com PC espástica.

2.6. Reabilitação

O paciente deve ser tratado por uma equipe multidisciplinar que vise a redução dos déficits motores, psicológicos, educacionais, na tentativa de integrar o paciente de forma mais natural possível à comunidade (LEFÉVERE, 1985). Infelizmente, o sistema de saúde brasileiro apresenta dificuldades em proporcionar um tratamento amplo e completo aos seus pacientes, que na maioria das vezes não podem arcar com os altos custos do tratamento particular. Neste caso, o apoio dos pais em aprender e realizar os cuidados primários com seus filhos deve ser incentivado, através de iniciativas da equipe médica.

O tratamento deverá ser personalizado, porque cada paciente apresenta dificuldades e objetivos únicos. Em casos extremamente graves, a família deve

ficar atenta, porque o paciente pode necessitar de várias internações, sendo que alguns podem morar em instituições de assistência à Paralisia Cerebral (LEFÉVERE, 1985).

As metas devem ser estipuladas entre os terapeutas, educadores, pais e pacientes e as estratégias a serem adotadas devem ser eficientes para facilitar a aquisição e refinamento de habilidades, favorecendo experiências sensório-motoras, prevenindo e minimizando deformidades. Também é fundamental a integração de aspectos cognitivos e comportamentais do aprendizado motor e educação do indivíduo, da família e de outros profissionais da saúde. (UNPHRED, 1994).

A criança apresenta maior capacidade de recuperação e aprendizado do que o adulto, sendo um consenso que o distúrbio motor congênito é menos grave que o adquirido na vida adulta. (PIOVESANA, 1999).

O objetivo da equipe de reabilitação perante os pacientes que sofreram Paralisia Cerebral é principalmente melhorar sua qualidade de vida, diminuindo ao máximo seu grau de dependência, através de técnicas de reabilitação motora, funcional, e até psicológica. Técnicas adequadas de reabilitação proporcionam um mecanismo eficaz para o indivíduo organizar estratégias de reconexão cortical (neuroplasticidade).

Segundo Araújo Leitão (1983) “a inclusão da Fisioterapia no tratamento da Paralisia cerebral, deve constituir norma obrigatória”. Nenhum especialista (ainda que médico), deverá então excluir ou minimizar a fisioterapia, optando por outra intervenção. Mesmo estando cientes de que a paralisia cerebral é incurável, o tratamento pela fisioterapia pode oferecer algumas perspectivas de uma recuperação motora não atingível de outro modo.

A Fisioterapia na paralisia cerebral visa o desenvolvimento das capacidades motoras gerais e tem como principal objetivo promover a estabilidade da criança e o maior controle da marcha (CARDOSO, 1971). A Fisioterapia tem a

obrigação de intervir de maneira adequada, avaliando o paciente e as estratégias utilizadas periodicamente, de modo a permear as condutas e tomadas de decisão. São identificados alguns componentes básicos, como (RICARDSON, 2002):

- Identificação inicial do problema, através de procedimentos avaliativos, subjetivos e objetivos;
- Estabelecimento de objetivos claros e adequados;
- Identificação minuciosa dos principais déficits encontrados;
- Implementação da intervenção escolhida;
- Reavaliação e reorganização das estratégias terapêuticas.

Historicamente, o tratamento de crianças com paralisia cerebral sempre foi alvo de controvérsias entre os profissionais, havendo muitas correntes terapêuticas distintas. Dentre estas correntes estão os métodos ontogenéticos e os filogenéticos. O método ontogenético baseia-se na ordem cronológica da evolução neuropsicomotora normal, enquanto que o método filogenético utiliza a escala do desenvolvimento observado na evolução das atividades motoras desde os movimentos mais simples dos peixes, aumentando-se a complexidade, ao passar por batráquios, répteis e mamíferos (CARDOSO, 1971).

Das correntes ontogenéticas, uma das mais difundidas é o método de neurofisiológico de Bobath (1978). Neste método, as técnicas de manipulação são por atuação central, utilizando-se de posições inibitórias reflexas, que inibirão os reflexos tônicos, atuando sobre os reflexos musculares, reflexos tônico-cervicais, labirínticos e até de posturas anormais. Outros métodos utilizados são os de Kabat (KNOTT, 1968), Phelps e Rood (CARDOSO, 1971). Um misto dos métodos supracitados é utilizado amplamente na Fisioterapia convencional, porque baseia-se principalmente no neurodesenvolvimento funcional.

Um exemplo de terapia filogenética é o método de Temple Fay, que utiliza padrões motores primitivos e reflexos patológicos como meios terapêuticos

(CARDOSO, 1971). Atualmente, este método não tem sido empregado na prática fisioterapêutica.

As técnicas de fortalecimento muscular dos grupos agonistas fracos recentemente vem ganhando espaço na prática clínica. Pesquisas como as de Levin e Chan (1994), Wiley e Damiano (1998) e Damiano, Dodd e Taylor (2002), Carmick (1993, 1995) denotam a necessidade de se utilizar técnicas de fortalecimento muscular, sendo através de exercícios progressivamente resistidos ou com o auxílio da eletroestimulação.

A participação da família na escolha da fisioterapia também é muito importante. Parkes e colaboradores em 2002, realizaram um estudo no qual entrevistou-se os pais e os terapeutas de 212 crianças da Irlanda do Norte a respeito da realização de fisioterapia por parte de seus filhos, com questões sobre a quantidade de sessões, os maiores períodos de falta da criança, bem como a visão dos pais sobre a quantidade de fisioterapia administrada às crianças com PC. Foi constatado que a utilização da fisioterapia era alta (cerca de 96% das crianças realizaram fisioterapia durante o período escolar), sendo que 59% das crianças realizavam terapias pelo menos duas vezes por semana, por 30 minutos. Durante as férias de verão, cerca de 43% das crianças descontinuavam a fisioterapia. Quanto mais severa a forma de PC da criança, maior a intensidade da fisioterapia. Constatou-se também que 74% dos pais gostariam de uma maior frequência de fisioterapia para seus filhos. A importância deste estudo foi a de verificar a opinião dos pais sobre a realização de terapias, mostrando que esta forma de abordagem é vista com boa receptividade pela família.

Quanto à intensidade ótima de realização de terapias pelas crianças, ainda não há um consenso entre os pesquisadores e terapeutas, mas sabe-se que quando a intensidade é muito baixa, os resultados obtidos não são satisfatórios. Mayo (1991) afirmou que crianças com funções motoras atrasadas que foram atendidas 4 vezes ao mês apresentaram melhoras mais marcantes que as que realizaram terapias somente 1 vez por mês. Em contrapartida, os programas

terapêuticos muito intensos, como o de cinco vezes semanais podem ser cansativos e estressantes para as crianças e seus familiares, diminuindo a adesão ao tratamento. Em 2001, Bower e colaboradores constataram que não houve diferenças de resultados funcionais (GMFM - Gross Motor Function Measurement) entre crianças que realizaram terapia 5x semanais e as que se submeteram a duas terapias por semana. Trahan e Malouin, em 2002 realizaram um protocolo não-convencional de terapias, alterando períodos de terapia intensiva (4x semanais durante 4 semanas) com períodos sem terapia (8 semanas), por período total de seis meses, em crianças com PC grave. Como resultados, as crianças obtiveram uma melhora de 9,2% nos escores de GMFM e este valor se manteve no repouso. Os pesquisadores concluíram que tal esquema terapêutico foi bem tolerado e demonstrou melhoras funcionais.

Os procedimentos fisioterapêuticos objetivam gerar melhorias no controle motor, força e sensibilidade, melhorando as habilidades da criança. A base para a utilização de exercícios terapêuticos e equipamentos de fisioterapia é a plasticidade neuronal.

2.6.1. Plasticidade do sistema nervoso e muscular e sua relação com a Fisioterapia

A plasticidade neuronal é o ponto culminante da nossa existência e desenvolvimento ao longo da vida. Todo o processo de aprendizagem e também de reabilitação dependem das precondições de estimulação, facilitação e inibição (DAVIES, 1996) e também da capacidade que o organismo tem de assimilar novas instruções. A fisioterapia busca, através de suas técnicas, facilitar o processo de aprendizagem ou reaprendizagem de movimentos e do controle dos mesmos, baseando-se na capacidade de reorganização do sistema nervoso, que pode ser ampliada pela atividade terapêutica com objetivos definidos e adequados ao paciente.

Após uma lesão encefálica, o Sistema Nervoso Central (SNC) perde conexões estabelecidas, como no caso da lesão do neurônio motor superior, na

qual muitos neurônios e suas sinapses foram destruídos. A destruição destes terminais neuronais leva os preservados a um comportamento anormal, prejudicando a transmissão nervosa. Este comportamento é temporário, e após a fase inicial, sinapses dormentes ou ineficazes tornam-se ativadas e podem contribuir para a recuperação de funções (GOLDBERGER e MURRAY, 1985 *apud* VILLAR,1997).

Os mecanismos pelos quais ocorre a recuperação de funções após uma lesão são muito complexos. Há algumas teorias que tentam elucidá-los e que serão brevemente citadas:

- Brotamento Axonal: é um novo crescimento de processos a partir dos axônios ou terminais, derivados de neurônios não lesionados. O brotamento em axônios pode restaurar parcialmente os circuitos danificados e pode tornar-se parte da recuperação funcional (VILLAR B, 1997). Após o brotamento, ocorre o alongamento dos brotos e a seguir a sinaptogênese. O brotamento é mais acentuado em estágios iniciais do desenvolvimento humano.
- Ativação de sinapses latentes: Em situações normais, algumas sinapses podem ser ineficazes. Quando ocorre lesão, estas sinapses podem vir a tornar-se eficientes, devido à necessidade de utilização das mesmas.
- Supersensitividade de desnervação: Após a desnervação que se segue à lesão neuronal, a célula pós-sináptica torna-se quimicamente supersensível (THESKEFF e SELLIN, 1980), tornando o tecido suscetível a reinervação.

Antigamente, havia o conceito de que a falta de capacidade de divisão neuronal supunha a impossibilidade de recuperação funcional eficaz, o que justificava a inércia terapêutica, ao se esperar que o tempo ou a natureza fizessem algo para a recuperação espontânea das funções danificadas. Atualmente, o conhecimento sobre a plasticidade neuronal colocou um ponto final na inércia

terapêutica, fazendo com que fossem estudadas e criadas inúmeras formas de reabilitar, que são traduzidas em transmissões químicas e elétricas que viajam através de um número limitado de vias. Assim, muitos procedimentos terapêuticos podem produzir a mesma neurotransmissão (UNPHRED, 1994).

É de responsabilidade do terapeuta selecionar métodos que sejam mais eficientes para cada paciente. Além disso, a escolha entre vários procedimentos e abordagens promove uma flexibilidade ao terapeuta, tornando as terapias mais dinâmicas e interessantes (UNPHRED, 1994).

2.6.2. Eletroestimulação Neuromuscular (EENM)

2.6.2.1. Breve Histórico

Há mais de dois mil anos a eletricidade fascina e intriga a humanidade. Nos tempos antigos, médicos utilizavam o peixe-torpedo ou enguias para transmitir corrente elétrica aos seres humanos com propósitos terapêuticos, que variavam do controle da dor até o ressuscitamento (DALY, 1996).

Na metade do século XVII, Francesco Redi realizou pesquisas com o peixe elétrico e concluiu que a energia era originada de músculos altamente especializados.

Em 1773, Walsh foi capaz de demonstrar claramente que os tecidos musculares poderiam gerar uma faísca de eletricidade (BASMAJIAN, 1985).

Durante a última década do século XVIII, Luigi e Lucio Galvani conduziram uma série de estudos que demonstraram que a contração muscular pode ser evocada por uma descarga de eletricidade estática. Até 1792, Volta concordava com estes resultados, mas depois chegou a conclusão que o fenômeno Galvani não tinha emanado diretamente do tecido, mas era estimulado por metais que tocavam o músculo. Dois anos depois, Galvani foi capaz de demonstrar que o disparo do músculo ocorria tanto pelo contato com o nervo como com o metal. Em 1801, Ritter pesquisa sobre o tempo de estimulação elétrica e a contração

muscular e particularmente sobre o fenômeno da acomodação (BASMAJIAN, 1985).

O galvanômetro, uma robusta ferramenta para medir corrente elétrica e também a atividade muscular, foi inventado no início do século XIX.

Faraday, em 1831, descobriu a corrente farádica, posteriormente muito utilizada em estimulação.

Em 1849 Du Bois Reymond provou a primeira evidência de atividade elétrica em músculos humanos durante a contração voluntária.

O primeiro pesquisador a introduzir o uso da estimulação elétrica para excitar nervos em humanos foi Duchenne de Boulogne (1876). Ele colocou eletrodos sobre nervos e pontos motores musculares e verificou a presença ou ausência de excitabilidade nos músculos e foi o precursor do eletrodiagnóstico moderno.

Muitos avanços ocorreram entre o fim do século XIX e o início do século XX, possibilitando que em 1921 Bernard instituisse a corrente diadinâmica, e Nemeç, em 1950, a corrente interferencial, que são amplamente utilizadas em reabilitação (BASMAJIAN, 1985).

2.6.2.2. Definições

A eletroestimulação neuromuscular de superfície é a utilização de corrente elétrica externa e controlada aplicada na superfície cutânea, através de eletrodos adequados, com o objetivo de atingir um músculo ou um grupo muscular e/ou seus terminais nervosos, produzindo neles uma contração muscular.

A eletroestimulação neuromuscular ocorre por meio de aparelhos que produzem pulsos elétricos que causam excitação dos nervos periféricos e, subseqüentemente, do tecido muscular (HULTMAN *et al.*, 1983 *apud* HOWE , 1998). Os pulsos elétricos penetram nos tecidos corporais através de eletrodos de

superfície. Atualmente, muitos tipos diferentes de eletroestimuladores estão disponíveis no mercado. As principais diferenças entre eles estão na saída elétrica, que pode determinar uma corrente constante ou uma tensão constante (HOWE, 1998).

A eletroestimulação neuromuscular (EENM) é uma técnica utilizada em Fisioterapia, que tem como objetivos principais a reeducação muscular, retardamento de atrofia, inibição temporária de espasticidade e a redução de contraturas e edemas (VILLAR, 1997).

2.6.2.3. Definição de parâmetros em eletroestimulação

O entendimento dos parâmetros ajustáveis de eletroestimulação disponíveis nos equipamentos comerciais é fundamental para a correta utilização do equipamento e para a minimização dos riscos ao paciente.

2.6.2.3.1. Frequência

Definida em Hertz, ou número de ciclos por segundo, é a frequência do trem de estímulo, na qual os pulsos são produzidos em intervalos regulares (HOWE, 1998). Por exemplo, na estimulação a uma frequência de 50 Hertz, serão produzidos 50 estímulos por segundo. A frequência em eletroestimulação é de vital importância, uma vez que frequências superiores a 15 Hz promovem contrações tetanizantes e até o limite de 50 Hz, o aumento de frequências conferirá uma maior força de contração (GUIRRO e GUIRRO, 1996). As frequências mais utilizadas em eletroestimulação para fortalecimento muscular situam-se na faixa entre 30 a 50 Hz (MYLON-TECH, 2003) Kerr, McDowel e McDonough, em 2004, realizaram um estudo de revisão da eletroestimulação em crianças com paralisia cerebral, no qual os parâmetros encontrados nas pesquisas revisadas situava-se na faixa entre 5 a 100Hz, e os valores mais frequentes estavam na faixa de 30Hz. Scott, em 1985, realizou um estudo no qual concluiu que a tensão muscular gerada em uma frequência de 10Hz foi de aproximadamente 25% da gerada em 40Hz, que foi de 85 a 95% da contração tetânica máxima.

2.6.2.3.2. Amplitude

A amplitude do estímulo elétrico fornecido por um eletroestimulador pode ser indicada pela distância pico-a-pico de um ciclo (figura 2). Pode ser expressa em Volts ou miliampères, dependendo do tipo do estimulador, se é de tensão elétrica constante ou de corrente constante, respectivamente (HOWE, 1998). A amplitude deve ser ajustada com o auxílio do paciente, de acordo com a sensibilidade de cada um. A corrente não deve provocar dor, podendo causar um leve desconforto inicial, devido à sensação de formigamento.

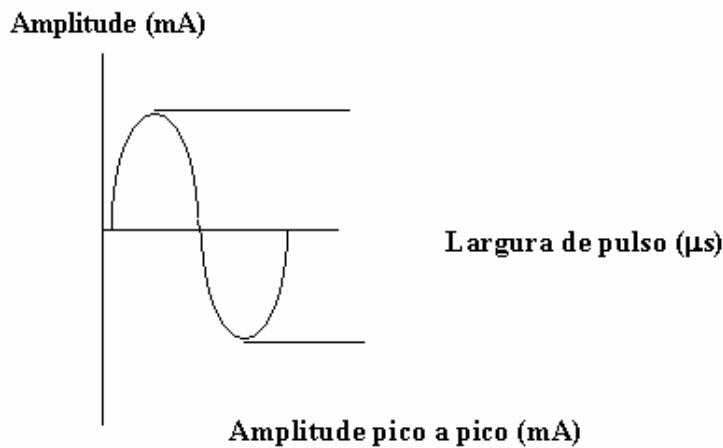


Figura 2: Amplitude pico a pico de um impulso elétrico. A amplitude é o espaço compreendido entre as duas linhas paralelas no ápice de cada curva. Modificado de KITCHEN e BAZIN, 1998.

2.6.2.3.3. Largura de pulso (fig 2)

É a duração da forma da onda de cada pulso de estímulo, de saída a 50% da amplitude máxima e é expressa em microssegundos (μs). Não há uma padronização com relação à largura de pulso que deve ser utilizada. Em cada pesquisa, um valor diferente é utilizado, variando de 100 a 1000 microssegundos. O resultado disso é a enorme divergência nas conclusões dos experimentos (BRASILEIRO & VILLAR, 2000). Quanto ao conforto do paciente, a estimulação com pulsos de 200 a 500 μs fornece os melhores resultados entre a efetividade da

ativação do nervo com uma energia de ativação moderada (GUIRRO & GUIRRO, 1996).

2.6.2.3.4. Forma de onda (figs. 4, 5 e 6)

É o formato do pulso de estimulação. A corrente pode ser contínua (galvânica), não mudando de polaridade, ou alternada. A corrente alternada é fornecida em pulsos de altas frequências, o que diminui a impedância da pele (HOWE, 1998). As ondas de corrente alternada, ou bifásicas são denominadas de *bifásicas simétricas* (fig. 5) quando as formas e amplitudes dos pulsos positivo e negativo são idênticas e de *bifásicas assimétricas* (fig. 6) quando a forma e a amplitude dos pulsos não são iguais (HOWE, 1998). As ondas bifásicas possibilitam um fluxo igual de corrente em ambas as direções, diminuindo a ionização da pele e produzindo um efeito de estimulação igual ao padrão monofásico, além de não causarem uma polarização sob os eletrodos, o que ocorre com as ondas monofásicas. Os estímulos bifásicos são considerados mais confortáveis que os monofásicos (GUIRRO & GUIRRO, 1996).

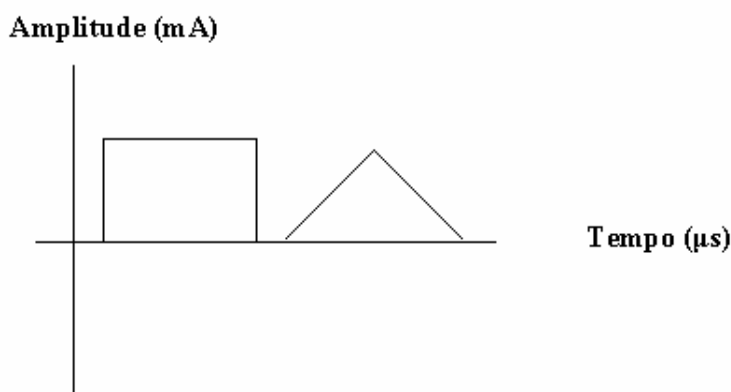


Figura 4: Pulsos Unidirecionais, quadrado e triangular. Modificado de KITCHEN & BAZIN, 1998.

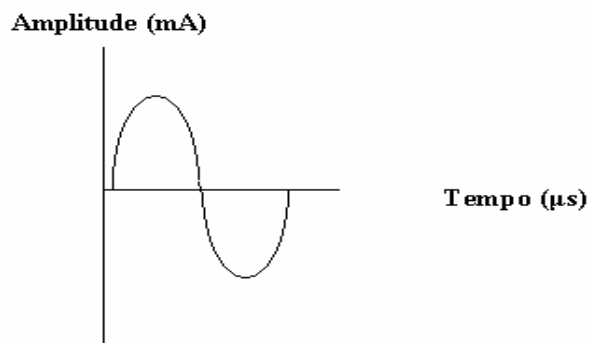


Figura 5: Onda bifásica simétrica (senóide). Modificado de KITCHEN & BAZIN, 1998.

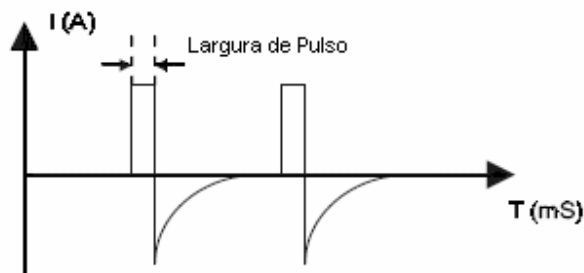


Figura 6: Onda bifásica assimétrica. Extraído do manual FES VIF 995-Quark produtos médicos, 2002.

2.6.2.3.5. Duração da estimulação e ciclo ON/OFF.

A duração da estimulação é o tempo, em minutos ou horas durante o qual foi aplicada a eletroestimulação (HOWE, 1998). O ciclo ON/OFF de um eletroestimulador é o período de estimulação propriamente dito com relação ao período de repouso em uma sessão. Tratamentos padrões situam-se na faixa de 5 a 15 segundos de estimulação por 10 a 30 segundos de repouso (MYLON-TECH, 2003).

2.6.2.3.6. Eletrodos

Os eletrodos conduzem a corrente elétrica do equipamento até o paciente. Quanto maior a superfície do eletrodo, menor será a densidade de corrente em um

ponto e quanto menor for a superfície, maior a densidade e a contração produzida em um ponto (GUIRRO e GUIRRO, 1996; HOWE, 1998, ALEXANDRA HOSPITAL, 2003).

O material de composição dos eletrodos é variado, havendo eletrodos de vários tipos, como os eletrodos descartáveis, que são auto-adesivos e os eletrodos de borracha de silicone impregnada de carbono, que são os mais utilizados. Para o último tipo de eletrodo faz-se necessário o acoplamento entre o eletrodo e a pele limpa através de um gel condutor (KITCHEN, 1998).

A colocação dos eletrodos é muito importante para se obter os melhores resultados. É mais fácil ativar o músculo pelo estímulo no seu ponto motor, que é o local onde o músculo pode ser estimulado e contraído utilizando-se da menor quantidade de energia (KITCHEN, 1998). Um segundo eletrodo pode ser aplicado em outro local no músculo ou próximo a ele.

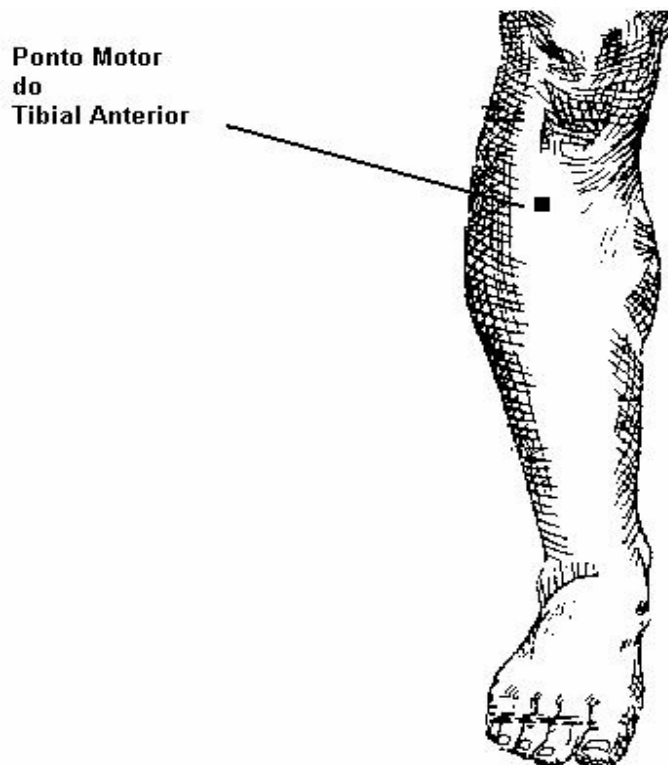


Figura 7: Ponto motor do músculo tibial anterior. Baseada em Kitchen & Bazin (1998).

2.6.2.4. Aplicações e bases fisiológicas da EENM

A excitabilidade dos tecidos nervoso e muscular proporciona a base para a aplicação terapêutica da estimulação elétrica. Recentemente, a estimulação tem sido utilizada na complementação de programas de exercícios e, nos últimos anos, as respostas musculares clínicas e fisiológicas a eletroestimulação têm sido investigadas (SCOTT, 1998).

Ao contrário do exercício físico, que normalmente é mais global, na estimulação elétrica a atividade fica restrita ao músculo estimulado e, desde que os estímulos sejam de intensidade e duração suficientes para que ocorra despolarização da membrana nervosa, serão gerados potenciais de ação nos nervos motores e ocorrerá a contração muscular. A ordem de recrutamento pode não ser a mesma das contrações voluntárias, tendendo-se a estimular mais facilmente os motoneurônios de maior diâmetro (DALY, 1996; SCOTT, 1998).

A eletroestimulação tem sido utilizada na prática fisioterapêutica com o intuito de promover um auxílio na diminuição da espasticidade imediatamente após as terapias bem como na prevenção de atrofia em lesões musculares ou de origem nervosa, além de incrementar o fortalecimento muscular e servir como uma estratégia adicional de reorganização das conexões neuronais que foram danificadas (VILLAR *et al*, 1997 A).

A estimulação elétrica empregada no ser humano apresenta uma faixa de freqüências comumente situada abaixo dos 100Hz e tradicionalmente tem sido utilizada para facilitar ou mimetizar as contrações voluntárias. O que surpreende é a carência de estudos que avaliem as alterações fisiológicas que podem ocorrer, ou que identifiquem e monitorem os aspectos do desempenho motor (por exemplo, a habilidade e a restauração do desempenho funcional em resposta a eletroestimulação) (SCOTT, 1998).

Pesquisas em animais e seres humanos confirmam que é possível a modificação das propriedades dos músculos esqueléticos por meio da estimulação

elétrica prolongada. As alterações funcionais e estruturais correlacionam-se com as mudanças moleculares, confirmando a plasticidade muscular. Pesquisadores e clínicos relatam que como efeitos do uso da eletroestimulação prolongada, ocorrem mudanças na função muscular, bem como melhoras na condição geral do tecido mole circundante (DALY *et al.*, 1996). Kerr e colaboradores (2004), em seu artigo de revisão relatam que duas teorias sobre mecanismos de fortalecimento são propostos: primeiro, o músculo fortalecer-se-ia pelo princípio da sobrecarga, o que aumentaria a área de secção transversal do músculo; o segundo seria o recrutamento seletivo das fibras tipo II (de contração rápida e grande diâmetro), causando um aumento da eficiência sináptica do músculo. Jensen e Sinkjær (2001), estudaram os efeitos da EENM na inervação aferente de ratos anestesiados e relataram que a informação sensorial fica preservada na inervação aferente de músculos submetidos a eletroestimulação.

A estimulação elétrica funcional (EEF) é a estimulação elétrica do músculo privado do controle normal, para a produção de uma contração funcionalmente útil. A EEF ou FES (functional electrical stimulation) provoca a contração de um músculo paralisado, afetando as vias sensitivas que contribuem para a normalização das atividades motoras reflexas básicas. Tem sido bastante utilizada na reabilitação de:

- Hemiplégicos;
- Paraplégicos e quadriplégicos;
- Crianças com paralisia cerebral;
- Outros pacientes que sofrem de danos ou enfermidades do SNC.

O termo “*Estimulação Elétrica Funcional*” vem sendo amplamente utilizado para designar equipamentos de eletroestimulação implantáveis, utilizados em pacientes com lesão medular ou em hemiplégicos (CHAE *et al.*, 2001; O'KEEFFE e LYONS, 2002; KENNEY *et al.*, 2002). O uso destes equipamentos representa

melhoras significativas da marcha dos pacientes e também, como o uso é muito intensivo, seus efeitos podem se prolongar por muito tempo, proporcionando ao paciente padrões de marcha mais adequados até mesmo após a retirada dos equipamentos (DALY *et al.*, 1996).

Embora na presente dissertação utilize-se de eletroestimulação em pacientes com o controle motor alterado, o termo a ser utilizado será eletroestimulação neuromuscular (EENM), pelo fato da maioria dos trabalhos se referir a eletroestimulação funcional como sendo com eletrodos implantáveis.

A fisioterapia convencional com o auxílio dos mecanismos de eletroestimulação visa melhorar o grau de atividade motora do paciente, contribuindo para um melhor controle dos movimentos e, conseqüentemente, para uma melhor marcha e independência funcional. Ao se comparar e comprovar a eficácia dos equipamentos através de estudos sérios, os mesmos podem ser utilizados com maior intensidade e segurança, sendo uma alternativa a mais de reabilitação com embasamento científico.

2.6.2.5. A Plasticidade neuronal e a EENM

A eletroestimulação mostra-se útil no processo de incentivo à neuroplasticidade, tanto de forma direta, como indiretamente. Através da eletroestimulação, o músculo contraído provocará um deslocamento articular que está naturalmente prejudicado nos hemiparéticos, como por exemplo, o deslocamento da articulação do tornozelo em dorsiflexão (que está prejudicado pela relação desigual entre os dorsiflexores e os flexores plantares, descrita anteriormente). Este deslocamento afetará as vias sensitivas que contribuem para a normalização das atividades motoras reflexas básicas (SCOTT, 1998).

Há uma carência de estudos que avaliem as alterações fisiológicas ou a restauração do desempenho funcional em resposta à estimulação elétrica (SCOTT, 1998). Uma melhor compreensão dos mecanismos da plasticidade neuronal, através de estudos realizados em animais e humanos, pode ser útil para

implementar sistemas de eletroestimulação que possam produzir mudanças benéficas no sistema nervoso central de pacientes com lesões no SNC. (DALY *et al*, 1996). As evidências de que a EENM influencia a reaprendizagem motora são claras. Os estudos sobre formas de medições desta forma de plasticidade sugerem algumas teorias (BURRIDGE e LADOUCEUR, 2001; RUSHTON, 2003). Rushton (2003) levanta algumas hipóteses sobre mecanismos periféricos de ação da eletroestimulação, dentre os quais estão:

- A eletroestimulação pode melhorar a saúde e a força das unidades motoras;
- A eletroestimulação pode melhorar a flexibilidade e a amplitude de movimento do membro afetado, fazendo com que os esforços voluntários tornem-se mais efetivos;
- A redução da espasticidade pode ser obtida com a eletroestimulação.

Sobre os mecanismos centrais da eletroestimulação, as hipóteses levantadas são:

- A eletroestimulação ativa tanto as fibras motoras quanto as sensitivas. Neste contexto, a eletroestimulação pode permitir a simulação dos movimentos paralisados para facilitar a reorganização cortical.
- Quando ocorre lesão nervosa, a conectividade entre células nervosas fica alterada, podendo ter como conseqüências a espasticidade, clônus e espasmos. A eletroestimulação pode modificar favoravelmente a conectividade, possivelmente devido ao disparo antidrômico¹ conseqüente somente à eletroestimulação.

¹ Durante a eletroestimulação, são gerados impulsos ortodrômicos (centrípetos) e antidrômicos (centrípetos). Nenhuma outra forma de terapia é capaz de ativar a célula do corno anterior da medula repetidamente, previsivelmente e em alta frequência

- Ativação das sinapses tipo *Hebb*: Donald Hebb propôs que algumas sinapses modificáveis podem ser fortalecidas se o disparo pré-sináptico coincidir ou for rapidamente seguido por um disparo pós-sináptico. Ao contrário, se as atividades pré e pós sinápticas não forem relacionadas, a conexão poderia tornar-se mais fraca, podendo ser sobreposta por contatos segmentais e proprioespinais, o que levaria ao desenvolvimento da espasticidade.

Como implicações para a terapia, Rushton conclui que a eletroestimulação promove uma maneira artificial de estabelecer atividades pré e pós-sinápticas sincronizadas, que somente pode ser benéfica se o esforço voluntário do paciente estiver presente.

A plasticidade de curta duração das sinapses pode resultar da estimulação elétrica de tractos aferentes (DALY *et al.*, 1996). Porém, como seu efeito é de curta duração, pode ser extinto caso a eletroestimulação seja retirada e caso o uso do membro fortalecido não seja estimulado através de outras técnicas de reabilitação.

Com relação à fraqueza muscular dos pacientes hemiparéticos devido a lesões do neurônio motor superior, as alterações das propriedades dos músculos, principalmente dos agonistas, como consequência de uma mudança de informação nervosa e do desuso estão estabelecidas. Estas alterações podem ser revertidas, utilizando-se das capacidades adaptativas musculares, através de programas de fortalecimento, como a eletroestimulação neuromuscular (DALY *et al.*, 1996).

2.6.2.6. Pesquisas realizadas com eletroestimulação

Nesta sessão, serão citados alguns trabalhos importantes que estão sendo realizados com a eletroestimulação, não só em crianças e indivíduos com lesão do neurônio motor superior, mas também em lesados medulares.

Estudos com crianças seqüeladas de paralisia cerebral têm sido realizados para uma averiguação dos efeitos da eletroestimulação no auxílio terapêutico desta população. O objetivo do estudo de Wright e Granat (2000) foi investigar os efeitos da EENM nos músculos extensores do punho de um grupo de 8 crianças PC hemiparéticas. Os critérios de inclusão deste estudo foram: Crianças hemiparéticas, sem alterações comportamentais, visuais e cognitivas e cujos pais consentiram na realização da pesquisa através de um termo de consentimento informado. Verificou-se uma melhora da função da mão em teste com objetos, cartões e empilhamento de cubos. É importante observar que a corrente aplicada foi previamente padronizada e que o tempo de terapia foi limitado em 20 minutos, durante 6 semanas, diariamente. Houve um grande comprometimento das crianças e da família (pais), pois havia sessões de estimulação que eram realizadas em casa. Além das modificações observadas pelos pesquisadores, os pais e as crianças relataram melhoras na utilização das duas mãos simultaneamente, para se vestir, fechar e abrir zíperes, o que provavelmente estimulou as crianças a continuarem utilizando mais a mão afetada, mesmo após as terapias, resultando em manutenção dos melhores resultados na avaliação tardia. Como conclusão, o estudo mostra que a EENM pode ser um útil adjunto da terapia, complementando as técnicas disponíveis, resultando em melhora da função da mão.

No trabalho de Carmick (1995), foram realizados estudos de caso, nos quais a eletroestimulação em crianças com paralisia cerebral foi utilizada durante a marcha das crianças, realizando os estímulos no grupo muscular do tríceps sural, fato que não é usual, tendo em vista que este grupo muscular é espástico, e que a eletroestimulação poderia exacerbar a espasticidade. A autora afirma, com base na literatura que, apesar da espasticidade apresentada, o tríceps sural do lado afetado de pacientes PC também apresenta um grau de força muscular menor do que o normal. Os resultados obtidos nos estudos de caso demonstraram que a espasticidade não foi exacerbada com a eletroestimulação e que o fortalecimento do tríceps sural melhorou o posicionamento dos pés, o padrão de marcha, o equilíbrio e o controle sobre os músculos.

Em contrapartida, Sommerfelt (2001), que utilizou o TES (Therapeutic Electrical Stimulation, um outro tipo de estimulação elétrica, que não chega a causar contração muscular, podendo ser utilizado durante o sono) não encontrou resultados significativos de melhora nas condições motoras e de marcha em seu grupo de voluntários, embora os pais dos pacientes tenham notado melhoras em sua avaliação subjetiva. Este estudo foi controlado, randomizado e cruzado.

Ainda no campo da eletroestimulação, há muitas pesquisas que utilizam equipamentos de eletroestimulação implantáveis em lesados medulares, obtendo resultados positivos, como o aumento da independência funcional dos pacientes e a aquisição da posição ortostática e deambulação em pequenas distâncias, que seria impossível em outras circunstâncias (ROBINSON, PECKHAM e HOSHIMITA,1996; GIUFFRIDA e CRAGO, 2001; O'KEEFFE, 2002; KENNEY,2002). O controle destes equipamentos é assunto de várias pesquisas, sendo atualmente bastante utilizada a ativação da eletroestimulação pela atividade eletromiográfica do paciente. Levin e colaboradores, em 2000, afirmaram que existe uma dificuldade em se obter o controle deste tipo de equipamento, pois uma atividade indesejada de um músculo poderia causar a ativação do equipamento. No caso em questão, houve a resposta não intencional dos flexores de joelho acompanhando eletroestimulação do quadríceps, desta forma afetando o momento do joelho.

Em lesões nervosas centrais, o uso de eletroestimuladores ainda é motivo de certo receio por parte dos profissionais, pelo medo de se evocar o aumento da espasticidade. Muitos estudos, porém, têm utilizado a eletroestimulação com o objetivo de redução da espasticidade, obtendo resultados positivos, embora o mecanismo neurofisiológico de ação da eletroestimulação na espasticidade permaneça obscuro. As teorias de inibição recíproca e inibição recorrente (BROOKS, 1986) podem ajudar a explicar a diminuição da espasticidade após eletroestimulação de ambos os grupos, agonistas e antagonistas. É importante um esclarecimento maior sobre os mecanismos neurofisiológicos e musculares de ação dos eletroestimuladores em aplicações clínicas (KROON *et al.*,2003).

Veltink, Ladouceur e Sinkjær, em 2000, realizaram a eletroestimulação do nervo fibular profundo para observar se havia redução do reflexo de estiramento do músculo tríceps sural. Através da estimulação do nervo supra citado em intensidades várias vezes maiores que o limiar motor do músculo tibial anterior, atingiu-se uma redução significativa do reflexo de estiramento do músculo.

A associação entre a eletroestimulação e uma órtese dinâmica foi utilizada por Schecker, Chesher e Ramirez, em 1999, com o objetivo de verificar se tal combinação seria uma estratégia plausível no tratamento da espasticidade em crianças com paralisia cerebral. Neste estudo, os membros superiores foram objeto de tratamento, através de órteses dinâmicas que eram colocadas todas as noites, durante toda a noite. As sessões de eletroestimulação eram realizadas uma hora por dia, todos os dias. O programa era domiciliar, com visitas clínicas mensais para garantir a adesão ao programa. Os resultados comprovaram que esta associação provocou uma rápida melhora na qualidade dos movimentos da extremidade superior das crianças participantes da pesquisa. Os autores também comentaram sobre a dificuldade na realização de terapias com uma carga horária muito extensa (diariamente), que pode comprometer a adesão ao tratamento e os resultados.

Através da revisão bibliográfica de Kerr, McDowel e McDonough (2004), a qualidade dos protocolos de eletroestimulação, bem como os resultados obtidos com os mesmos, foram examinados. Os principais parâmetros que são avaliados nas pesquisas envolvendo eletroestimulação são a atividade funcional (na maioria das vezes medida pelo GMFM), a amplitude de movimento articular, a força e a análise de marcha (muitas vezes com o auxílio de *vídeo-tapes*). Os autores da revisão julgaram que os estudos realizados falharam em não ter utilizado questionários de qualidade de vida como procedimento de avaliação dos tratamentos. Também foi constatada uma dificuldade no recrutamento de voluntários. Como o estudo foi realizado também com a modalidade TES (anteriormente discutida), houve maiores evidências em suportar o uso da EENM do que o TES.

Todos os estudos e livros publicados são enfáticos em ressaltar a importância destas modalidades terapêuticas como adjuntos na fisioterapia e não em substituição da terapia convencional.

3. OBJETIVOS:

Geral: Verificar os efeitos da EENM na estimulação do músculo tibial anterior de pacientes seqüelados de paralisia cerebral ou de acidente vascular cerebral (AVC) infantil;

Específicos:

- Comparar a influência da freqüência de tratamento com o FES entre os grupos de 1 e 2 vezes por semana;
- Verificar a influência do tratamento na atividade funcional do paciente (movimentação voluntária, força, amplitude de movimento da articulação do tornozelo, marcha, grau de espasticidade após cada terapia);
- Verificar o grau de retenção de atividade motora voluntária (principalmente do tibial anterior) após as terapias.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O projeto de pesquisa teve aprovação do CEP - Comitê de Ética em Pesquisa da FCM / UNICAMP em dezembro de 2002 (processo número 468/2002), e as alterações do projeto também foram submetidas à apreciação do CEP, com parecer favorável.

Foram selecionadas 11 crianças voluntárias (7 meninos e 4 meninas), de 7 a 15 anos ($11 \pm 3,6$ anos), cujos pais ou responsáveis aceitaram os termos do projeto e assinaram o termo de consentimento esclarecido. Tais pacientes deveriam apresentar (Quadro 1): hemiparesia espástica (seqüelados de paralisia cerebral ou de AVC), de ambos os sexos e faixa etária de 5 a 15 anos, voluntários do ambulatório de neuropediatria/fisioterapia do HC/UNICAMP. Os sujeitos, além de participarem do programa de fisioterapia do ambulatório de neuropediatria do HC/UNICAMP, não poderiam ter se submetido à cirurgia de alongamento tendinoso, nem à aplicação de toxina botulínica no tríceps sural afetado nos 6 meses anteriores à avaliação inicial e deveriam deambular independentemente. Os sujeitos também deveriam ter uma capacidade cognitiva razoável, para entender e responder aos estímulos.

A aplicação da toxina botulínica tem como objetivo a diminuição da espasticidade por inibição da contração muscular do grupo selecionado (JOHNSON *et al.*, 2002), o que poderia mascarar os possíveis resultados obtidos com as sessões de eletroestimulação. As cirurgias de liberação tendinosa também são realizadas em crianças PC com deformidades e poderiam interferir da mesma forma que a toxina botulínica nos resultados obtidos. Há outros trabalhos nos quais a realização prévia de cirurgia, pelo menos um ano antes das pesquisas, é considerada como critério de exclusão (WRIGHT & GRANAT, 2000; O'CONNELL *et al.*, 1998).

Quadro 1: Critérios de inclusão de sujeitos à pesquisa.

Critérios de seleção
Realizar fisioterapia no ambulatório de neuropediatria/HC
Hemiparesia espástica (PC ou AVC)
Faixa etária entre 5 a 15 anos
Marcha independente
Pacientes sem déficits cognitivos
Pacientes colaborativos
Sensibilidade superficial da perna preservada
Sem deformidade de tornozelo instalada
Sem aplicação de toxina botulínica pelo menos 6 meses antes do início da pesquisa
Não ter realizado nenhuma cirurgia prévia de alongamento tendinoso do tríceps sural.

Uma voluntária foi excluída do protocolo, porque realizou aplicação de toxina botulínica entre a avaliação inicial e o início das terapias.

As crianças foram sistematicamente divididas em 2 grupos e 1 subgrupo controle (tabela 1), formado pelas crianças dos grupos 1 e 2, que realizaram uma avaliação preliminar, não se submetendo às sessões de EENM até a realização da avaliação inicial e início das terapias.

A justificativa para a utilização de um subgrupo controle composto por pacientes que iriam se submeter ao tratamento em um período posterior baseia-se na escassez de voluntários, principalmente que atendessem aos pré-requisitos da pesquisa. Fields (1987) relatou dados de sua pesquisa de eletroestimulação ativada por limiar eletromiográfico em pacientes hemiplégicos. Neste artigo, os pacientes foram seus próprios controles.

O primeiro grupo foi formado por crianças que realizavam fisioterapia duas vezes por semana, e o segundo grupo foi composto por crianças que freqüentavam a fisioterapia uma vez por semana. Como anteriormente citado, o subgrupo controle foi formado por crianças sorteadas dos grupos 1 e 2. As

crianças que não estavam incluídas no subgrupo controle iniciaram as terapias em maio de 2003 e as crianças que estavam incluídas no subgrupo controle iniciaram as terapias em julho/agosto de 2003.

As sessões de estimulação ocorreram durante 7 semanas, com uma frequência semanal de uma ou 2 vezes, totalizando 14 sessões para o grupo 1 e 7 sessões para o grupo 2. A duração de cada sessão foi de 30 minutos e a EENM de escolha foi a do equipamento FES 995-Four®, da Quark® equipamentos médicos. É importante ressaltar que todas as crianças, inclusive do subgrupo controle, realizaram normalmente as sessões de fisioterapia convencional no ambulatório de Fisioterapia Neuropediátrica do Hospital das Clínicas da UNICAMP.

Tabela 1: Características dos grupos de voluntários.

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo Controle
Faixa de idade	De 7,08 anos a 14,25 anos.	De 7,3 anos a 14,8 anos.	De 7,08 anos a 14,8 anos.
Idade (média e desvio padrão)	10,15 ± 2,86 anos	12,53 ± 2,97 anos	10,81 ± 3,45 anos
Sexo	3 m e 2 f	4m e 1 f	3m e 1f
Lado Afetado	3 Dir e 2 Esq	2 Dir e 3Esq	2 Dir e 2 Esq
Frequência semanal	2 vezes	1 vez	-
Número de voluntários	5	5	4

4.1. Avaliações

As avaliações são fontes de informação muito importantes a respeito do grau de comprometimento do paciente, bem como da associação de outras patologias, e até mesmo alguns fatores que possam ter relação com as seqüelas motoras encontradas. Na avaliação, ocorre um contato maior entre terapeuta e paciente, no qual é possível verificar o grau de interesse da criança e seus pais por seu caso e também a capacidade da criança em colaborar com o protocolo. A

avaliação deve englobar o maior número de itens relevantes possíveis, porém não deve ser exaustiva para o paciente.

Em um protocolo de pesquisa, é importante que o profissional que irá realizar as terapias não avalie os sujeitos, para se evitar observações tendenciosas. Também é necessário que o avaliador seja o mesmo em todas as avaliações. Neste trabalho, as avaliações foram realizadas por uma fisioterapeuta isenta, que não participou das terapias e não tinha conhecimento da distribuição das crianças entre os grupos, conferindo o caráter de um experimento cego.

Foram realizadas três avaliações: uma **inicial**, antes das intervenções, outra **final**, de 7 a 8 semanas após o início das intervenções e após as terapias terem sido concluídas, e uma última avaliação **tardia**, que foi realizada de 8 a 9 semanas após o fim das terapias. No subgrupo controle, foram realizadas apenas duas avaliações: uma inicial e outra realizada por volta de 8 semanas após a primeira. A ficha de avaliação encontra-se entre os anexos deste trabalho.

Os principais itens das avaliações foram:

Anamnese:

- Nome, idade, sexo, procedência.

História da Moléstia Atual (HMA):

- Causa da PC (quando conhecida), tempo de lesão, lado da lesão, seqüela principal, maiores dificuldades motoras, fatores de melhora ou piora, distúrbios associados.

Exame físico:

- Geral: observação subjetiva do grau de consciência, capacidade de interação com o meio externo, uso de órteses ou próteses, atividade motora voluntária, automática e reflexa, atividades de vida diária (AVDs).
- Detalhado na região a ser estudada (grau de força muscular, perimetria, goniometria ativa e passiva). Avaliação do tônus muscular, através da escala de ASHWORTH (BLACKBURN, VLIET e MOCKETT, 2002; PANDYAN, 2001; DAMIANO *et al*, 2002).
- Documentação dos principais pontos da goniometria através de fotografias, realizada em 6 sujeitos.

- Análise de marcha através de documentação em vídeo, realizada em 6 sujeitos.
- Avaliação Funcional do sujeito: Através do GMFM (RUSSEL, 1989) e classificação dos mesmos de acordo com o GMFCS (Gross Motor Function Classification System - PALISANO, 1997).

d. Investigação sobre diversos sistemas orgânicos:

- Presença de distúrbios em outros sistemas do organismo, que fossem relevantes para o estudo.

Dentre os itens avaliados, merecem destaque o teste de força muscular, a goniometria, a perimetria e a avaliação funcional através do GMFM, que serão brevemente conceituados.

4.1.1. Força Muscular

Os músculos podem ser graduados de acordo com sua habilidade de atuar contra a gravidade ou a resistência oferecida por um examinador. O teste muscular é uma parte importante do exame físico, proporcionando a informação do nível de força muscular que o paciente é capaz de atingir (KENDALL *et al.*, 1995).

Robert Lovett, em 1932, introduziu um método de graduação de força muscular, utilizando a gravidade como resistência (LEGG, A.T., 1932, *apud* KENDALL *et al.*, 1995). Esta escala é amplamente utilizada na prática clínica, devido à sua rapidez e praticidade (tabela 2). A desvantagem de tal sistema é a impressão subjetiva do examinador da resistência oferecida pelo músculo do paciente. Há outras escalas de graduação de força sendo testadas, inclusive com o uso de miômetros (HOSKING *et al.*, 1976), mas a primeira escala foi escolhida devido à sua ampla utilização clínica e praticidade. No presente estudo, apenas uma examinadora realizou os testes de força muscular em todas as avaliações.

A avaliação da força muscular realizada englobou os testes para verificar a força dos extensores e flexores de joelho e dos dorsiflexores e flexores plantares do tornozelo. A posição do sujeito durante as provas era sentado à beira da maca,

com os membros inferiores pendentes, exceto na prova dos flexores do joelho e dos flexores plantares, que foram realizadas em decúbito ventral.

Para o teste dos extensores do joelho, o sujeito realizava a extensão dos joelhos direito e esquerdo (um de cada vez) e a avaliadora forçava o segmento em flexão, pedindo para o sujeito manter a extensão. A graduação da força era dada de acordo com a resistência oferecida pelo sujeito à tentativa da terapeuta de flexionar o joelho. Na avaliação dos flexores do joelho, o sujeito em decúbito ventral realizava a flexão do joelho contra a gravidade, mantendo o joelho flexionado, enquanto a avaliadora forçava o joelho do sujeito em extensão.

As provas de força muscular para os dorsiflexores eram realizadas com o sujeito sentado à beira da maca, com os pés pendentes. O sujeito era instruído a realizar a dorsiflexão, mantendo a posição mesmo contra a resistência da avaliadora, que era no sentido da plantiflexão.

Para os flexores plantares, o sujeito era posicionado em decúbito ventral, com o joelho em flexão de aproximadamente 90°. A criança era instruída a realizar uma flexão plantar e mantê-la mesmo contra a resistência da avaliadora, que era no sentido da dorsiflexão.

A graduação da força percebida pela avaliadora era de 0 a 5, sendo que o significado dos escores encontra-se na tabela 2.

Tabela 2: Graduação da força muscular. Modificado de KENDALL, (1995).

Escala de Avaliação da Força muscular	
0	Não se percebe nenhuma contração
1	Traço de contração, sem produção de movimento
2	Contração fraca, produzindo movimento com a eliminação da gravidade
3	Realiza movimento contra a gravidade, porém sem resistência adicional
4	Realiza movimento contra a resistência externa moderada e gravidade
5	É capaz de superar maior quantidade de resistência que no nível 4

4.1.2. Perimetria

A perimetria é a obtenção da circunferência de um membro ou segmento corporal. Para ser realizada de forma confiável, deve-se estabelecer as distâncias a partir das quais a medida será realizada. Por exemplo, a perimetria da panturrilha pode ser realizada 15 cm acima do maléolo lateral, medido a partir da extremidade distal da fita métrica. Esta medida é útil para verificação de programas de fortalecimento muscular e também para verificar diferenças de circunferência entre os membros, sendo muito utilizada na prática fisioterapêutica.

A perimetria realizada foi da circunferência da articulação do joelho, da panturrilha (10 cm distais à patela), do tornozelo (na altura dos maléolos), e da região do arco plantar. Os dados de perimetria não foram utilizados porque foi verificado que, durante a realização das avaliações, as crianças cresciam e alteravam seu peso de forma relativamente rápida, o que torna as alterações nas medidas de circunferência dependentes de outros fatores além da terapia realizada.

4.1.3. Goniometria

A goniometria é a medição da amplitude do movimento articular em graus. Para ser realizada, é necessário um goniômetro, que é um instrumento para medida de ângulos e determinação da amplitude de movimento articular (KENDALL, MCCREARY, PROVANCE, 1995). O equipamento tem um braço fixo e um braço móvel, que acompanha o movimento de uma determinada articulação. O posicionamento do sujeito, possibilitando movimentação livre e fixação adequada (para evitar movimentos acessórios), é fundamental para que a medida seja confiável. Também é importante que um mesmo avaliador seja responsável por realizar todas as avaliações dos sujeitos em um protocolo de pesquisa. A literatura fornece valores de referência de amplitudes de movimento consideradas normais, que se encontram na tabela 3.

Tabela 3: Valores de referência médios de goniometria nas articulações do tornozelo e joelho. Modificado de SMITH, WEISS, LEHMKUHL, 1997.

Valores normais de goniometria	
Movimento	Valor (em graus)
Dorsiflexão do tornozelo	10° a 20°
Plantiflexão do tornozelo	40° a 50°
Flexão do joelho	120° a 160°
Extensão do joelho	0°



Figura 8. Régua para goniometria (goniômetro).

4.1.4. Escala de ASHWORTH

A escala de Ashworth (tabela 4) é uma das mais utilizadas na avaliação da espasticidade, como nos trabalhos de Murphy e colaboradores (2002) e Richardson (2002). É uma avaliação subjetiva que surgiu de um esforço para se quantificar a espasticidade de uma forma rápida, barata (não utiliza equipamentos, como na eletromiografia), na qual a graduação da resistência à movimentação passiva (que se correlaciona com a espasticidade) é manual. A graduação varia

de 0 a 4, sendo 0 nenhuma resistência à movimentação passiva e no grau 4, a rigidez articular.

No presente estudo, realizou-se a escala de Ashworth para verificar a resistência à movimentação passiva dos músculos sóleo e gastrocnêmio. Durante a realização do teste do músculo sóleo, o sujeito encontrava-se em decúbito ventral, com o joelho flexionado (para eliminar a influência do gastrocnêmio); a terapeuta responsável pela avaliação realizava movimentação passiva no tornozelo do sujeito, movimentando em dorsiflexão e plantiflexão e a resistência à movimentação encontrada era anotada. A prova para o músculo gastrocnêmio era na mesma posição do teste anterior, diferindo apenas na posição do joelho, que permanecia estendido, com a realização de movimentação passiva na mesma articulação e nas mesmas direções que na prova do sóleo.

É comum realizar separadamente os testes do sóleo e do gastrocnêmio, devido às inserções anatômicas dos músculos serem distintas; o músculo sóleo cruza apenas uma articulação (talocrural), enquanto o gastrocnêmio é biarticular, cruzando as articulações talocrural e do joelho (BLACKBURN, VLIET e MOCKETT, 2002).

Tabela 4: Escala de Ashworth Original. Extraído de: DAMIANO et al, 2002.

Graduação	Descrição
0	Não há aumento no tônus
1	Leve aumento no tônus, ocorrendo uma “pegada” quando o membro é movido em extensão ou flexão
2	Aumento de tônus mais marcante, mas o membro é movido facilmente
3	Considerável aumento do tônus, tornando o movimento passivo difícil
4	Membro rígido em flexão ou extensão

4.1.5. GMFM (Gross Motor Function Measurement).

Criado a partir do trabalho de Russell e colaboradores (1989), o GMFM é uma escala que busca quantificar a função e as mudanças nas atividades funcionais das crianças através do tempo. Antes do trabalho de Russell, havia uma falta de capacidade dos procedimentos avaliativos em detectar mudanças funcionais entre grupos controle e tratamento, entre antes e após a fisioterapia. A escala é composta de 8 principais posições (quadro 2), dentro das quais a atividade funcional da criança é avaliada em várias atividades propostas pelos avaliadores, como correr, ficar em um pé só por 10 segundos, etc.

São estabelecidas notas de 0 a 3, sendo que o valor 0 corresponde à inatividade da criança frente à atividade pedida; o valor 1 significa que a criança apenas inicia o movimento proposto de forma independente; no valor 2 a criança realiza o movimento parcialmente e no valor 3 a criança realiza completamente o movimento ou postura sugeridos. Na avaliação também existe uma sessão de órteses, na qual o terapeuta deve indicar o tipo de órtese utilizada pelo paciente durante a avaliação e o item da avaliação no qual iniciou-se o uso do dispositivo. Recentemente, a equipe que elaborou o GMFM resolveu estudar uma redução no número de itens para que a avaliação se tornasse mais dinâmica, apresentando um modelo com 66 questões, que não prejudica a avaliação motora das crianças (AVERY *et al.*, 2003). Infelizmente, durante a realização do protocolo, o estudo ainda não havia sido publicado, o que fez com que a escala utilizada fosse a do GMFM tradicional.

Esta escala vem sendo amplamente utilizada em pesquisas com crianças com PC. Yang e colaboradores (1999) utilizaram a escala em uma pesquisa para investigar os efeitos da toxina botulínica na atividade funcional de crianças PC e consideraram tal escala como fonte de evidências objetivas da modificação funcional das crianças após a realização do protocolo. Na avaliação funcional da síndrome de Down, o GMFM foi utilizado para se estabelecer uma correlação entre curvas de crescimento e atividade funcional destas crianças. Verificou-se que durante a fase de crescimento mais acentuada no bebê, as modificações no

GMFM eram intensas, chegando a um valor praticamente estável durante a infância. (PALISANO *et al.*,2001)

No Brasil, a escala vem sendo utilizada como um dos procedimentos avaliativos padrões da AACD (Associação de Amigos da Criança Deficiente), por ser uma escala quantitativa, medindo o quanto uma criança pode realizar de uma atividade, ao invés de medir o desempenho em determinadas atividades (AACD, 2004). Também há estudos que utilizam a escala como meio de avaliação de seus protocolos de pesquisa. (MONTEIRO & MARTINS, 2002).

Monteiro e Darbar (2004) realizaram uma pesquisa que interliga os aspectos motores da criança com paralisia cerebral com o processo pedagógico de ensino destas crianças. Os pesquisadores utilizaram o GMFM em quatro crianças, sendo que uma avaliação era realizada por fisioterapeuta e os itens dessa mesma avaliação foram utilizados como um questionário sobre as capacidades motoras dos alunos para os educadores responderem. Como resultados, notou-se uma tendência à subestimação das capacidades motoras das crianças pelos educadores, que pode estar relacionada com a falta de atividades motoras mais variadas na escola. Os autores sugerem que a interação entre fisioterapeutas e educadores é muito importante para o desenvolvimento de crianças com paralisia cerebral. Independentemente de o estudo ter sido realizado com poucos pacientes, o mesmo apresenta um caráter multidisciplinar que revela o interesse dos educadores pelas atividades motoras dos alunos especiais.

Na presente pesquisa, foram utilizados apenas 3 posições da escala de GMFM tradicional: em pé, andando e subindo escadas. O motivo para a realização de apenas 3 posturas foi viabilizar uma avaliação menos cansativa para a criança, mais prática e necessária aos objetivos propostos neste trabalho. O valor máximo que pode ser atingido na realização dos 35 itens é 105 (se o sujeito realizar completamente todas as atividades propostas).

Quadro 2: Posições básicas utilizadas no GMFM. Modificado de RUSSEL et al., 1989.

Posturas avaliadas no GMFM
Supino (deitado de costas) – 9 itens
Prono (deitado de bruços) – 8 itens
Posição de quatro pontos (posição de gatinho) – 10 itens
Sentado – 19 itens
Ajoelhado – 4 itens
Em pé – 12 itens
Andando – 18 itens
Subindo escadas – 5 itens

4.1.6. GMFMCS

A classificação das crianças em diferentes níveis de acometimento das seqüelas motoras seguirá o GMFMCS (Gross Motor Functions Measurements Classifications System). Desenvolvido por Palisano e colaboradores (1997), é um sistema de classificação padrão para a função motora grossa de crianças com paralisia cerebral. Este sistema aplica-se na prática clínica, pesquisa, ensino e administração, e foi desenvolvido com o auxílio de profissionais gabaritados da terapia ocupacional, fisioterapia e pediatria. A classificação das crianças em seus diferentes graus de deficiências foi dividida em cinco níveis (Tabela 5). Além dos descritores expostos na tabela, há critérios mais detalhados para a realização da classificação, que são: Antes de 2 anos de idade, de 2 a 4 anos, de 4 a 6 anos e acima de 6 anos.

Este sistema de classificação é amplamente utilizado em pesquisas com crianças com afecções neurológicas. Beckung e Hagberg (2000) realizaram uma correlação entre o GMFMCS e o ICIDH (International Classification of Impairments, Disabilities and Handicap) outra proposta de classificação de crianças com PC, concluindo que o primeiro apresenta vantagens em relação ao segundo devido ao menor tempo necessário para realizar a classificação.

Tabela 5: Classificação segundo o GMFMCS. Modificado de PALISANO et al., 1997.

Nível	Descrição principal
I	Andam sem restrições, possuem limitações nas habilidades mais avançadas do GMFM.
II	Andam sem dispositivos auxiliares; limitações na deambulação em ambientes externos e na comunidade;
III	Andam com dispositivos auxiliares da marcha, limitações na deambulação em ambientes externos e na comunidade;
IV	Movem-se com limitações; as crianças são transportadas ou utilizam-se de sofisticados dispositivos auxiliares da mobilidade em ambientes externos e na comunidade;
V	A mobilidade é severamente limitada mesmo com o uso de tecnologia assistiva.

Wood e Rosenbaun (2000) concluíram em uma pesquisa que o GMFMCS apresenta uma característica preditiva do comportamento motor das crianças analisadas. Pesquisadores suecos (NORDMARK, HÄGGLUND, LAGERGREN, 2001) o correlacionaram com as dificuldades funcionais de crianças com PC, concluindo que o GMFMCS possibilita uma descrição específica da função motora grossa com relação aos achados clínicos.

4.2. Intervenção

4.2.1. Local

As sessões de EENM ocorreram nas dependências do Centro de Investigações em Pediatria (CIPED-UNICAMP) e o espaço foi gentilmente cedido por sua administração.



Figura 9. Espaço no CIPED onde as terapias foram realizadas.

4.2.2. Número e duração das sessões

O número total de terapias de eletroestimulação realizadas foi de 14 nos sujeitos do grupo 1 (2x por semana) e 7 nos sujeitos do grupo 2 (1x por semana). Cada sessão teve uma duração de trinta minutos de eletroestimulação.

Muitos estudos de eletroestimulação realizaram protocolos com uma frequência semanal intensa, como por exemplo, 6 vezes semanais em Wrigth & Granat (2000), diariamente em Chae e colaboradores (2001) e até duas vezes ao dia, como ocorreu na pesquisa de Schecker, Cheshier e Ramirez (1999).

Embora não haja dados oficiais, sabe-se que no Brasil, em geral, os serviços públicos de atendimento à saúde possuem uma demanda muito superior à oferta de vagas em serviços de fisioterapia. Em Campinas, esta realidade foi confirmada através de entrevistas com as fisioterapeutas responsáveis pelos setores de neuropediatria de três instituições que prestam assistência fisioterapêutica gratuita. As fisioterapeutas foram unânimes em ressaltar que a demanda pelos serviços de fisioterapia é muito superior à oferta, o que acarreta em listas de espera muito grandes e na frequência reduzida de terapias, na

tentativa de atender ao maior número de pacientes possível. A alternativa, ou seja, a aquisição de equipamentos de eletroestimulação pelo governo para doação às famílias de crianças com paralisia cerebral, ainda é uma realidade distante.

Diante destes problemas, surgiu a idéia de se realizar a pesquisa em uma freqüência semanal compatível com a realidade encontrada, com o intuito de verificar se as freqüências escolhidas e amplamente utilizadas na prática fisioterapêutica brasileira (uma e duas vezes semanais) eram suficientes para a obtenção de melhora na função dorsiflexora e de marcha das crianças submetidas ao protocolo.

4.2.3. Posicionamento dos sujeitos

Durante as sessões de eletroestimulação, os sujeitos permaneciam sentados em uma cadeira estofada, com os joelhos flexionados a aproximadamente 90° e o pé descalço, com o calcanhar em contato com o solo. Os sujeitos cujos calcanhares não alcançaram o solo no posicionamento de terapia tiveram os pés suportados com um banco pequeno, de maneira que tivessem apoio nos calcanhares.



Figura 10. Posicionamento de sujeito durante as terapias.

4.2.4. Colocação dos eletrodos

Os eletrodos do equipamento de eletroestimulação foram colocados superficialmente sobre o músculo tibial anterior, nas proximidades do ponto motor do músculo (Figura 7 do capítulo 2). Entre o eletrodo e a pele do sujeito foi aplicado um gel , para diminuir a impedância da pele e evitar queimaduras.

Para que ocorra uma ação muscular em resposta à eletroestimulação, dois eletrodos são aplicados na superfície da pele sobre o músculo que se está querendo estimular, sendo que um dos eletrodos deve ser aplicado sobre o ponto motor do músculo e o outro é aplicado em outro ponto do corpo, geralmente mais distal, no ventre do músculo (SCOTT, 1998).

4.2.5. Equipamento de Eletroestimulação

O equipamento de eletroestimulação de escolha foi o FES VIF-995® (Figura 11), produzido pela Indústria Quark® de equipamentos médicos, que gentilmente cedeu um equipamento novo para realização da pesquisa. O equipamento atende a todos os requisitos de segurança, segundo a normas IEC 601, para equipamentos eletromédicos e IEC 601-2-10 para eletroestimuladores (QUARK®, 2002).



Figura 11. Equipamento Fes-Vif 995 four®, da Quark® produtos médicos.

O equipamento em questão é dotado de microprocessador e possui um painel com *display* de cristal líquido, teclas de seleção de parâmetros, teclas de incremento e decremento, conectores de saída, e conector do disparador manual (QUARK®, 2002). Os parâmetros de eletroestimulação, como frequência, largura de pulso, tempo on/off, duração da terapia e modo, podem ser selecionados de acordo com o resultado desejado.

As características técnicas do equipamento encontram-se no quadro 3.

Quadro 3: Características técnicas do equipamento FES-VIF 995 four®. Modificado do Manual de Operação do FES-VIF 995 dual® e FES-VIF 995 four®, 1ª edição. Quark® Produtos médicos

Características Técnicas	
Gerador de Pulsos	Elétrico
Forma de Pulsos	Bipolar assimétrica- Tensão constante
Corrente máxima	80 mA de pico com carga de 2 KOhms
Duração do pulso positivo	40 μ s a 250 μ s
Frequência de estimulação	4 Hz a 200 Hz
Modo de operação	Contínuo
Classe do Equipamento	Classe II
Tipo do Equipamento	BF (grau de proteção especial contra choque elétrico e parte aplicada separada eletricamente de outras partes do equipamento)
Proteção contra pingos de água	Equipamento fechado protegido contra pingos de água (IPX1)
Tamanho dos eletrodos	4cm x 3cm

4.2.6. Parâmetros de Eletroestimulação

Os parâmetros para a utilização da EENM foram escolhidos com base em trabalhos de eletroestimulação da literatura (que foram citados na seção de eletroestimulação da revisão bibliográfica) e em testes pilotos realizados em 7 adultos normais, e deveriam provocar uma evidenciada contração muscular, mas cuja sensação da corrente fosse o mais confortável possível. A intensidade de

corrente aplicada ao sujeito é escolhida durante as terapias, de acordo com a sensibilidade de cada sujeito e pode mudar, caso ocorra o fenômeno da acomodação. A intensidade máxima atingida durante as terapias variou de 28 a 44 mA.

Quadro 4: Parâmetros de eletroestimulação utilizados no protocolo de pesquisa.

Parâmetros de Eletroestimulação	
Tempo	30 minutos;
Frequência	50 Hz;
Fase	250 μ s / 19,5 ms de repouso
Tempo de estimulação	30 minutos
Ciclo <i>on/off</i>	5 segundos de estimulação e 10 segundos de repouso

4.3. Análise estatística

As análises estatísticas utilizadas foram as análises não-paramétricas de Wilcoxon e Mann-Witney, que equivalem, respectivamente, ao teste paramétrico t de Student, pareado e não pareado, e de Kruskal-Wallis, um teste não-pareado que comparou os três grupos simultaneamente (IATROS, s.d.). A razão para a utilização do tratamento estatístico por meio do uso de testes não-paramétricos ocorreu em razão do trabalho ter utilizado escalas discretas (escala de força muscular, GMFM, escala de Ashworth), que conferem “notas” a determinadas respostas.

Os testes não paramétricos são procedimentos estatísticos importantes na medicina e biologia porque freqüentemente não se pode garantir a normalidade da distribuição dos dados.

5. RESULTADOS

Todos os sujeitos, com exceção do sujeito excluído, realizaram todas as terapias propostas, perfazendo um total de 14 terapias no grupo 1 e 7 terapias no grupo 2. A adesão ao tratamento, portanto, foi de 100%.

Os pais e as crianças relataram melhoras importantes na capacidade de realizar dorsiflexão, o que, segundo eles, refletiu em melhora da marcha e diminuição dos tropeços. Houve relatos dos sujeitos sobre a redução da espasticidade, que foi percebida por até duas horas após a aplicação da eletroestimulação.

A análise qualitativa da marcha através dos vídeos também demonstrou melhora no padrão de marcha apresentado pelas crianças, embora as diferenças observadas entre as avaliações sejam discretas.

Os resultados obtidos na avaliação da força muscular, goniometria, perimetria, escala de Ashworth, GMFM e GMFMCS serão detalhados.

5.1. Força muscular

A média dos escores obtidos nas avaliações de força muscular dos dorsiflexores lesados nas avaliações inicial, final e tardia foram de respectivamente 3,5 ($\pm 0,5$), 4 ($\pm 0,35$) e 3,9 ($\pm 0,54$) para o grupo 1; de 3,2 ($\pm 0,44$), 4,1 ($\pm 0,28$) e 3,9 ($\pm 0,65$) para o grupo 2 e de 3 na avaliação inicial e 3 na avaliação final do grupo controle.

Na avaliação da força muscular do plantiflexor do lado lesado, foram obtidos os seguintes resultados: Para o grupo 1, as médias nas avaliações inicial, final e tardia foram de respectivamente 3,9 ($\pm 0,22$), 4,2 ($\pm 0,57$) e 3,9 ($\pm 0,22$). O grupo 2 obteve as médias de 3 ($\pm 0,7$); 3,4 ($\pm 0,28$) e 3,6 ($\pm 0,74$) nas avaliações inicial, final e tardia. O grupo controle obteve as médias de 3,25 ($\pm 0,96$) na avaliação inicial e de 3,5 ($\pm 0,58$) na avaliação final.

Os valores individuais foram submetidos à análise não-paramétrica de Wilcoxon, com as seguintes hipóteses para o teste da mediana $H_0: Me=0$ e $H_1: Me>0$. Os resultados obtidos são mostrados na quadro 5.

Quadro 5. Teste Estatístico de Wilcoxon para comparar os estágios dentro dos grupos.

Grupo	Localização	1. Teste da Mediana=0 ($H_0: Me=0$)		2. Teste da Mediana>0 ($H_1: Me>0$)	
		W	p-valor	W	p-valor
1	Força dorsi-lesado inicial-final	10,0	0,100	10,0	0,05
	Força dorsi-lesado inicial-tardio	6,0	0,181	6,0	0,091
	Força dorsi-lesado final-tardio	0,0	1,000	0,0	0,977
	Força planti-lesado inicial-final	3,0	0,371	3,0	0,186
	Força planti-lesado inicial-tardio	-	-	-	-
	Força planti-lesado final-tardio	0,0	0,371	0,0	0,963
2	Força dorsi-lesado inicial-final	15,0	0,059	15,0	0,03
	Força dorsi-lesado inicial-tardio	10,0	0,100	10,0	0,05
	Força dorsi-lesado final-tardio	0,0	0,371	0,0	0,963
	Força planti-lesado inicial-final	6,0	0,181	6,0	0,091
	Força planti-lesado inicial-tardio	3,0	0,371	3,0	0,186
	Força planti-lesado final-tardio	7,0	0,584	7,0	0,292

Ao se estabelecer um alfa de 5%, pode-se dizer que existem diferenças significativas entre os estágios da força de dorsiflexão do tornozelo do lado lesado inicial e final ($p\text{-valor}=0,05$) para o grupo 1.

Também foram encontradas diferenças para os níveis de força de dorsiflexão do tornozelo do lado lesado inicial e final ($p\text{-valor}<0,05$), e força de dorsiflexão lesado inicial e tardio ($p\text{-valor}=0,05$) no grupo 2.

Para efeitos ilustrativos, as figuras 12 e 13 mostram a faixa de valores de escore de força obtidos nas avaliações inicial, final e tardia dos grupos um e dois na dorsiflexão e plantiflexão do lado lesado, respectivamente. A faixa de valores situa-se entre as linhas verticais e as extremidades das caixas coloridas representam os valores de 25% (inferior) e 75% (superior) da mediana. A mediana é representada pela linha horizontal dentro de cada caixa.

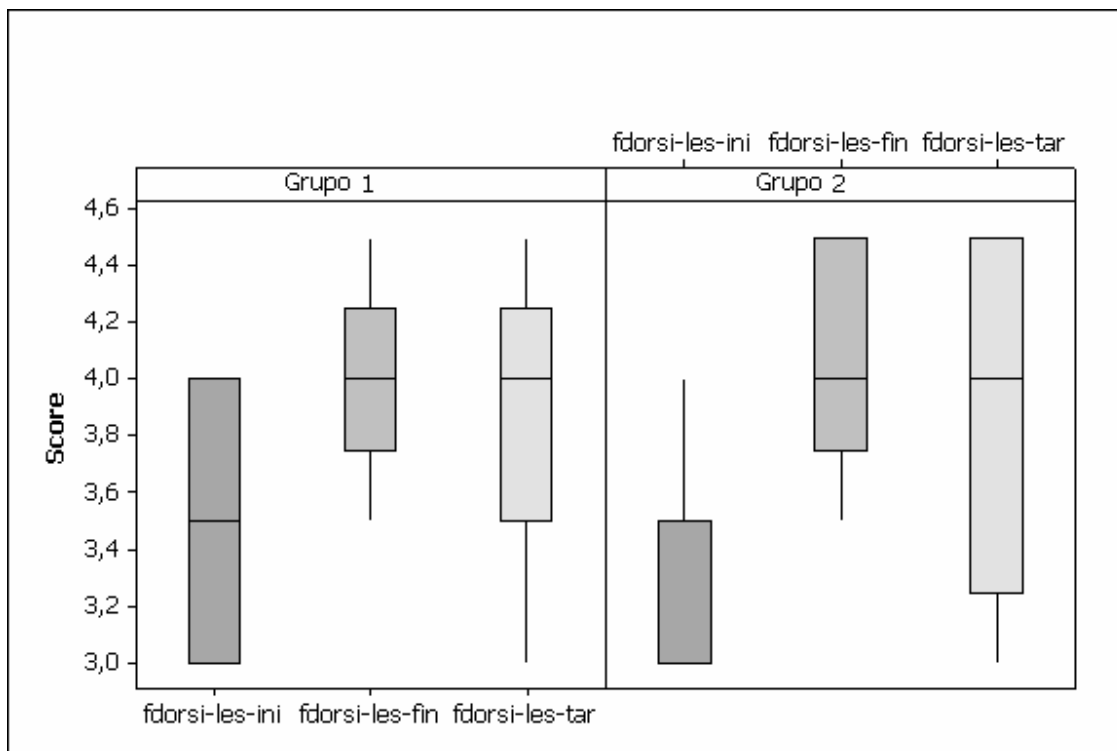


Figura 12. Valores obtidos nas avaliações iniciais, finais e tardia da força muscular do dorsiflexor lesado dos grupos 1 e 2. A linha horizontal refere-se ao valor da mediana.

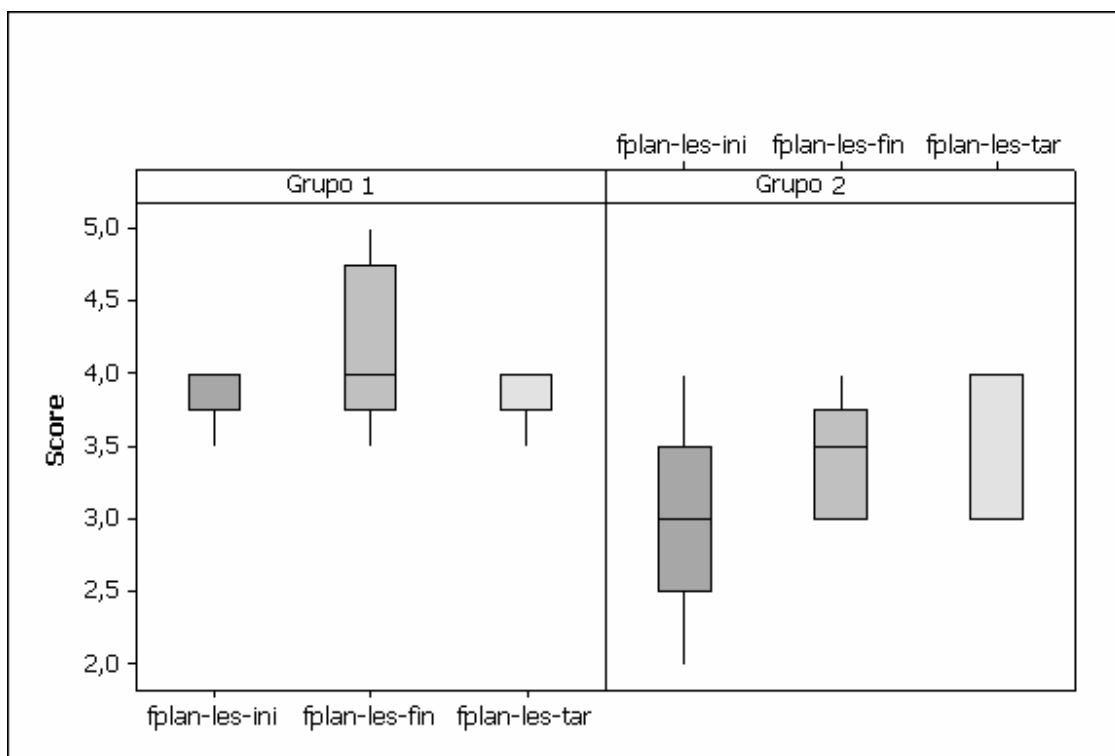


Figura 13. Valores obtidos nas avaliações iniciais, finais e tardia da força muscular do plantiflexor lesado dos grupos 1 e 2. A linha horizontal refere-se ao valor da mediana.

Para a comparação entre os grupos um e dois, foi realizado o teste estatístico não-paramétrico de Mann-Whitney e os resultados obtidos situam-se no quadro 6.

Quadro 6. Teste Estatístico de Mann-Whitney para comparar os grupos.

Comparação	$H_0: \eta_1 = \eta_2$		$H_1: \eta_1 < \eta_2$		$H_1: \eta_1 > \eta_2$	
	W	p-valor	W	p-valor	W	p-valor
Força dorsi-inicial	32,0	0,3390	32,0	*	32,0	0,1695
Força dorsi-final	25,5	0,7337	25,5	0,3669	25,5	*
Força dorsi-tardia	27,0	1,0	27,0	0,50	27,0	*
Força planti-inicial	37,0	0,0420	37,0	*	37,0	0,0210
Força planti-final	37,0	0,0532	37,0	*	37,0	0,0266
Força planti-tardia	31,0	0,4386	31,0	*	31,0	0,2193

(*) não é possível calcular o teste de Mann-Whitney.

No caso das comparações entre os dois grupos, foram encontradas diferenças significativas ($p\text{-valor} < 0,05$) para a hipótese dos valores do grupo 1 serem maiores que os do grupo 2 nos níveis de força de plantiflexão inicial e final. É importante considerar a figura 13, na qual os valores do grupo 2 são menores que os do grupo 1.

Para a comparação entre os grupos e o grupo controle foi realizado o teste ANOVA Kruskal-Wallis e os resultados estão no quadro 7.

Quadro 7. Comparação da força muscular entre os 3 grupos através da análise de Kruskal-Wallis

Fonte	GL	H	p-valor	Significância
F.Dorsi Lesado Inicial	2	3,57	0,168	n.s.
F.Dorsi Lesado Final	2	8,77	0,012	*
F.Planti Lesado Inicial	2	4,28	0,118	n.s.
F.Planti Lesado Final	2	4,72	0,095	n.s.

Observa-se na comparação entre os três grupos da avaliação final da força do dorsiflexor que houve diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre os grupos, significando que um entre os três grupos obteve valores diferentes dos outros. É importante lembrar que o grupo controle não obteve modificação de seus escores de força muscular do dorsiflexor lesado, tendo obtido 3 nas avaliações inicial e final. Obs: O teste de Kruskal-Wallis só foi realizado nas avaliações inicial e final, porque o grupo controle não foi submetido à avaliações tardias.

A força muscular dos dorsiflexores do lado não-parético foi normal, apresentando escore 5 em todas as avaliações e em todos os grupos.

5.2. Amplitude de Movimento

Através da goniometria foram avaliadas as amplitudes de movimentação ativa e passiva da flexão e extensão do joelho, bem como da dorsiflexão e plantiflexão do tornozelo. Os valores da amplitude de movimento da articulação do

joelho bem como da plantiflexão não apresentaram relação com as terapias, podendo ser desconsiderados na apresentação dos resultados.

A amplitude de movimento de dorsiflexão foi mensurada na posição de decúbito dorsal, com o sujeito em extensão de joelho, partindo de 0° (posição neutra entre a dorsiflexão e a plantiflexão). Foram realizadas anotações dos movimentos ativos e passivos (estes últimos foram realizados com auxílio da avaliadora).

As médias dos valores de goniometria mensurados em graus na dorsiflexão ativa do tornozelo lesado foram de 4,4 ($\pm 2,6$) na avaliação inicial; 7,8 ($\pm 4,3$) na avaliação final e de 7,6 ($\pm 4,77$) na avaliação tardia do grupo 1. Para o grupo 2, as médias da dorsiflexão ativa do lado lesado foram de 4,2 ($\pm 4,02$) na avaliação inicial; 6,8 ($\pm 6,57$) na avaliação final e de 6 ($\pm 5,65$) na avaliação tardia. O grupo controle obteve as médias de 5 ($\pm 3,4$) na avaliação inicial e 4 ($\pm 3,6$) na avaliação final.

As médias de valores obtidos para a goniometria de dorsiflexão ativa do lado sadio foram de 15,6 ($\pm 4,15$) na avaliação inicial; 17,8 ($\pm 3,49$) na avaliação final e de 18,4 ($\pm 3,5$) na avaliação tardia do grupo 1. Os valores médios de dorsiflexão do lado sadio do grupo 2 foram de 17,2 ($\pm 3,89$) na avaliação inicial; 18 (± 2) na avaliação final e de 20 (sem desvio) na avaliação tardia.

Os resultados das medidas de dorsiflexão passiva do tornozelo lesado obtidos nas avaliações inicial, final e tardia do grupo 1 mostram médias de respectivamente 10,6 ($\pm 3,8$), 14 ($\pm 4,6$) e 13,6 ($\pm 4,3$). O grupo 2 obteve em média 8 ($\pm 3,4$), 13,8 ($\pm 4,91$) e 11,8 ($\pm 3,89$) nas avaliações inicial, final e tardia. As médias do grupo controle foram de 7,5 ($\pm 2,51$) e 8 ($\pm 4,3$).

A análise dos resultados do grupo 1 é indicada no quadro 8 e as alterações estatisticamente significativas encontradas ($p=0,05$) foram entre as avaliações inicial – final e inicial – tardia na dorsiflexão ativa do lado não-lesado e na dorsiflexão ativa e passiva do lado lesado.

Quadro 8. Teste Estatístico de Wilcoxon para comparar os estágios dentro do grupo 1.

Localização	1. Teste da Mediana=0 (H_0 : $Me=0$)		2. Teste da Mediana>0 (H_1 : $Me>0$)	
	W	p-valor	W	p-valor
Dorsiflexão ativa lado bom inicial-final	10,0	0,10	10,0	0,05
Dorsiflexão ativa lado bom inicial-tardia	10,0	0,10	10,0	0,05
Dorsiflexão ativa lado bom final-tardia	1,0	1,00	1,0	0,50
Dorsiflexão ativa lado lesado inicial-final	10,0	0,10	10,0	0,05
Dorsiflexão ativa lado lesado inicial-tardia	10,0	0,10	10,0	0,05
Dorsiflexão ativa lado lesado final-tardia	1,0	1,00	1,0	0,814
Dorsiflexão passiva lado bom inicial-final	3,0	0,371	3,0	0,186
Dorsiflexão passiva lado bom inicial-tardia	9,0	0,201	9,0	0,101
Dorsiflexão passiva lado bom final-tardia	3,0	1,00	3,0	0,605
Dorsiflexão passiva lado lesado inicial-final	10,0	0,10	10,0	0,05
Dorsiflexão passiva lado lesado inicial-tardia	10,0	0,10	10,0	0,05
Dorsiflexão passiva lado lesado final-tardia	6,5	0,893	6,5	0,657

Comparando as avaliações do grupo 2, indicadas no quadro 9, foram encontradas diferenças significativas para a hipótese da mediana maior que zero no grupo 2 para os níveis de goniometria de dorsiflexão passiva do lado lesado inicial e final e inicial e tardia (p -valor<0,05). Nas comparações citadas, tem-se que o nível final foi maior que o inicial e o nível tardio também foi maior que o inicial.

Quadro 9. Teste Estatístico de Wilcoxon para comparar os estágios dentro do grupo 2.

Localização	1. Teste da Mediana=0 (H_0 : $Me=0$)		2. Teste da Mediana>0 (H_1 : $Me>0$)	
	W	p-valor	W	p-valor
Dorsiflexão ativa lado bom inicial-final	6,5	0,715	6,5	0,358
Dorsiflexão ativa lado bom inicial-tardia	3,0	0,371	3,0	0,186
Dorsiflexão ativa lado bom final-tardia	6,0	0,181	6,0	0,091
Dorsiflexão ativa lado lesado inicial-final	6,0	0,181	6,0	0,091
Dorsiflexão ativa lado lesado inicial-tardia	6,0	0,181	6,0	0,091
Dorsiflexão ativa lado lesado final-tardia	0,0	0,371	0,0	0,963
Dorsiflexão passiva lado bom inicial-final	3,0	0,371	3,0	0,186
Dorsiflexão passiva lado bom inicial-tardia	3,0	0,371	3,0	0,186
Dorsiflexão passiva lado bom final-tardia	2,0	1,000	2,0	0,500
Dorsiflexão passiva lado lesado inicial-final	15,0	0,059	15,0	0,030
Dorsiflexão passiva lado lesado inicial-tardia	15,0	0,059	15,0	0,030
Dorsiflexão passiva lado lesado final-tardia	0,5	0,100	0,5	0,978

As análises de Wilcoxon realizadas no grupo controle não demonstraram diferenças estatisticamente significativas para a dorsiflexão ativa e passiva do tornozelo entre as avaliações inicial e final. Os testes de Mann-Whitney realizados para a comparação entre os grupos (1x2; 1xcontrole, 2xcontrole) e de Kruskal-Wallis, que compara os três grupos simultaneamente que foram realizados tanto na dorsiflexão ativa quanto na dorsiflexão passiva não demonstraram valores estatisticamente significativos, indicando que há igualdade entre os grupos.

As figuras 14 e 15 mostram a faixa de valores obtidos nas avaliações inicial, final e tardia dos grupos um e dois na goniometria de dorsiflexão ativa e passiva do lado lesado, respectivamente. A faixa de valores situa-se entre as linhas verticais e as extremidades das caixas coloridas representam os valores de 25%

(inferior) e 75% (superior) da mediana. A mediana é representada pela linha horizontal dentro de cada caixa.

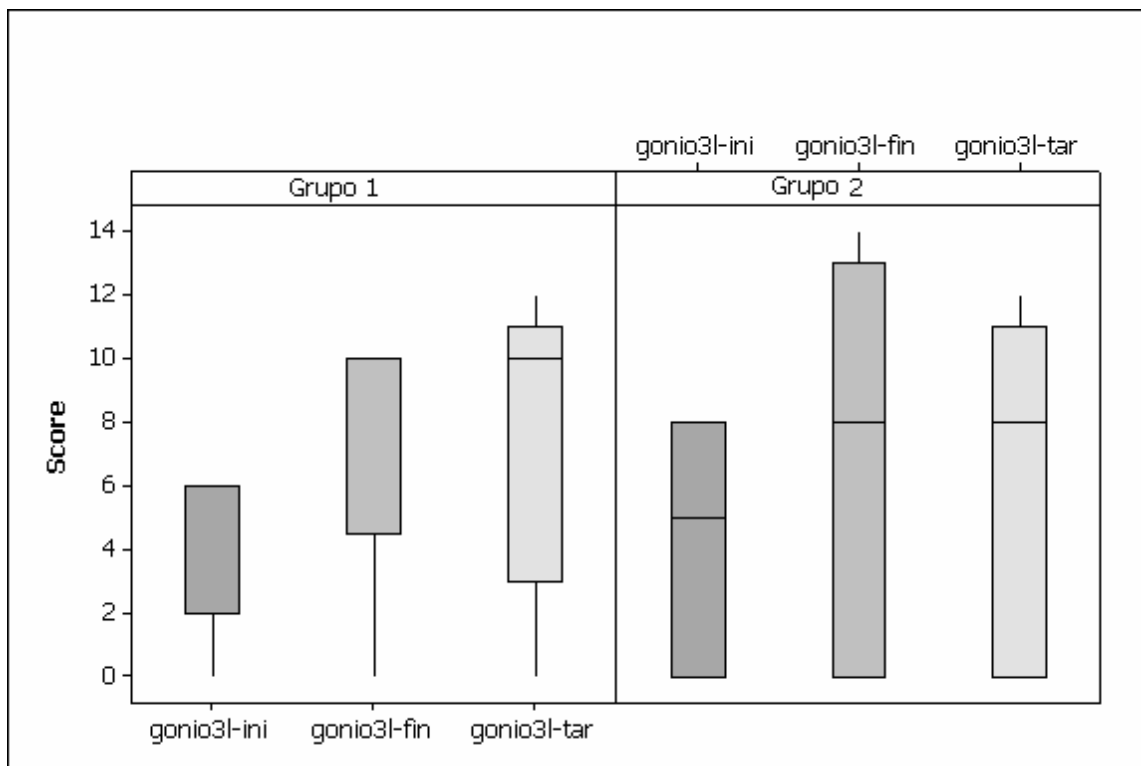


Figura 14. Resultados iniciais, finais e tardios da goniometria de dorsiflexão ativa do lado lesado dos grupos 1 e 2.

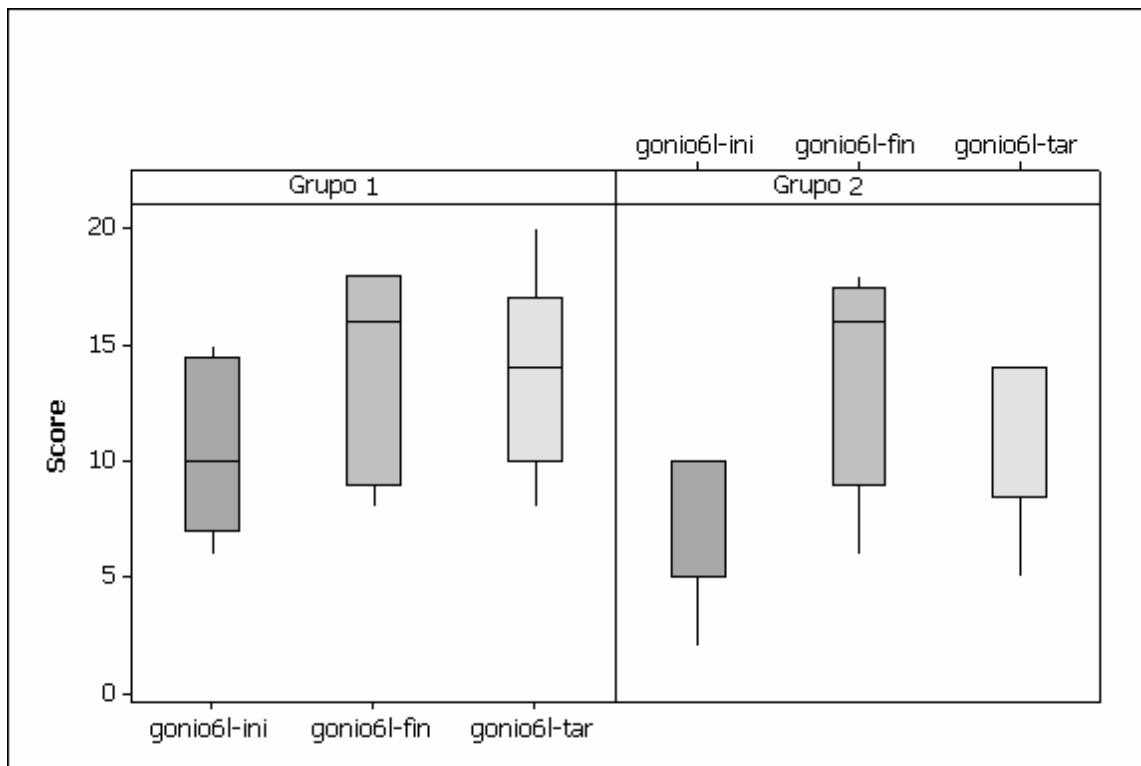
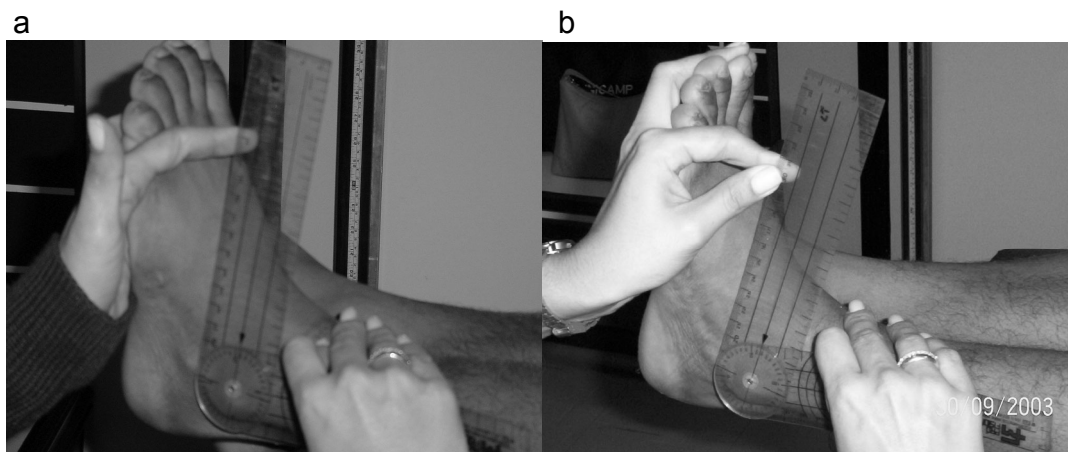


Figura 15. Resultados iniciais, finais e tardios da goniometria de dorsiflexão passiva do lado lesado dos grupos 1 e 2.



Figuras 16 “a” e “b”. Goniometria de dorsiflexão passiva do lado lesado de um sujeito. Avaliações inicial (a) e final (b). Note o discreto aumento na amplitude de movimento verificada na avaliação final, com relação à avaliação inicial.

5.3. Perimetria

Como discutido na seção 4.1.2 em material e métodos, os valores obtidos na perimetria não mostraram ser confiáveis, portanto não serão demonstrados e discutidos.

5.4. Escala de Ashworth

Os sujeitos obtiveram baixos escores na escala de Ashworth, o que significa que a espasticidade encontrada foi leve. Entre as avaliações, não houve modificações importantes das médias da escala de Ashworth. No lado não-parético, todos os valores obtidos foram 0, indicando que não havia resistência nenhuma à movimentação passiva em dorsiflexão e em plantiflexão. No lado lesado, o grupo 1 obteve o valor médio de 0,2 ($\pm 0,44$) tanto para o sóleo como para o gastrocnêmio na avaliação inicial. Na avaliação final, os resultados do grupo 1 foram de 0 para a avaliação do sóleo e 0,4 ($\pm 0,54$) na avaliação do gastrocnêmio. Na avaliação tardia, as médias do grupo 1 foram de 0,2 ($\pm 0,44$) para o músculo sóleo e de 0,4 ($\pm 0,54$) para o gastrocnêmio.

Os resultados da avaliação inicial do grupo 2 foram de 0,4 ($\pm 0,54$) tanto para o sóleo como para o gastrocnêmio; na avaliação final, os resultados foram de 0,2 ($\pm 0,44$) para o sóleo e 0,4 ($\pm 0,54$) para o gastrocnêmio. Na avaliação tardia, os resultados foram de 0 (sem desvio padrão) para o músculo sóleo e de 0,4 ($\pm 0,54$) para o gastrocnêmio. O grupo controle obteve na avaliação inicial um escore de 0,5 ($\pm 0,57$) para o sóleo e de 0,75 ($\pm 0,5$) para o gastrocnêmio. Nas avaliações finais, os resultados foram 1 ($\pm 0,81$) para o sóleo e 0,75 ($\pm 0,95$) para o gastrocnêmio. As provas do sóleo e do gastrocnêmio foram realizadas em decúbito ventral, diferindo na posição do joelho, que estava flexionado na prova do sóleo e estendido na prova do gastrocnêmio (DAMIANO,2002). A análise dos resultados não encontrou modificações estatisticamente significativas entre avaliações no mesmo grupo e nem entre os grupos.

5.5. GMFM

Os resultados do GMFM foram os seguintes:

- A média do grupo 1 na avaliação inicial foi de 99,2 ($\pm 2,67$); na avaliação final foi 102,2 ($\pm 1,16$) e na tardia 101,6 ($\pm 2,3$).
- O grupo 2 obteve um escore médio de 100,4 ($\pm 2,6$) na avaliação inicial; 104 ($\pm 2,4$) na avaliação final e 103,25 ($\pm 2,06$) na tardia.
- O subgrupo controle atingiu um valor de 95 ($\pm 5,35$) na avaliação inicial e 97,25 ($\pm 5,37$) na avaliação final.

Os resultados do teste de Wilcoxon para o GMFM estão especificados no quadro 10. Foram observadas diferenças significativas para o grupo 1, entre os estágios inicial e final, na hipótese da mediana maior que zero, ou seja, o estágio final foi maior que o inicial.

No grupo 2 também encontraram-se diferenças significativas entre os estágios inicial e final, também representando um valor maior obtido na avaliação final com relação à avaliação inicial.

Temos que para o grupo 1, entre os estágios inicial e tardio os valores encontrados foram significativos ($p\text{-valor}=0,05$), representando que o valor obtido na avaliação tardia foi maior que o valor da avaliação inicial.

Entre os estágios final e tardio de ambos os grupos e os estágios inicial e tardio do grupo 2 e inicial e final do grupo controle não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas.

Quadro 10. Teste Estatístico de Wilcoxon para comparar os estágios dentro dos grupos.

Comparação	Teste da Mediana=0 (H_0 : Me=0)		Teste da Mediana>0 (H_1 : Me>0)	
	W	p-valor	W	p-valor
Grupo 1				
Inicial-Final	15,0	0,059	15,0	0,030
Inicial-Tardio	10,0	0,100	10,0	0,050
Final-Tardio	5,0	0,590	5,0	0,791
Grupo 2				
Inicial-Final	15,0	0,059	15,0	0,030
Inicial-Tardio	13,5	0,138	13,5	0,069
Final-Tardio	0,0	0,181	0,0	0,969
Controle				
Inicial- Final	6,0	0,181	6,0	0,091

O teste de Mann-Whitney foi calculado para testar a igualdade entre o mesmo estágio em diferentes grupos, comparando o grupo 1 com o grupo 2, o grupo 1 com o controle e o grupo 2 com o controle. Não foram encontradas diferenças significativas em nenhuma das comparações (em todos os casos p-valor >> 0,05). O teste de Kruskal-Wallis, que compara os três grupos simultaneamente não encontrou diferenças estatisticamente significativas entre os mesmos.

Para ilustrar os dados da escala GMFM, desenhou-se o gráfico de *boxplot*, onde cada caixa representa a distribuição dos escores dentro de cada estágio e por grupo (figura 17). São mostradas as faixas de valores obtidos nas avaliações inicial, final e tardia dos grupos um e dois nos escores funcionais do GMFM. A faixa de valores situa-se entre as linhas verticais e as extremidades das caixas coloridas representam os valores de 25% (inferior) e 75% (superior) da mediana. A mediana é representada pela linha horizontal dentro de cada caixa.

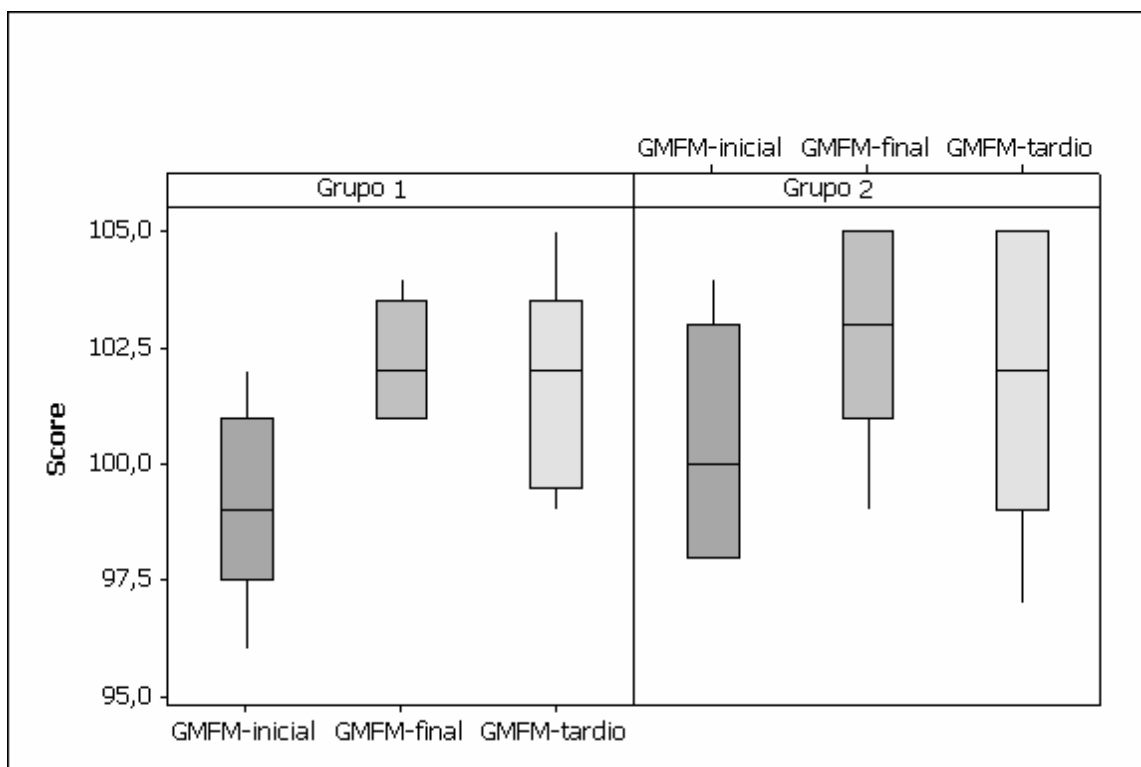


Figura 17. *Boxplot* dos escores da escala GMFM segundo o grupo de tratamento.

5.6. GMFMCS

Quanto à classificação pelo GMFMCS, todas as crianças atingiram o nível I, com exceção de uma menina do subgrupo controle, que foi classificada no nível II. Esta menina foi excluída do protocolo antes de iniciar efetivamente as terapias, devido à aplicação de toxina botulínica no tríceps sural, como citado anteriormente. A classificação não variou entre as avaliações.

6. DISCUSSÃO

Os relatos de melhoras subjetivas, embora não sejam quantitativos refletem a satisfação dos pais e sujeitos frente às terapias, o que justifica a adesão de 100% ao tratamento que foi obtida. As discretas alterações da marcha encontradas através da análise qualitativa dos vídeos das crianças filmadas refletem que o protocolo aplicado pode ter sido benéfico, resultando em melhora dos padrões de marcha apresentados pelas crianças. Achados subjetivos ou informações qualitativas, embora não possam ser quantificados, não devem ser ignorados, sob pena de se perder dados importantes como a explicação para adesão ou não ao tratamento.

De acordo com a apresentação dos resultados quantitativos, pode-se constatar que:

Houve uma melhora estatisticamente significativa dos escores de força muscular dos dorsiflexores do tornozelo entre as avaliações inicial e final, tanto no grupo 1, que realizou eletroestimulação duas vezes por semana, como no grupo 2, que realizou eletroestimulação uma vez por semana. Os valores do grupo controle permaneceram os mesmos entre as avaliações inicial e final, indicando que não houve aumento de força muscular neste grupo. Na comparação realizada entre os três grupos, houve uma diferença estatisticamente significativa entre os escores de força muscular do dorsiflexor na avaliação final. Apesar do teste de Kruskal-Wallis não indicar qual grupo apresenta escores diferentes pode-se deduzir que o grupo considerado diferente foi o grupo controle, uma vez que na avaliação inicial o mesmo era considerado igual aos outros dois, e entre a avaliação inicial e final, os grupos de tratamento obtiveram aumento de força muscular e o controle permaneceu com os mesmos escores.

Os achados confirmam a literatura pesquisada, na qual após a aplicação da eletroestimulação houve um aumento no grau de força nos grupos musculares estimulados em pacientes com déficits neurológicos (CARMICK, 1995; WRIGHT &

GRANAT, 2000; Kroon *et al*,s.d.) e indivíduos normais (GUIRRO, NUNES e DAVINI, 2000). A metanálise de Kerr, McDowel e McDonough (2004) confirma que em alguns dos artigos analisados a força muscular aumentou após a eletroestimulação.

Não foram observadas diferenças de desempenho entre os grupos 1 e 2, o que inicialmente representa que mesmo em terapias realizadas em uma frequência semanal reduzida (1 vez por semana), os resultados obtidos com a força muscular foram considerados satisfatórios. Em contrapartida, ao se observar os resultados absolutos, os mesmos indicam que no grupo 2 o ganho de força muscular foi maior que no grupo 1, diferença também verificada entre as avaliações inicial e tardia, indicando que a força muscular permaneceu aumentada no grupo 2.

Com relação às medidas de amplitude articular (goniometria), foi observado aumento de amplitude de movimentação (ADM) ativa na dorsiflexão tanto do lado não-parético como do lado parético do grupo 1. A explicação para o aumento de ADM ativa do lado não submetido à eletroestimulação pode ser a melhora do padrão de marcha que foi conseguido com o auxílio da eletroestimulação.

O grupo 2 não demonstrou melhora estatisticamente significativa da amplitude de movimentação ativa em dorsiflexão. Este achado pode ser explicado pelo fato de que a avaliação da amplitude de movimento foi realizada a partir da posição neutra entre a dorsiflexão e a plantiflexão. O fato é que alguns sujeitos do grupo 2 não alcançaram ativamente a posição neutra (0°) em nenhuma das avaliações. Este fato pode ter subestimado a possível melhora na amplitude de movimentação articular, que poderia ter sido mensurada a partir da posição de plantiflexão total do tornozelo.

O grupo controle não demonstrou alterações consideradas estatisticamente significativas nas amplitudes de movimento de dorsiflexão ativa e passiva, o que pode indicar que um tratamento específico e localizado, como a eletroestimulação, poderia ser benéfica para melhorar estes dados.

Ao se compararem os grupos, não houve diferenças entre os mesmos, o que indica os grupos são estatisticamente semelhantes. O que se pode questionar é que o teste de Mann-Whitney não realiza comparação de desempenho, mas comparação entre os grupos nos diferentes estágios.

Na mensuração da amplitude de movimentação passiva da articulação do tornozelo, foram obtidos resultados que demonstraram o aumento da ADM entre as avaliações iniciais e finais e iniciais e tardias dos grupos 1 e 2, o que indica que a terapia por eletroestimulação foi útil no aumento da amplitude de movimentação passiva e os resultados foram satisfatórios. O aumento da amplitude de movimentação passiva encontrada neste estudo corrobora outros achados da literatura, que indicam um aumento da amplitude de movimentação passiva após realização de protocolos com eletroestimulação (BERTOTI *et al*, 1996; KERR, MCDOWEL, MCDONOUGH, 2004; PIERCE *et al*, 2004).

Com relação ao GMFM, também houve um aumento dos escores entre as avaliações inicial e final dos grupos 1 e 2 e entre as avaliações inicial e tardia do grupo 1, indicando que o desempenho funcional das crianças foi melhor após a eletroestimulação, que no grupo 1 claramente permaneceu após o fim das terapias. Alguns artigos com eletroestimulação em crianças confirmam os achados deste trabalho, demonstrando melhoras funcionais mensuradas pelo GMFM (BERTOTI *et al*, 1996; KERR, MCDOWEL, MCDONOUGH, 2004; WRIGHT & GRANAT, 2000) e pela classificação funcional de Zancoli (SCHEKER, CHESHER & RAMIREZ, 1999).

O grupo controle não apresentou variações estatisticamente significativas do GMFM, o que pode ser indicativo que a eletroestimulação seria útil também neste grupo. Ao se comparar os grupos, tem-se que os três grupos são estatisticamente iguais, tanto na comparação grupo a grupo como na comparação entre os três grupos simultaneamente. Este fato pode ser indicativo de que apesar das mudanças sofridas pelos grupos de tratamento, tanto da força muscular, como da goniometria e do GMFM, as variações são pequenas, o que faz com que os

grupos permaneçam estatisticamente iguais (com exceção da força muscular do dorsiflexor lesado). A classificação das crianças através do GMFMCS não sofreu alterações entre as avaliações. Este fato já era esperado, porque as crianças tratadas foram classificadas no nível I, tido como o mais leve e mais independente. Deve-se ressaltar que entre as avaliações inicial e tardia de alguns itens, os resultados obtidos não foram significativos. Além disso, os resultados entre as avaliações finais e tardias também não foram significativos. A explicação para tal fato pode ser de que na avaliação tardia os sujeitos atingiram escores intermediários entre as avaliações inicial e final, que é indicativo de certa retenção dos ganhos obtidos, o que pode ser explicado pelos mecanismos de plasticidade neuronal, discutidos na revisão bibliográfica.

A escala de Ashworth não se mostrou uma medida confiável nesta pesquisa, modificando-se entre avaliações de forma aleatória. A eletroestimulação foi utilizada com resultados positivos na diminuição da espasticidade em alguns protocolos (CARMICK, 1995; KROON, *et al.*, 2003; VELTNIK, LADOUCEUR E SINKJÆR, 2000), porém na presente pesquisa, o fato de não terem sido encontrados resultados significativos pode se dever ao fato de que todas as crianças apresentaram uma espasticidade muito leve de acordo com a escala de Ashworth. A fraqueza da escala de Ashworth também é indicada por outros pesquisadores (Damiano, *et al.*, 2002; Pandyan, *et al.*, 2001).

Embora a mensuração formal da espasticidade através da escala de Ashworth não tenha demonstrado alterações significativas, as crianças referiram uma diminuição da espasticidade após cada terapia. Segundo os voluntários, este efeito tinha a duração de mais ou menos duas horas.

A perimetria não mostrou relação com as terapias, levando em conta o crescimento natural das crianças e as possíveis alterações de peso que ocorreram no decorrer da aplicação do protocolo.

As crianças do grupo controle, que não realizaram eletroestimulação, mas estavam incluídas em programa de fisioterapia convencional, não obtiveram

modificações significativas dos parâmetros estudados. Não se deve, entretanto, supor que a fisioterapia convencional não esteja cumprindo com sua função de reabilitação. O fato é que nas sessões de fisioterapia convencional, a abordagem é global, tratando a criança em todos os aspectos necessários e com o objetivo de promover uma maior funcionalidade em todo o corpo, sem focar seus objetivos em uma ou outra articulação ou grupo muscular.

Outro fato que não pode ser ignorado é o de que, com a ausência de fisioterapia, as crianças podem regredir em todos os aspectos que foram estudados nesta pesquisa. A importância da fisioterapia em crianças com paralisia cerebral está tão clara que, sob o ponto de vista ético, não é aconselhável realizar pesquisas com grupos controle que não estejam realizando fisioterapia.

7. CONCLUSÃO E PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS

A eletroestimulação neuromuscular no tibial anterior se mostrou um eficiente coadjuvante na reabilitação de pacientes hemiparéticos espásticos, contribuindo para o aumento da força muscular, da amplitude de movimento, e melhora da função motora dos pacientes que se submeteram às terapias. A baixa frequência semanal de realização das terapias não inviabilizou a obtenção de resultados positivos, o que justifica a utilização de eletroestimulação em frequências compatíveis com a realidade dos serviços públicos brasileiros. Não houve diferenças significativas entre os grupos que realizaram terapias uma e duas vezes por semana, o que pode justificar a utilização de eletroestimulação apenas uma vez por semana contra duas vezes por semana. Entretanto, protocolos com maior frequência de utilização de EENM (diários, por exemplo) devem oferecer resultados melhores dos que os aqui obtidos.

Houve também uma certa retenção dos ganhos obtidos na avaliação tardia, em alguns casos estatisticamente maior que a avaliação inicial, indicando que os mecanismos de plasticidade neuronal atuam na aplicação da eletroestimulação. Até mesmo em casos nos quais a diferença entre as avaliações inicial e tardia não foram consideradas significativas, não houve diferenças significativas entre as avaliações final e tardia, indicando que os resultados da avaliação tardia não regrediram totalmente aos níveis obtidos na avaliação inicial.

É importante ressaltar que a tecnologia descrita acima é coadjuvante na recuperação dos pacientes e não deve ser vista nem aplicada como o único recurso no tratamento dos pacientes. A cinesioterapia clássica é de grande importância no processo de reabilitação e não deve ser deixada de lado.

Os resultados não são conclusivos, uma vez que o número de voluntários é baixo e a duração das terapias (sete semanas) foi relativamente baixa. Para

confirmar os resultados encontrados na presente pesquisa, são necessários trabalhos com um maior número de voluntários e maior tempo de tratamento.

O presente estudo foi realizado com um número modesto de sujeitos, o que limitou a formação de mais grupos, que poderia incluir um grupo controle distinto. Futuramente, espera-se trabalhar com uma abrangência maior, englobando se possível, pacientes de outras instituições de Campinas e região, para que, desta forma seja possível a inclusão de mais grupos, como o controle.

Observa-se a necessidade de se utilizar métodos mais diretos de avaliação de alguns parâmetros como a espasticidade e força muscular. No caso da força, por exemplo, pode-se fazer o uso de dinamômetros, que são instrumentos simples e baratos e tornam possível que as análises estatísticas utilizadas tenham um maior poder estatístico (estatística paramétrica). Os estudos de Guirro, Nunes e Davini (2000), Dodd, Taylor e Graham (2003) utilizaram a dinamometria para mensurar a força muscular, o que possibilitou a utilização do teste t de Student.

As análises de marcha através de vídeos e *softwares* de análise também poderiam ser acrescentadas em trabalhos futuros. A utilização dos *softwares* permitiria uma avaliação quantitativa de aspectos da marcha, como o contato com o solo, comprimento de um ciclo de marcha, deslocamentos laterais, entre outros.

É necessário também utilizar novos instrumentos, além da eletroestimulação. Uma proposta para trabalhos futuros refere-se a utilização do equipamento de *biofeedback* eletromiográfico para reeducação de movimentos em crianças hemiparéticas espásticas. O *biofeedback* é uma técnica que baseia-se na capacidade de aprendizagem e condicionamento operante dos indivíduos captando alguns dos eventos fisiológicos internos, normais e anormais, e transmitindo sob a forma de sinais visuais e/ou auditivos, de modo a criar estratégias para os pacientes manipularem estes fenômenos (BELOSO, 1990; SOARES, 1998).

O *biofeedback* eletromiográfico tem se mostrado muito eficaz no auxílio à reabilitação de várias patologias como a fibromialgia (MUELLER et al, 2001), a incontinência urinária de stress (PAGES et al, 2001; SUNG, 2001), o relaxamento e melhora de padrões respiratórios de pacientes asmáticos (KERN-BUEL et al, 2000) e muitas outras. Particularmente, pacientes com seqüelas neurológicas têm se beneficiado muito deste recurso, inclusive crianças com paralisia cerebral (TONER, COOK, ELDER, 1998). O *biofeedback* pode ser utilizado em conjunto com a eletroestimulação, o que poderia potencializar os efeitos individuais de cada terapia.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AACD – Associação de amigos da criança deficiente. **Fisioterapia**. Disponível em: <http://www.aacd.org.br/centro_setores_fisio.asp> Acesso em 16/02/2004.

ALEXANDRA HOSPITAL. **Electrical Muscle Stimulation**. Disponível em: <http://www.alexhosp.com.sg/Patient_education/EMS.htm>. Acesso em 26/08/2003.

AVERY, L.M., *et al.* Rasch analysis of the Gross Motor Function Measure: Validating the assumptions of the Rasch Model to create an interval-Level Measure. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 84, p. 697-705, may 2003.

BARNES, M.P. Management of spasticity. 22/07/2002 Disponível em: <<http://www.fisionet.com.br>>. Acesso em 12/05/2003.

BASMAJIAN, J.V., DeLUCA, C.J. Control properties of motor units. In: BASMAJIAN, J.V., DeLUCA, C.J. **Muscles Alive**: their functions revealed by electromyography, 5ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1985.

BELLOSO, B. E. Biofeedback. Aplicaciones en rehabilitación. **Centro med**; v.36, n.2, p.74-77, maio 1990. (abstract).

BECKUNG, E.; HAGBERG, G. Correlation Between ICIDH handicap code and Gross Motor Function Classification System in children with Cerebral Palsy. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 42, p. 669-673, 2000.

BERTOTI, D.B., *et al* Investigation of the efficacy of percutaneous intramuscular electrical stimulation for children with cerebral palsy, spastic diplegia. **Gait and Posture**, v.4, p. 167-208, 1996.

BLACKBURN, M.; VLIET, P.; MOCKETT, S. Reliability of Measurements Obtained With the Modified Asworth Scale in the Lower Extremities of People with Stroke. **Physical Therapy**, v.82, n.1, p. 25-34, jan 2002.

BOBATH, B.; BOBATH, K. **Desenvolvimento motor nos diferentes tipos de Paralisia cerebral**. , São Paulo: Ed. Manole, 1978.

BOBATH, K, *et al.* **A Deficiência Motora em Pacientes com Paralisia cerebral**. (Tradução de Dr. J. Pinto Duarte, do original inglês The Motor Deficit in Patients with Cerebral Palsy). São Paulo: Ed. Manole, 1979..

BOWER, E. *et al.* Randomized controlled trial of physiotherapy in 56 children with cerebral palsy followed for 18 months. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v.43, p. 4-15, 2001.

BRASILEIRO, J.S., VILLAR, A.F.S. Comparação dos troques gerados por estimulação elétrica e contração muscular voluntária no músculo quadríceps femoral. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 4, n. 2, p. 75-80, 2000.

BROOKS, V.B. Supraspinal Control. In: BROOKS, V.B **The Neural Basis of Motor Control**. New York: Oxford University Press, 1986. p. 82-87.

BURRIDGE, J.H.; LADOUCEUR, M. Clinical and Therapeutic Applications of Neuromuscular Stimulation: A review of current use and speculation into future developments. **Neuromodulation**, v. 4, n. 4, p. 147-154, 2001.

CARDOSO, P.R. **Fisioterapia na Paralisia Cerebral**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1971.

CARMICK, J. Clinical use of neuromuscular Electrical Stimulation for children with cerebral palsy, Part 1: Lower Extremity. **Physical Therapy**, v. 73, n. 8, p. 505-511, 1993.

_____. Managing Equinus in children with cerebral palsy: electrical stimulation to strengthen the triceps surae muscle. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v.37, p. 965-975, 1995.

CHAE, J. *et al*. Intramuscular electromyographically controlled neuromuscular electrical stimulation for ankle dorsiflexion recovery in chronic hemiplegia. **Am. J. Phys. Med. Rehabilitation**, v.80, p. 842-847, 2001.

CILSA. **Paralisia Cerebral**. (s.d.) Disponível em: <www.cilsa.org.ar> Acesso em 12/08/2003.

DALY, J *et al*. Therapeutic Neural Effects of Electrical Stimulation. **IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering**, v. 4, n. 4, p. 218-230, dec 1996.

DAMIANO, D.L., *et al*. Muscle Force Production and Functional Performance in Spastic Cerebral Palsy: Relationship of Cocontraction. **Arch Phys Med Rehabilitation**, v. 81, p. 895-900, July 2000.

_____; DODD, K.; TAYLOR, N. Should we be testing and training muscle strength in cerebral palsy? **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 44, p. 68-72, 2002.

_____, *et al* What does the Ashworth scale really measure and are instrumented measures more valid and precise? **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 44, p. 112-118, 2002.

DAVIDOFF, R.A. Skeletal Muscle Tone and the misunderstood stretch reflex. **Neurology**, v.42, p. 951-963, 1992.

DAVIES, P.M. **Passos a Seguir**. São Paulo: Manole, 1996.

DODD, K.J.; TAYLOR, N.F.; GRAHAM, H.K. A randomized clinical trial of strength training in young people with cerebral palsy. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 45, p. 652-657, 2003.

FIELDS, R.W. Electromyographically triggered electric muscle stimulation for chronic hemiplegia. **Arch-Phys-Med-Rehabil**, v.68, n.7 p. 407-14, jul 1987.

GIUFFRIDA, J.P.; CRAGO, P.E. Reciprocal EMG control of elbow extension by FES. **IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering**, v. 9, n.4, p. 338-345, dec 2001.

GODBERGER, M.E., MURRAY, M. Recovery of function and anatomical plasticity after damage to the adult and spinal cord. In COTMAN, C.W. Synaptic plasticity, New York, NY, Guilford Press, 1985, pp 77-110 *apud* VILLAR, F.A.S. - Alterações Centrais e Periféricas Após Lesão do Sistema Nervoso Central. Considerações e Implicações para a Fisioterapia. **Revista Brasileira de Fisioterapia**; v.2, n.1, p. 19-34, 1997.

GUIRRO, E.C.O, GUIRRO, R.J. **Fisioterapia em Estética: fundamentos, recursos e patologias**, 2.ed. São Paulo: Editora Manole, 1996. p. 91-117.

GUIRRO, R.J; NUNES, C.V.; DAVINI, R. Comparação dos efeitos de dois protocolos de estimulação elétrica neuromuscular sobre a força muscular isométrica do quadríceps. **Rev. Fisioterapia Univ. São Paulo**, v.7, n. 1/2, p. 10-15, jan/dez 2000.

HOFFEMAN, R. **Pediatric Stroke - The Cerebral Palsy Network**. Atualizado em 24/03/2003. Disponível em: <<http://www.geocities.com/Heartland/Plains/8950/pediatricstroke.htm>>. Acesso em 26 de agosto de 2003.

HOSKING, G.P. *et al.* Measurements of muscle strength and performance in children with normal and diseased muscle. **Archives of Disease in Childhood**, v.51, p. 957-963, 1976.

HOWE, T. Correntes de Baixa Frequência: Introdução. In: KITCHEN S, BAZIN S. **Eletroterapia de Clayton**, 10ª Edição. São Paulo: Editora Manole, 1998 p.261-265.

IATROS- **Estatística e pesquisa para profissionais da saúde**. Disponível em: <<http://www.vademecum.com.br/iatros>>. Acesso em 11/04/2004.

JENSEN, W.; SINJÆR, T. Effect of agonist-antagonist electrical stimulation on muscle afferent recordings in anesthetized rabbits. **Neuromodulation**, v.4, n.3, p.127-137, 2001.

JOHNSON, C.A. *et al.* A Pilot Study to Investigate the Combined use of Botulinum Neurotoxin Type A, Functional Electrical Stimulation, with Physiotherapy in the Treatment of Spastic Dropped Foot in Sub acute Stroke. **Artificial Organs**, v. 26, n. 3, p. 263-266, 2002.

KENDALL, F. P., MCCREARY, E.K., PROVANCE, P.G. **Músculos, Provas e Funções**. São Paulo: Editora Manole, 1995. p 4 e 5.

KENNEY, L. *et al.* An Implantable Two Channel Drop Foot Stimulator: Initial Clinical Results. **Artificial Organs**. v. 26, n. 3, p. 267-270, march 2002.

KERN-BUEL, C.L *et al.* Asthma severity, psychophysiological indicators of arousal, and immune function in asthma patients undergoing biofeedback-assisted relaxation. **Appl. Psychophysiol Biofeedback**; v. 25, n.2, p. 79-91, jun 2000.

KERR, C.; McDOWEL, B.; McDONOUGH, S. Electrical stimulation in cerebral palsy: a review of effects on strength and motor function. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v.. 46, p. 205-213, 2004.

KITCHEN, S. Estimulação Elétrica Neuromuscular e Muscular. In: KITCHEN S, BAZIN S. **Eletroterapia de Clayton**, 10 ed. São Paulo: Editora Manole, 1998 p. 266-275.

KNOTT, M, VOSS, D. **Proprioceptive Neuromuscular Facilitation: patterns and techniques**. New York: Harper & Row, 1968.

KROON, J.R. *et al.* Electrical stimulation of the upper extremity in stroke: comparison of two stimulation strategies. **Roessing Research and Development** Disponível em: <<http://www.rrd.nl/www/publications/Esetueis.pdf>>. Acesso em 10/03/04.

LAUER, T.R. *et al.* The Function of the Finger Intrinsic Muscles in Response to Electrical Stimulation. **IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering**, v.7, n.1, p. 19-26, 1999..

LEFÉVERE, A.B. Paralisia Cerebral. In: MARCONDES *et al.* **Pediatria Básica**, 7 ed. São Paulo: Sarvier, 1985.

LEGG, A. T. Physical Therapy in infantile paralysis. In: MOCK. Principles and practice of Physical Therapy, v 2 Hagerstown, Maryland: WF Prior, 1932 p. 45. *apud* KENDALL, F. P., MCCREARY, E.K., PROVANCE, P.G. **Músculos, Provas e Funções**. São Paulo: Editora Manole, 1995. p 188.

LEITÃO, A. **Paralisia cerebral** - Diagnóstico, Terapia , Reabilitação. São Paulo: Livraria Atheneu, 1983.

LEVIN, M.F.; HUI-CHAN, C. Ankle Spasticity is inversely correlated with antagonist voluntary contraction in hemiparetic subjects. **Electromyogr. Clin. Neurophysiol**, v. 34, p. 415-425, 1994.

LEVIN O., MIZHRAHI J., ISAKOV E.- Transcutaneous FES of the paralyzed quadriceps: Is the knee torque affected by unintended activation of the hamstrings? **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v.10, p. 47-58, 2000.

LIANZA, S. *et al.* **Análise Epidemiológica do Consenso Nacional sobre Espasticidade**. 2001. Disponível em < <http://www.amlar-rehab.com/trabajos.htm>>, acesso em 11/08/2002.

MACHADO, A. Grandes vias Eferentes In: MACHADO, A. **Neuroanatomia Funcional**, 2 ed. São Paulo: Editora Atheneu, 1993.

MANREZA, M. L. G.; GHERPELLI, J.L.D. Encefalopatias Crônicas Infantis não progressivas. In: MARCONDES, E. **Pediatria Básica**, 8. ed. São Paulo: Sarvier, 1994. v. 2, p 1129-1132.

MAYO, N.E. The effect of physical therapy for children with motor delay and cerebral palsy. A randomized clinical trial. **American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation**, v.70, p. 258-267, 1991.

MUELLER, H.H. *et al.* Treatment of fibromyalgia incorporating EEG-Driven stimulation: a clinical outcomes study. **J. Clin. Psychol.**; v. 57, n.7, p. 933-52, jul 2001.

MYLON Tech Health Technologies Inc. **What is N.M.E.S.?** Disponível em: <<http://www.mylontech.com/faq2.asp>>. Acesso em 01/10/2003.

MONTEIRO ,C.B.M, DARBAR, I.A. Comparação da escala GMFM “Gross Motor Function Measure” com entrevista aos professores de crianças portadoras de Paralisia Cerebral. Publicado em 07/01/2004. Disponível em:<<http://www.psicopedagogia.com.br/artigos/artigo.asp?entrID=491>> acesso em 17/02/2004.

_____, MARTINS, S.C. Quantificação da utilização de muletas canadenses em um paciente portador de paralisia cerebral (diparesia espástica) - Resumo. **Fisioterapia Brasil**, v.3, n.5, 2002. Disponível em: <<http://www.atlanticaeditora.com.br/pagina.asp?cop=29>>, acesso em 17/02/2004.

MURPHY, N., *et al.* Intrathecal baclofen therapy in children with cerebral palsy: Efficacy and complications. **Arch Phys Med Rehabil**; v.83, n.12, p.1721-25, dec 2002.

NELSON, W.E (editor sênior) **Tratado de Pediatria**, 15. ed. (Tradução de Marcio Moacir de Vasconcelos *et al*). Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1997.

NORDMARK E; HÄGGLUND G; LAGERGREN J. Cerebral palsy in southern Sweden II. Gross motor function and disabilities. **Acta Paediatr**; v.90, n.11, p.1277-82, nov 2001.

O'CONNELL, P.A. *et al.* Foot Deformities in Children with Cerebral Palsy. **Journal of Pediatric Orthopedics**, v.18, n.6, p. 743-747, November/December 1998.

O'KEEFFE, D.T.; LYONS, G.M. A versatile drop foot stimulator for research applications. **Medical Engineering & Physics**, v. 24, n.3, p. 237-242, apr 2002.

OLNEY,S.J. Quantitative Evaluation of cocontraction of knee and ankle muscles in normal walking. In: WINTER, D.D., NORMAN, R.W., WELLS, R.P., HAYES, K.C., PATLA, A.E.,editors. **Biomechanics IX-A**. Champaign (IL): Human Kinetics; 1985. p. 431-435.

PAGES, I.H; JAHR, S; SCHAUFELE, M.K; CONRADI, E. Comparative analysis of biofeedback and physical therapy for treatment of urinary stress incontinence in women. **Am. J. Phys. Med. Rehabil.** v.80, n.7, p.494-502, jul 2001.

PALISANO, R.J *et al.* Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v.39, p. 214-223, 1997.

_____ *et al.* Gross motor function of children with down syndrome: creation of motor growth curves. **Arch Phys Med Rehabil**; v. 82, n. 4, p. 494-500, april 2001.

PANDYAN, D. *et al.* Biomechanical examination of a commonly used measure of spasticity. **Clin Biomech**, v.16, n.10, p. 859-65, dec 2001.

PARKES, J, *et al.* Cerebral Palsy in Northern Ireland:1981-93. **Paediatric and Perinatal Epidemiology**, v. 15, n. 3, p. 278-286, July 2001.

PERRY, J. Determinants of muscle function in the Spastic Lower extremity. **Clinical Orthopaedics and Related Research**, v. 288, 10-25, march 1993.

PHAROAH, P.O.D.; PLATT, M.J.; COOKE, T. The changing epidemiology of cerebral palsy. **Archives of Disease in Childhood**, v. 75, n.3, p. 169-173, nov 1996.

PIERCE, S.R. *et al.* Direct effect of percutaneous electric stimulation during gait in Children with hemiplegic cerebral palsy: A report of 2 cases. **Arch Phys Medicine Rehabilitation**, v. 85, p. 339- 343, feb 2004.

PIOVESANA, A.M.S.G. **Paralisia Cerebral Hemiparética: Aspectos Evolutivos, Plasticidade Cerebral, e especialização Hemisférica.** 1999. Tese (Doutorado em Neurologia/ Neurociências). Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 1999.

QUARK produtos médicos. **Manual de Operação** do FES-VIF 995 dual e FES-VIF 995 four, 1. ed. Piracicaba: s.e., 2002.

RICHARDSON, D. Physical Therapy in Spasticity. **European Journal of Neurology**, v. 9 (Supplement 1), p.17-22, may 2002.

ROBINSON, C.; PECKHAM, P.; HOSHIMITA, N. Introduction to Functional Electrical Stimulation, Neuroprosthetics, and Rehabilitation Engineering. **IEEE Transactions on Rehabilitaton Engineering**, v. 4, n. 4, dec1996.

ROSENBLOOM, L. Diagnosis and management of cerebral palsy. **Archives of Disease in Childhood**, v. 72, n. 4, p. 350-354, apr 1995.

ROWLAND, L. P. Merrit, **Tratado de Neurologia** 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1986.

RUSSELL D, *et al.* The Gross Motor Function Measure: A Means to Evaluate the Effects of Physical Therapy. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 31, p. 341-352, 1989.

RUSHTON, D.N. Functional electrical stimulation and rehabilitation- an hipotesis. **Medical engineering & Physics**, v. 25, p. 75-78, 2003.

SCHEKER, L.R.; CHESHER, S.P.; RAMIREZ, S. Neuromuscular Electrical Stimulation and Dynamic Bracing as a Treatment For upper-extremity Spasticity in Children with Cerebral Palsy. **Journal of Hand Surgery**, v.24B, n.2, p.226-232, 1999.

SCOTT, O. Efeitos estimulantes. In: KITCHEN S, BAZIN, S. **Eletroterapia de Clayton**.10.ed. São Paulo: Editora Manole, 1998. p.111-119.

SCOTT, O.M. *et al.* Effects of chronic low frequency electrical stimulation on normal human tibialis anterior muscle. **Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry**, v.48, p. 774-781, 1985.

SMITH, L.K.; WEISS, E.L.; LEHMKUHL, D.L. **Cinesiologia Clínica de Brunnstrom**, 5 ed. São Paulo,: Editora Manole, 1997.

SOARES, A.V. Biofeedback eletromiográfico na recuperação do pé caído. **Rev. Fisioterapia da USP**; v.5, n. 2, p. 104-10, 1998.

SOMMERFELT K, *et al.* Therapeutic electrical stimulation in cerebral palsy: a randomized, controlled, crossover trial. **Developmental Medicine & Child Neurology** , v.43, p. 609-613, 2001.

SOUZA, A.M.C., FERRARETO, I., MACHADO, P. **Paralisia Cerebral: Aspectos Clínicos e Ortopédicos - Orientação aos Pais.** (s.d.). Disponível em: <<http://www.abpc.org/angela.htm>.> Acesso em:12/08/2003.

SUNG, M.S, *et al.* FES-biofeedback versus intensive pelvic floor muscle exercise for the prevention and treatment of genuine stress incontinence. **J Korean Med Sci**; v.15, n.3, p.303-8, jun 2000. (abstract)

TEIXEIRA, L.F; OLNEY, S.J; BROWNER, B. Mecanismos e Medidas de Espasticidade. **Revista de Fisioterapia da Universidade de São Paulo**, v.5, n.1, p. 4-19, jan/jun 1998.

THESKEFF, S; SELLIN, L.C. Denervation Supersensitivity. **Trends in Neuroscience**, v. 3, p. 122-126, 1980.

TONER, L.V.; COOK, K.; ELDER, G.C.B. Improved ankle function in children with cerebral palsy after computer-assisted motor learning. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 40, p. 829-835, 1998.

TRAHAN, J.; MALOUIN, F. Intermittent intensive physiotherapy in children with cerebral palsy: A pilot study. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v 44, p. 233-239, 2002.

UNPHRED, D.A. **Fisioterapia Neurológica.** 2. ed. São Paulo: Manole, 1994.

VELTNIK, P.H., LADOUCEUR, M., SINKJÆR, T. Inhibition of the triceps surae stretch reflex by stimulation of the deep peroneal nerve in persons with spastic stroke. **Arch Physical Medicine and Rehabilitation**; v 81, n 8, p. 1016-1024, aug 2000.

VILLAR, F.A.S. *et al.* (A) Avaliação da Capacidade de Aferir Torques Voluntários da Cadeira de Bonnet Adaptada e Comparação de Torques Gerados por dois tipos de Estimulação Elétrica Neuro-Muscular. Congresso Brasileiro de Biomecânica. 7. **Anais...** 1997.

_____(B). Alterações Centrais e Periféricas Após Lesão do Sistema Nervoso Central. Considerações e Implicações para a Fisioterapia. **Revista Brasileira de Fisioterapia**; v.2, n. 1, p. 19-34, 1997.

WILEY, M.E., DAMIANO, D. Lower-extremity strength profiles in spastic cerebral palsy. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 40, p. 100-107, 1998.

WOOD, E.; ROSENBAUN, P. The Gross Motor Function Classifications System for Cerebral Palsy: a study of reliability and stability over time. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 42, p. 292-296, 2000.

WRAIGE, E. *et al.* Ischaemic stroke subtypes in children and adults. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v.45, p. 229-232, 2003.

WRIGHT, P.A; GRANAT, M.H. Therapeutic effects of functional electrical stimulation of the upper limb of eight children with cerebral palsy. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 42, p. 724-727, 2000.

YANG T.F. *et al.* Treatment of cerebral palsy with botulinum toxin: evaluation with gross motor function measure (abstract). **J Formos Med Assoc**; v.98, n. 12, p. 832-6, dec1999. Disponível em:<<http://www.bireme.com.br/medline>> Acesso em 06/07/2002.

ANEXOS

Ficha de Avaliação- Crianças Hemiparéticas Atendidas no HC- UNICAMP

MESTRADO EM ENGENHARIA DE REABILITAÇÃO- DEB UNICAMP
LIGIA CHRISTINA BORSATO GUIMARÃES NUNES

1- NOME: _____ Sexo:()

2- NASCIMENTO: __/__/____ 3- PROCEDÊNCIA:_____

4- DIAGNÓSTICO CLÍNICO:_____

5- PROVÁVEL CAUSA:_____

6- IDADE MATERNA:_____ 7- INÍCIO DA FISIOTERAPIA:_____

8- FREQUÊNCIA DA FISIOTERAPIA:_____

9- ACOMPANHAMENTO MÉDICO (FREQUÊNCIA)_____

10- INVESTIGAÇÃO SOBRE DIVERSOS APARELHOS: (outros diagnósticos, ex:
hipertensão, epilepsia,etc).

11-CIRURGIAS ANTERIORES:

_____ DATA _____
_____ DATA _____
_____ DATA _____
_____ DATA _____

12: OUTRAS INFORMAÇÕES RELEVANTES:

13: EXAME FÍSICO:

Marcha: _____

Tônus muscular geral _____

Força muscular geral _____

Dorsiflexores: E _____ D _____
Plantiflexores: E _____ D _____

Perimetria:

Circunferência da articulação do joelho: D _____ E _____
10 cm distais à patela: D _____ E _____
Tornozelo: D _____ E _____
Arco plantar: D _____ E _____

Goniometria:

Flexão do joelho: D _____ E _____ Extensão do joelho: D _____ E _____
Flexão Plantar(FP): D _____ E _____ FP Passiva: D _____ E _____
Dorsiflexão (DF) : D _____ E _____ DF Passiva: D _____ E _____

Ashworth: (valores 0, 1, 2, 3 ou 4)

Sóleo D: _____ E _____
Gastrocnêmios: D _____ E _____

GMFM:

Pontuação: Em pé: _____ Andando: _____ Escalando: _____

OBSERVAÇÕES:

DATA DA AVALIAÇÃO: ____ / ____ / ____ INICIAL () INTERM () FINAL ()

AVALIADOR: _____

GMFM- Gross Motor Function Measurement
Mestrado DEB/ FFEC/UNICAMP
Pesquisadora: Ligia Christina Borsato Guimarães Nunes
Orientador: Prof. Dr. Antonio Augusto Fasolo Quevedo

Nome da Criança _____ Data: ___/___/___

Terapeuta _____ Tempo de prova _____

Scores

Atividade

Em pé

- 51- Levanta-se apoiado em móveis
- 52- Permanece em pé sozinho (3 seg)
- 53- Libera o pé D (3 seg)
- 54- Libera o pé E (3 seg)
- 55- Em pé sozinho (20 seg)
- 56- Fica sobre o pé direito (10 seg)
- 57- Fica sobre o pé esquerdo (10 seg)
- 58- Em pé a partir de um banco baixo
- 59- Em pé a partir de ajoelhado alto
- 60- Abaixa-se ao chão
- 61- Agacha-se
- 62- Pega objetos do chão

Andando

- 63- Anda lentamente, com as mãos em um corrimão (5 passos de cada lado)
- 64- Anda com as 2 mãos apoiadas por outra pessoa (> 10 passos)
- 65- Anda apoiando-se em uma mão (10 passos)
- 66- Anda sozinho (10 passos)
- 67- Anda, pára, gira 180°, volta
- 68- Anda para trás (>10 passos)
- 69- Anda segurando um objeto
- 70- Anda entre duas linhas paralelas 8" (10 passos)
- 71- Anda em linha reta (>10 pasos)
- 72- Passos sobre o (stick knee high R foot leading)
- 73- Passos sobre o (stick knee high L foot leading)

- 74- Corre
- 75- Chuta bola com a perna D
- 76- Chuta bola com a perna E
- 77- Pula alto (12 inches)
- 78- Salta em distância (> 12 inches)
- 79- Pula num pé só D (10 vezes)
- 80- Pula num pé só E (10 vezes)

Escalando

- 81- Para cima, segurando em um corrimão (4 passos)
- 82- Para baixo, segurando em um corrimão (4 passos)
- 83- Para cima, com os braços livres (4 passos)
- 84- Para baixo, com os braços livres (4 passos)
- 85- Saltos de 6" (step?)

Scores

- 0 = não pode iniciar
- 1 = Inicia independentemente
- 2 = Parcialmente completo
- 3 = Completa independentemente

Esta avaliação foi indicativa da performance regular da criança?

- Sim
- Não Caso, não, especificar.

Sessão B- órteses e auxílios

Indique com um X os utilizados e indique em qual item (I) da avaliação foi utilizada inicialmente.

Auxílios		Órteses	I	
Rolador/ puxador		Controle de quadril		
andador		Controle de joelho		
Muletas em H		Controle de tornozelo/pé		
Muletas		Controle do pé		
Bengala de quatro pontos		Sapatos		
Bengala		Outros		
Nenhum		Nenhum		

TERMO DE CONSENTIMENTO

Eu, _____ por meio deste instrumento de autorização por mim assinado, dou pleno consentimento ao pesquisador abaixo relacionado para realizarem as análises necessárias a execução do projeto de pesquisa **“Efeitos do Biofeedback e da Eletroestimulação Neuro-muscular no Tibial Anterior de Pacientes Seqüelados de Paralisia Cerebral: um estudo comparativo.”**

Tenho pleno conhecimento da justificativa, objetivos, benefícios esperados e dos procedimentos a serem executados, afirmo ter ciência dos procedimentos a serem realizados (anexo II), bem como da possibilidade de receber esclarecimentos sempre que considerar necessário. Será mantido sigilo quanto à identificação da pessoa do meu filho/dependente legal e zelo à sua privacidade.

Também concordo que os dados obtidos ou quaisquer outras informações permaneçam como propriedade exclusiva do pesquisador. Dou pleno direito da utilização desses dados e informações para uso no ensino, pesquisa e divulgação em periódicos científicos.

Campinas, ____ de _____ de 200 ____

Assinatura do Pai/ responsável

RG _____

Pesquisadores:

Ligia Christina Borsato Guimarães Nunes - Telefone (19) 3253-0120

Orientador: Prof. Dr. Antônio Augusto Fasolo Quevedo- Telefone (19) 3788-9290

Comitê de Ética em Pesquisa – Telefone (19) 3788-8936

PROCEDIMENTOS A SEREM REALIZADOS

- Os voluntários não serão submetidos a riscos durante a fase dos exames eletromiográficos, avaliação funcional dos membros inferiores, bem como durante a fase de tratamento com o *Biofeedback* eletromiográfico e a Eletroestimulação neuro-muscular (EENM);
- Para a realização dos exames eletromiográficos e a aplicação do *biofeedback* eletromiográfico será necessário a colocação de eletrodos superficiais em músculos selecionados na região anterior e posterior da perna, bilateralmente. Os eletrodos não aplicam estímulos elétricos, apenas captam a atividade elétrica dos músculos no local de sua aplicação.
- O voluntário e seus pais ou responsáveis têm garantia que receberão respostas a qualquer pergunta ou esclarecimento quanto aos procedimentos, riscos ou benefícios da pesquisa;
- Os procedimentos dessa pesquisa estão de acordo com as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos (Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde);
- Os resultados obtidos neste estudo serão utilizados exclusivamente para uso acadêmico;
- O voluntário tem a plena liberdade de abandonar a pesquisa em qualquer tempo;