

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências da Saúde  
Programa de Pós-Graduação em Análise e Planejamento de  
Produtos e Processos Fisioterapêuticos**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Monografia de Especialização

**O EQUILÍBRIO NA PARALISIA CEREBRAL:  
ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA INSTABILIDADE  
AMBIENTAL NA MOBILIDADE**

elaborada por  
**Nadiesca Taisa Filippin**

Como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Especialista em Análise e Planejamento de Produtos e Processos  
Fisioterapêuticos**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

---

**Carmem Sílvia Benevides Fellippa**  
(Presidente/Orientadora - UFSM)

---

**Marisa Gonçalves**  
(Professora – UFSM)

---

**Lígia Medeiros**  
(Professora – UFSM)

Santa Maria, dezembro de 2004

Filippin, Nadiesca Taisa,  
O equilíbrio na paralisia cerebral: estudo da influência da  
instabilidade ambiental na mobilidade/ Nadiesca Taisa Filippin –  
Santa Maria, 2004.

**150 p.**

Fisioterapia – Monografia de Especialização.

1. diplegia 2. equilíbrio 3. mobilidade 4. cama elástica

---

© 2004

Todos os direitos reservados a Nadiesca Taisa Filippin. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita com autorização por escrito do autor.

Endereço. Rua Pinheiro Machado, 226 ap. 308, Centro, Cruz Alta, RS, 98005-000

Fone (0xx)55 33241457; End. Eletr: { HYPERLINK  
"mailto:nadifilippin@yahoo.com.br" }

---

Talvez meio caminho andado  
seja a gente acreditar no que faz.  
Mas acima de tudo,  
o que mais nos incentiva,  
que mais nos valoriza e  
também mais nos torna conscientes  
de nossa responsabilidade,  
é saber que outros crêm em nós.  
E não há palavras que descrevam o que sentimos  
ao saber dos sacrifícios a que eles se impõem  
por crerem não apenas em nós,  
mas também no que cremos.

Albert Einstein

## AGRADECIMENTOS

---

Gostaria de agradecer àqueles que, de alguma forma, me ajudaram e contribuíram para este trabalho. São eles: Prof<sup>ª</sup>. Elenita Costa Beber Bonamigo, que me permitiu o primeiro contato com o tema e acompanhou o desenvolvimento do estudo, aos professores da especialização, em especial, Prof<sup>ª</sup>. Lígia Sampaio de Medeiros, Prof. Luiz Vidal Negreiros Gomes, Prof<sup>ª</sup>. Marisa Gonçalves e Prof<sup>ª</sup>. Carmem Sílvia Fellippa, que apresentaram idéias inovadoras e contribuíram para os primeiros passos desta pesquisa.

Aos meus pais, Alducir e Glacir Filippin e meu namorado, Rodrigo Barbosa, pelo apoio, dedicação e empenho em construir a estrutura física necessária para a realização do trabalho.

E, em especial, às pacientes e seus responsáveis pela disponibilidade, durante dois meses, e por acreditarem na importância deste estudo.



## **LISTA DE TABELAS**

---

**Tabela 1** – Avaliação antropométrica – Sujeito 1 e 2

**Tabela 2** – Deformidades de membros inferiores – Sujeito 1

**Tabela 3** – Deformidades de membros inferiores – Sujeito 2

**Tabela 4** – Teste de equilíbrio e de mobilidade orientada ao desempenho no pré e pós-treinamento – Sujeito 1

**Tabela 5** – Teste de equilíbrio e de mobilidade orientada ao desempenho no pré e pós-treinamento – Sujeito 2

**Tabela 6** – Teste de força e resistência muscular no pré e pós-treinamento – Sujeito 1

**Tabela 7** – Teste de força e resistência muscular no pré e pós-treinamento – Sujeito 2

**Tabela 8** – Teste de caminhada de 6 minutos no pré e pós-treinamento – Sujeito 1

**Tabela 9** – Teste de caminhada de 6 minutos no pré e pós-treinamento – Sujeito 2

**Tabela 10** – Variáveis espaciais: comprimento do passo e ângulo dos pés – Sujeito 1

**Tabela 11** – Variáveis espaciais: comprimento do passo e ângulo dos pés – Sujeito 2

**Tabela 12** – Valores absolutos do comprimento da passada e largura da base de apoio – Sujeito 1

**Tabela 13** – Valores absolutos do comprimento da passada e largura da base de apoio – Sujeito 2

**Tabela 14** – Variação da cadência no pré e pós-treinamento – Sujeitos 1 e 2

## LISTA DE FIGURAS

---

**Figura 1** – Parâmetros espaciais da marcha normal (Fonte: WALL, J. C. Marcha. In: DURWARD, B. R.; BAER, G. D. & ROWE, P. J. *Movimento funcional humano*. São Paulo: Manole, 2001. cap. 6, p. 96)

**Figura 2** – Regiões do cérebro afetadas pela diplegia (Fonte: BRAGA, L. V. *Cognição e paralisia cerebral*. Brasília: Sarah Letras, 1995)

**Figura 3** – A postura em pé do diplégico (Fonte: BRAGA, L. V. *Cognição e paralisia cerebral*. Brasília: Sarah Letras, 1995)

**Figura 4** – Representação da estrutura construída para o treinamento dos sujeitos

**Figura 5** – Variação da frequência cardíaca durante o treinamento – Sujeitos 1 e 2

**Figura 6** – Resultados do teste de equilíbrio de Berg no pré e pós-treinamento – Sujeitos 1 e 2

**Figura 7** – Resultados do teste de mobilidade orientada ao desempenho no pré e pós-treinamento – Sujeitos 1 e 2

**Figura 8** – Resultados do teste de resistência muscular localizada, incluindo dois testes: sentar-levantar e panturrilha, no pré e pós-treinamento – Sujeitos 1 e 2

**Figura 9** – Resultados do teste de subir escadas para avaliação da força muscular no pré e pós-treinamento – Sujeitos 1 e 2

**Figura 10** – Resultados do teste de caminhada de 6 minutos no pré e pós-treinamento – Sujeitos 1 e 2

**Figura 11** – Comprimento do passo direito e esquerdo no pré e pós-treinamento – Sujeitos 1 e 2

**Figura 12** – Variações dos ângulos dos pés direito e esquerdo no pré e pós-treinamento – Sujeitos 1 e 2

**Figura 13** – Comprimento da passada direita e esquerda no pré e pós-treinamento – Sujeitos 1 e 2

**Figura 14** – Largura da base de apoio no pré e pós-treinamento – Sujeitos 1 e 2

**Figura 15** – Normalização do comprimento da passada pelo comprimento do membro inferior no pré e pós-treinamento – Sujeitos 1 e 2

**Figura 16** – Normalização da base de apoio pela largura da pelve no pré e pós-treinamento – Sujeitos 1 e 2

**Figura 17** – Variações da cadência no pré e pós-treinamento – Sujeitos 1 e 2

**Figura 18** – Variações da velocidade no pré e pós-treinamento – Sujeitos 1 e 2

**Figura 19** – Relação do equilíbrio final com a base e o comprimento do passo finais para ambos os sujeitos



## **LISTA DE REDUÇÕES**

---

**AACD** – Associação de Assistência à Criança Defeituosa

**AACP** – American Association Cerebral Palsy

**AT** – Apoio Total

**AVDs** – Atividades de Vida Diária

**CAF** – Categoria de Ambulação Funcional

**CG** – Centro de Gravidade

**DIC** – Distância Inter-Condiliana

**EEG** – Eletroencefalograma

**EMG** – Eletromiografia

**FB** – Fase de Balanço

**FC** – Frequência Cardíaca

**FP** – Fase de Propulsão

**GOR** – Glicolítico Oxidativo Rápido

**GR** – Glicolítico Rápido

**HSVP** – Hospital São Vicente de Paulo

**MID** – Membro Inferior Direito  
**MIE** – Membro Inferior Esquerdo  
**MMII** – Membros Inferiores  
**OL** – Oxidativo Lento  
**PA** – Pressão Arterial  
**PC** – Paralisia Cerebral  
**RE** – Rotação Externa  
**RI** – Rotação Interna  
**RNM** – Ressonância Nuclear Magnética  
**SNC** – Sistema Nervoso Central  
**T6M** – Teste de Caminhada de 6 minutos  
**TC** – Tomografia Computadorizada  
**TC** – Toque do Calcânhar

## **LISTA DE ANEXOS**

---

**ANEXO A** – Avaliação neurológica infantil

**ANEXO B** – Avaliação da mobilidade orientada ao desempenho

**ANEXO C** – Teste de equilíbrio

**ANEXO D** – Capacidade de Ambulação Funcional (CAF)

**ANEXO E** – Plantimetria

**ANEXO F** – Teste de caminhada de 6 minutos

**ANEXO G** – Teste de força muscular

**ANEXO H** – Teste de resistência muscular localizada

**ANEXO I** – Termo de consentimento livre e esclarecido e  
Consentimento para fotografias, vídeos e gravações

**ANEXO J** – Fotos

**ANEXO K** – Programa terapêutico

## **RESUMO**

Monografia de Especialização  
Programa de Pós-Graduação em Análise e Planejamento  
de Produtos e Processos Fisioterapêuticos  
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

### **O EQUILÍBRIO NA PARALISIA CEREBRAL: ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA INSTABILIDADE AMBIENTAL NA MOBILIDADE**

AUTORA: NADIESCA TAISA FILIPPIN

ORIENTADORA: ELENITA COSTA BEBER BONAMIGO

Local e Data da Defesa: Santa Maria, dezembro de 2004

A diplegia causa alterações no tônus muscular e incoordenação de movimentos, o que leva, dentre outras coisas a um déficit de equilíbrio e à fraqueza muscular, alterando o desempenho funcional. Os objetivos deste estudo foram analisar o efeito de um programa terapêutico desenvolvido em uma cama elástica, com estabilização corporal, sobre o equilíbrio e mobilidade em portadores de paralisia cerebral diplégica. A amostra foi composta por dois sujeitos, sexo feminino, com sete e dez anos de idade. Para alcançar os objetivos propostos montou-se uma estrutura para o treinamento na cama elástica, que constava de diversos exercícios que exigiam estabilização, bem como força em membros inferiores. Este foi realizado por dois meses, três vezes por semana. Antes e depois do treinamento foram feitas avaliações para quantificar o desempenho dos sujeitos. A análise dos dados foi realizada comparando-se os dados do pré e do pós-treinamento através de estatística descritiva e porcentagens, e as relações e diferenças entre as variáveis, através do coeficiente de correlação de Pearson e teste t de *Student*, respectivamente. Além disso, efetuou-se uma análise qualitativa sobre as implicações da terapia na vida diária dos sujeitos, por meio de entrevista com familiares. De acordo com os resultados e segundo relatos das mães houve uma melhora do equilíbrio, da força e resistência muscular e em alguns aspectos da marcha, além da travessia de escadas. Com isso, confirmamos a importância de se trabalhar as reações de equilíbrio para uma melhora das atividades funcionais.

**Palavras-chave:** diplegia, equilíbrio, mobilidade, cama elástica

## **ABSTRACT**

Major Degree Monograph  
Physiotherapeutic Processes and Products Analysis and  
Planning Post Graduation Program  
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

### **O EQUILÍBRIO NA PARALISIA CEREBRAL: ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA INSTABILIDADE AMBIENTAL NA MOBILIDADE (THE BALANCE IN CEREBRAL PALSY: A STUDY ON THE ENVIRONMENTAL INSTABILITY IN THE MOBILITY)**

**AUTHOR: NADIESCA TAISA FILIPPIN**

**ADVISOR: ELENITA COSTA BEBER BONAMIGO**

Place and date of thesysis defense: Santa Maria, dezembro de 2004

Diplegia causes alterations in the muscular tonus and uncoordination of movements, what takes a patient, among any other things, to a balance deficit and to a muscular weakness, causing disturbances on the functional performance. This study objectived to analyze the effects of a therapeutical program, developed in an elastic bed, with body stabilization, on the balance and mobility of diplegic cerebral palsy patients. Our sample was made of two female patients, who are 7 and 10 years old. To reach the proposed goals, a training structure was built in the elastic bed, with various exercises that required stabilization, as well as muscular force on lower limbs. This study was performed during two months, three times a week. Before and after the training, we submitted the patients to an assessment, to measure their performance. Data analysis was done comparing those data from pre and post training, through descriptive statistics and percentages, and the relations and differences among the variables, through Pearson's correlation coefficient and Student's t test, respectively. Moreover, a qualitative analysis on the therapy implications on the patients life was done, through interviews with relatives. According to the results and mother's reports, there where an improvement on balance, force and muscular resistance and in some gait aspects, besides good results on climbing stairs. With that, we confirmed the importance of working the balance reactions for improving functional activities.

**Key-words:** diplegia, balance, mobility, elastic bed

## I INTRODUÇÃO

---

## **1.1 Justificativa**

Desde a Antigüidade os agentes físicos e os movimentos corporais vêm sendo utilizados para tratar doenças e reabilitar pacientes. Porém, somente no século XX, a Fisioterapia ganha espaço e se consolida como profissão, tratando os enfermos da guerra. Instala-se no Brasil em 1929, com formação para a assistência reabilitadora (REBELATTO & BOTOMÉ, 1999). A esta idéia de reabilitação foram sendo somadas as de prevenção e promoção da saúde. Sendo, atualmente, uma profissão de destaque, que atua nas mais diversas áreas e com diferentes finalidades.

Uma das áreas em que o profissional fisioterapeuta atua é a neurologia, a qual estuda o desenvolvimento do sistema nervoso, desde a anatomia e fisiologia até as patologias que o acometem, em qualquer nível. Porém, deve-se ressaltar que não é uma área isolada e que leva em consideração o corpo como um todo. Dentre as patologias mais estudadas que acometem o sistema nervoso podemos citar a paralisia cerebral (PC), a qual provoca alteração no controle motor e conseqüentemente interfere nas reações posturais e de equilíbrio.

O equilíbrio é uma habilidade que permite o indivíduo manter o sistema músculo-esquelético em uma posição estática eficaz e controlar uma postura eficiente quando em movimento (CARNAVAL,

1997). Segundo EDWARDS (1999), o equilíbrio é uma atividade motora holística dependente de reações de retificação, de equilíbrio e de proteção que agem simultaneamente na realização de tarefas funcionais. A marcha é uma delas e só é aperfeiçoada quando há o desenvolvimento de mecanismos de equilíbrio e força suficiente para sustentar o peso do corpo (ECKERT, 1993).

Nas últimas décadas, as pesquisas sobre controle postural e equilíbrio, bem como suas alterações, evoluíram e tornaram-se mais amplas. As próprias definições e o conhecimento dos mecanismos responsáveis pelo controle destas funções foram alterados. Formou-se uma nova abordagem fisioterapêutica, o controle da postura dentro de um contexto ambiental, na qual se reconhece a necessidade fundamental de estabilidade postural para uma atividade funcional eficaz (EDWARDS, 1999). Muito tem se estudado a respeito deste assunto, pois há uma interferência direta destes fatores na independência do indivíduo.

Na postura ereta é necessário que as reações de equilíbrio estejam bem desenvolvidas, pois agimos contra a gravidade em diferentes situações, como por exemplo, em superfícies estáveis e retilíneas, superfícies móveis e em superfícies estáveis e irregulares (DAVIES, 1996). Para tanto, é indispensável que as estruturas responsáveis pela manutenção do equilíbrio estejam intactas e integradas. Considerando um caso patológico, este mecanismo está afetado e se faz necessária à intervenção do fisioterapeuta para estimular estas reações posturais e de equilíbrio através do treinamento.

A paralisia cerebral espástica é um exemplo, pois leva a um padrão de flexão, adução e rotação interna dos membros inferiores, com um déficit de equilíbrio que está relacionado com as alterações do tônus muscular e incoordenação dos movimentos, interferindo na interação entre mobilidade e estabilidade do corpo, e assim, dificultando a manutenção de posturas e a marcha.

O fisioterapeuta está constantemente envolvido no tratamento de déficits do equilíbrio e deve procurar utilizar métodos cada vez mais eficazes que permitam proporcionar ao paciente maior estabilidade. Os programas terapêuticos convencionais baseiam-se na inibição do tônus anormal, porém, esta terapia nem sempre provoca mudanças nos padrões de postura e movimento. Paradigmas mais atuais propõem a utilização de princípios da aprendizagem motora como o treino repetitivo de tarefas específicas ao invés de enfatizar a normalização do tônus. Para EDWARDS (1999) as habilidades de movimento são constantemente reforçadas e aperfeiçoadas pela repetição, sendo o sistema nervoso central (SNC) sempre sensível a ambas as informações sensoriais intrínsecas e extrínsecas, que são assimiladas para produzir atividade efetiva.

Os livros clássicos da Fisioterapia trazem diferentes métodos terapêuticos convencionais utilizados para tratar a PC diplégica, baseados em conceitos neurofisiológicos, que se preocupam mais em não aumentar a espasticidade. Consultando a bibliografia existente sobre equilíbrio nas páginas da internet é possível verificar que foram e estão sendo realizados trabalhos que avaliam e descrevem a eficácia dos tratamentos que utilizam desde técnicas cinesioterápicas até

produtos existentes no mercado, como por exemplo, as tábuas de equilíbrio e o balancim, principalmente para uso adulto, e para as crianças uma variedade de equipamentos lúdicos como a piscina de bolinhas, a cama elástica, as bolas e o balanço, que têm por objetivo a estimulação sensorial e conseqüentemente o desenvolvimento das reações posturais e de equilíbrio (DADALT, 2003).

Podem ser relatados, também, trabalhos que utilizam o suporte de peso corporal durante a marcha de crianças com paralisia cerebral na esteira, o que também possibilita um ambiente sensorial diferenciado, com ganhos no equilíbrio e na funcionalidade da marcha, sem muito se preocupar com a espasticidade (VISITIN & BARBEAU 1989; SCHINDL *et alli*, 2000; BONAMIGO, 2002 e MURARO & RIGOTTI, 2002).

A idéia de treinar o equilíbrio em paralisados cerebrais diplégicos em uma cama elástica, com estabilização do quadril e do tronco através de um colete preso a cordas elásticas, baseia-se no fato de que a criança aprende sentindo e também repetindo, portanto, quanto mais suas reações posturais forem exigidas, mais rápido ela aprenderá realizar ajustes para manter o equilíbrio e, possivelmente, realizar suas atividades diárias. A escolha da cama elástica como instrumento para este estudo está fundamentada em sua recomendação por autores conceituados como AYRES (1995) e LEVITT (2001) para o tratamento das desordens do equilíbrio. Outro motivo que levou a escolha deste tema foi uma pesquisa realizada por FILIPPIN (2003), que, analisando a força de reação do solo verificou uma diminuição da propulsão durante a marcha de crianças com PC. Isto implica em uma

diminuição da força muscular, principalmente, na musculatura posterior de membros inferiores, como o glúteo e o tríceps sural.

Apesar de este estudo basear-se na mesma proposta de ambiente diferenciado e repetição de movimentos para ganhos motores, não se verificou a existência de nenhum trabalho com igual propósito, que incluísse a realização de um programa lúdico de treinamento em uma cama elástica para proporcionar melhora do equilíbrio, da postura, da força muscular e da marcha em indivíduos diplégicos, com o objetivo final de ganhar independência funcional. Pois é fundamental buscar novas abordagens terapêuticas para mudar a rotina das terapias da criança portadora de PC que necessitam de longos tratamentos.

Diante do exposto surgiu a seguinte situação problema: Qual a influência de um programa terapêutico desenvolvido em uma cama elástica, com estabilização corporal, sobre o equilíbrio e mobilidade de diplégicos?

Buscando-se um maior conhecimento sobre o assunto, este estudo está estruturado de forma a apresentar no Capítulo II as informações a respeito de equilíbrio e força e resistência muscular, bem como habilidades motoras, como pular e andar. O Capítulo III enfoca a patologia estudada, a paralisia cerebral diplégica e suas implicações sobre as atividades motoras. O Capítulo IV apresenta os participantes do estudo e os procedimentos terapêuticos e de coleta. O Capítulo V traz os resultados e discussão dos dados. O Capítulo VI trata das contribuições geradas pela pesquisa em relação às mudanças ocorridas nas atividades de vida diária, na visão dos sujeitos e seus familiares. Por fim, o Capítulo VII, das considerações finais, propõe

investigações subseqüentes em relação ao tema, para que seja ampliado e aprofundado, visando a independência funcional e a melhora da qualidade de vida destes pacientes.

## **1.2 Objetivos**

### *1.2.1 Objetivo Principal*

Analisar a influência de um programa terapêutico desenvolvido em uma cama elástica, com estabilização corporal, sobre o equilíbrio e mobilidade em portadores de paralisia cerebral diplégica.

### *1.2.2 Objetivos Secundários*

Verificar a influência do programa de treinamento sobre:

- o equilíbrio;
- a força e resistência muscular de membros inferiores;
- as variáveis espaço-temporais da marcha dos diplégicos;

Identificar o nível de satisfação dos sujeitos e familiares quanto à terapêutica e suas implicações nas atividades de vida diária.

## **1.3 Variáveis**

### *1.3.1 Variável independente*

Programa terapêutico realizado em uma cama elástica.

### *1.3.2 Variáveis dependentes*

Equilíbrio, força e resistência muscular de membros inferiores e marcha.

### *1.3.3- Variáveis intervenientes*

Idade, correções cirúrgicas (idade e musculatura em que foi realizada), deformidades e perspectiva familiar.

## **1.4 Hipóteses**

h0 – O programa terapêutico em cama elástica não influencia no equilíbrio e mobilidade dos diplégicos.

h1 – O programa terapêutico em cama elástica influencia no equilíbrio e mobilidade dos diplégicos.

## **1.5 Delimitações do estudo**

O estudo delimitou-se a estudar a influência da instabilidade ambiental através de dois meses de terapia em cama elástica, sobre o equilíbrio e a mobilidade em dois diplégicos com idade de sete e dez anos e marcha independente, porém instável, na cidade de Cruz Alta.

## 1.6 Limitações

- Pequeno número da amostra;
- Tempo mínimo de terapia;

## 1.7 Definição dos termos

*Paralisia Cerebral* – A paralisia cerebral é uma encefalopatia espástica decorrente de uma lesão no cérebro ainda imaturo, levando a uma desordem generalizada, a qual interfere no funcionamento motor.

*Diplegia Espástica* – é uma das formas de paralisia cerebral que se caracteriza pelo comprometimento dos membros inferiores, os quais estão mais afetados que os superiores (BOBATH, 1984).

*Equilíbrio* – refere-se à habilidade para manter o centro de gravidade sobre a base de suporte. É necessário para manter uma posição no espaço ou mover-se de modo controlado e coordenado (KISNER & COLBY, 1998).

*Espasticidade* – é um estado de aumento do tônus muscular (hipertonía) (UMPHRED, 1994).

*Tônus Muscular* – é a firmeza que os músculos apresentam à palpação (SMITH *et alli*, 1997).

*Força muscular* – é definida como a quantidade máxima de esforço produzida por um músculo ou grupo muscular (HAMILL & KNUTZEN, 1999).

*Resistência muscular* – é a capacidade de realizar uma mesma atividade por um longo período de tempo (SMITH, *et alli*, 1997).

*Marcha* – A marcha pode ser definida como um padrão bípede de locomoção, na qual, movimentos repetitivos dos membros inferiores incluem períodos de apoio e de balanço (WALL, 2001).

**II O EQUILÍBRIO, A FORÇA MUSCULAR  
E AS HABILIDADES MOTORAS**

---

Este capítulo tem por objetivo fundamentar o estudo, apresentando informações a cerca do equilíbrio, seu desenvolvimento e seus mecanismos; da força e resistência muscular; e das atividades motoras, como o pular e a marcha, sendo que o primeiro envolve dados sobre a cama elástica, e o segundo, enfoca a análise cinemática.

## **2.1 O equilíbrio normal**

Primeiramente, é necessário que se faça a diferenciação entre equilíbrio e postura, já que são termos distintos, porém, interligados e por isso, freqüentemente, confundidos.

O controle postural envolve o controle do corpo no espaço com o objetivo de dar estabilidade e orientação. A orientação postural consiste em manter uma relação adequada entre os segmentos do corpo e entre o corpo e o ambiente. O termo postura é usado para descrever o alinhamento e orientação do corpo. Na maioria das tarefas funcionais, mantemos a orientação vertical do corpo, utilizando referências sensoriais como gravidade (sistema vestibular), superfície de apoio (sistema somatossensitivo) e relação com o ambiente (sistema visual) (SHUMWAY-COOK & WOOLLACOTT, 2003).

A estabilidade postural consiste em manter o corpo em equilíbrio. A estabilidade e orientação postural são objetivos distintos do sistema de controle postural. Algumas tarefas exigem maior orientação, enquanto que outras necessitam mais estabilidade (SHUMWAY-COOK & WOOLLACOTT, 2003).

O controle postural, que envolve estabilidade e orientação requer percepção (informações sensoriais) e ação (forças para posicionar o corpo), em vista disso, exige uma complexa interação entre sistema músculo-esquelético e neural. O primeiro inclui elementos como amplitude de movimento, flexibilidade da coluna, propriedades musculares e relações biomecânicas entre os segmentos unidos. Já os componentes neurais necessários incluem: processos motores (sinergia de resposta muscular); processos sensoriais e; processos de integração de nível superior (influências cognitivas), os quais mapeiam a sensação para a ação, garantindo aspectos de antecipação e adaptação do controle postural (SHUMWAY-COOK & WOOLLACOTT, 2003).

Equilíbrio, portanto, refere-se à habilidade para manter o centro de gravidade (CG) sobre a base de suporte. Na postura vertical imóvel este limite encontra-se nas bordas externas dos pés. Os limites de estabilidade mudam de acordo com a tarefa, a biomecânica individual e o ambiente. O equilíbrio é um fenômeno dinâmico que envolve uma combinação de estabilidade e mobilidade. Ele é necessário para manter uma posição no espaço ou mover-se de modo controlado e coordenado (KISNER & COLBY, 1998).

O conceito de estabilidade está intimamente relacionado com o de equilíbrio. Portanto, estabilidade e equilíbrio podem ser definidos do mesmo modo, ou seja, como a resistência à aceleração angular e linear. A capacidade de um indivíduo assumir e manter uma posição estável é chamada de equilíbrio corporal, o qual pode ser perturbado por forças externas (HAMILL & KNUTZEN, 1999). Em um estado de equilíbrio, a soma das forças que atuam sobre o corpo é zero ou está balanceada (SMITH *et alli*, 1997).

A primeira lei de Newton, a lei da inércia, afirma: todo corpo persiste no seu estado de repouso ou movimento uniforme em uma linha reta a não ser que seja obrigado a alterar esse estado por força atuando sobre ele. Em termos mais simples, pode-se dizer que uma força é necessária para iniciar um movimento, alterar a direção ou a velocidade de um movimento, e para parar um movimento (SMITH, *et alli*, 1997).

O equilíbrio pode ser estático ou dinâmico. O primeiro refere-se a habilidade de manter a postura durante uma atividade que provoque mínima oscilação. Já o equilíbrio dinâmico relata a habilidade de manter o centro de massa sobre a base de suporte enquanto o corpo está se movendo, ou seja, a manter uma postura durante o desempenho de uma tarefa motora que perturba a orientação do corpo.

Se o CG de um corpo for perturbado ligeiramente e o corpo tender a retornar o CG à sua posição anterior, diz-se que o corpo está em equilíbrio estável. Se o CG não tender a retornar mas procurar uma nova posição, o corpo cai, este é considerado o estado de equilíbrio instável. Já o equilíbrio neutro ocorre quando o CG é deslocado e

permanece no mesmo nível, ou seja, ele nem cai nem retorna à sua posição anterior, mas sim, assume uma nova posição (SMITH, *et al*, 1997).

Na posição em pé, o CG corporal recai ventralmente à coluna vertebral, dessa forma, os pés são posicionados ligeiramente à frente par manutenção do equilíbrio. Em movimentos normais, as curvaturas fisiológicas da coluna vertebral são achatadas ou acentuadas, ocorrendo assim, mudanças na posição do CG, fato que requer maior ou menor ativação muscular para a manutenção do equilíbrio (AMADIO *et alli*, 1996).

Para controlar a posição do centro de massa, uma pessoa precisa produzir forças musculares contínuas. Estas forças são projetadas verticalmente e orientam o movimento do centro de massa, isto é denominado centro de pressão. Em uma postura vertical imóvel existe um centro de pressão em cada um dos pés. Há equilíbrio quando ocorre a interação entre grupos musculares que controlam o corpo sob sua base, podendo esta variar de acordo com a posição em que a pessoa se encontra. O sistema nervoso reage rapidamente à perda do equilíbrio, acionando vários grupos de músculos (SHUMWAY-COOK & WOOLLACOTT, 2003).

O equilíbrio é um componente da coordenação, a qual pode ser entendida como uma habilidade para executar tarefas motoras, tarefas que requerem controle postural e movimentos recíprocos, como caminhar e executar atividades funcionais (SHANKMAN, 1997). O desenvolvimento do equilíbrio é de vital importância na aquisição de

habilidades como andar, correr, pular e suas variações locomotoras (ECKERT, 1993).

O grau de estabilidade de um corpo depende de quatro fatores: a altura do CG acima da base de sustentação, o tamanho da base de sustentação, a localização da linha de gravidade dentro da base de sustentação e o peso do corpo. A estabilidade aumenta com um baixo CG, uma base ampla de sustentação, a linha de gravidade no centro do apoio, e um peso grande. Qualquer alteração em relação à posição anatômica faz com que o CG se mova, por exemplo, se uma pessoa flexionar a cabeça, tronco e quadris, o CG move-se no sentido dos pés (SMITH, *et alli*, 1997).

Na vida diária agimos contra a gravidade em diferentes situações nas quais o equilíbrio é requerido: 1) quando nos movemos numa superfície estável e retilínea; 2) quando nos movemos numa superfície de apoio móvel, reagimos contra a gravidade para manter nosso equilíbrio e; 3) quando nos movemos sobre uma superfície de suporte estável, porém irregular (DAVIES, 1996).

Para EDWARDS (1999), o movimento normal depende de um sistema neuromuscular que recebe, integra e responde adequadamente à múltiplos estímulos intrínsecos e extrínsecos. Ele é controlado pelos comandos centrais e atividade espinhal os quais interagem para realizar tarefas motoras simples e complexas. Para que essa interação seja efetiva e produza o movimento normal, alguns componentes devem ser considerados, tais como tônus postural normal, inervação recíproca, *feedback* e *feedforward* sensório-motor, reações de

equilíbrio, retificação e proteção e, propriedades biomecânicas do músculo.

O tônus postural pode ser definido como o estado de prontidão da musculatura do corpo para manter uma postura ou realizar um movimento. A distribuição e intensidade do tônus postural podem ser influenciadas pelo tamanho da base de suporte. Quanto mais larga essa base e mais baixo o CG do corpo em relação à superfície, menor o esforço para manter a posição e estabilidade, portanto, a posição deitada é a mais estável e exige menos tônus muscular (EDWARDS, 1999).

A inervação recíproca corresponde à relação ordenada entre músculos agonistas, antagonistas e sinergistas. Ocorre durante o movimento fino, seletivo e também no controle postural. “A inervação recíproca é uma parte integral do equilíbrio. Os constantes ajustes posturais e a interação entre os grupos musculares proporcionam uma adaptação automática do corpo para mudanças no meio ambiente” (EDWARDS, 1999 p. 29).

Segundo KANDEL (1991), a estabilidade na postura ereta e a realização de um movimento dependem de dois mecanismos fundamentais: o mecanismo antecipatório ou *feedforward*, que produz ajustes posturais antes de ocorrer um distúrbio do movimento. E o mecanismo compensatório ou *feedback*, gerado pelos efeitos sensoriais em resposta à perda de estabilidade. Estes resultam em respostas rápidas e com organização espaço-temporal relativamente estereotipada.

O equilíbrio pode ser considerado uma atividade motora holística que será influenciada por qualquer alteração no controle neuromuscular. As reações de equilíbrio podem ser consideradas como a primeira linha de defesa na manutenção do equilíbrio, com perfeitos ajustes corporais ocorrendo constante e automaticamente. O movimento do CG para fora da base de suporte irá exigir uma reação de retificação ou, se isso provar ser inadequado, devido à extensão do deslocamento, as reações de proteção serão ativadas. No entanto, na vida diária, essas reações muitas vezes ocorrem simultaneamente, um exemplo perfeito é a marcha (EDWARDS, 1999, p. 32).

Qualquer alteração no CG ativam os ajustes posturais, a menor alteração modifica o tônus da musculatura corporal. Quando o CG é deslocado para fora da base de sustentação, o equilíbrio é prejudicado, sendo que as reações de retificação e proteção são postas em ação. As reações de retificação são reações de equilíbrio que só agem quando o centro de massa é deslocado para fora da base de apoio. Referem-se à interação entre cabeça, tronco e membros entre si e com o ambiente. Os pacientes com comprometimento neurológico têm assimetria imposta pelo movimento anormal. As reações de proteção são ativadas quando o CG é deslocado para fora da base e as reações de equilíbrio e retificação não são capazes de recuperar a estabilidade (EDWARDS, 1999).

As propriedades musculares podem ser acometidas por problemas neurológicos. Os músculos esqueléticos podem ser divididos em oxidativo lento (OL), glicolítico rápido (GR) e glicolítico oxidativo rápido (GOR). Os músculos posturais são, predominantemente, OL e participam de contrações de grande duração e relativamente fracas. São recrutados antes dos GR que geram maior

força, mas são menos resistentes. Por exemplo, o sóleo é usado continuamente durante a marcha, já o gastrocnêmio entra em ação nos movimentos de pular e correr (EDWARDS, 1999).

### ***2.1.1 Perturbações do equilíbrio***

Como descrevem SHUMWAY-COOK & WOOLLACOTT, (2003), os padrões de atividade muscular, denominados sinergias musculares estão associados à estratégias de movimento, as quais incluem estratégia do tornozelo, quadril e de suporte, ou do passo. Estas são utilizadas como *feedback* e *feedforward* para manter o equilíbrio em diversas circunstâncias. Alguns exemplos destas situações: 1) em resposta a distúrbios externos do equilíbrio; 2) para prevenir distúrbios do sistema; 3) durante o andar e em resposta a uma interrupção inesperada no ciclo e; 4) durante os movimentos voluntários do centro de massa durante a postura vertical.

- estratégia do tornozelo → esta estratégia e sua sinergia muscular associada são um dos primeiros padrões identificados de controle da inclinação na postura ereta, corrigindo a perda do equilíbrio, na direção do avanço. Em uma inclinação para frente, a atividade muscular ocorre, nesta ordem, nos gastrocnêmios, isquiotibiais e paraespinhais. Em resposta à instabilidade para trás, a atividade muscular ocorre em tibial anterior, seguido de quadríceps e abdominais. Esta estratégia é usada quando a perturbação do equilíbrio é menor e a superfície de apoio mais firme, além disso, necessita de amplitude de movimento e força no tornozelo.

- estratégia do quadril → esta estratégia controla o movimento do centro de massa através de um amplo e rápido movimento nas articulações do quadril, com rotação antifase dos tornozelos. Na inclinação do corpo para frente os músculos abdominais e quadríceps são ativados, já na inclinação para trás, paraespinhais e isquiotibiais estão ativos. Esta estratégia ocorre quando a superfície de apoio é flexível ou menor que os pés.

- estratégia do passo → quando as estratégias sem deslocamento descritas anteriormente não são capazes de recuperar o equilíbrio, um passo ou salto é usado para alinhar o corpo novamente. Este passo pode ocorrer mesmo quando o centro de massa está dentro dos limites da base de apoio. Mesmo sendo descritas individualmente, estas estratégias, em um indivíduo neurologicamente normal, ocorrem em conjunto a fim de recuperar o equilíbrio.

Já o controle da estabilidade médio-lateral é dado, principalmente, pela articulação do quadril e tronco. O primeiro movimento médio-lateral do corpo é o movimento lateral da pelve, que requer abdução de uma perna e adução da outra. Em ordem descendente, a resposta às perturbações ocorrem com movimentos cefálicos (opostos aos demais movimentos), do quadril e depois do tornozelo.

### ***2.1.2 Mecanismos sensoriais associados ao equilíbrio***

O equilíbrio, seja ele estático ou dinâmico, é mantido por uma série de fatores. Estes fatores envolvem a relação intrínseca entre o sistema vestibular, formação reticular da ponte e do bulbo, sistema

somatossensorial (informações extero e proprioceptivas), sistema visual, cerebelo e ajuste postural. O equilíbrio depende da integridade destes sistemas e também da integração sensorial dentro do sistema nervoso central (SNC), percepção visual e espacial, tônus muscular efetivo que se adapte rapidamente a alterações, força muscular e flexibilidade articular. Se algum desses fatores sofrer alguma alteração o resultado será uma perda ou alteração no equilíbrio corporal estático e dinâmico, sendo notado por perda de tônus, impotência muscular funcional, problemas nas atitudes estáticas ou dinâmicas (GUYTON, 1997 e WEERDT & SPAEPEN, 2001).

Os cinco parágrafos que se seguem estão baseados em idéias de diversos autores: MASSION, 1992; SMITH, *et alli*, 1997; WEERDT & SPAEPEN, 2001 e SHUMWAY-COOK & WOOLLACOTT, 2003.

Antes de determinar a posição do corpo no espaço, o SNC precisa organizar as informações dos receptores sensoriais vindas de todo o corpo. Cada sistema contribui com determinadas informações. O sistema vestibular consiste no vestíbulo do ouvido interno, dentro desta cavidade está o labirinto membranoso, constituído por três canais semicirculares sensíveis à direção e mais ou menos perpendiculares entre si, e por duas dilatações denominadas sáculo e utrículo. A função estática destas estruturas nos permite monitorar a posição e movimentos da cabeça em resposta às forças da gravidade e da inércia, desempenhando um papel fundamental no controle da postura. O utrículo e o sáculo também detectam aceleração linear, possuindo além da função estática, uma dinâmica. A informação dos órgãos periféricos é transmitida pela porção vestibular do oitavo nervo

craniano para o núcleo vestibular localizado no tronco cerebral e lóbulo floclonodular (porção vestibular do cerebelo). Este sistema funciona para manter a postura, coordenar os movimentos e manter os olhos fixos independente da posição da cabeça.

A formação reticular é um agregado central de núcleos, sendo que dois grupos destes núcleos, na ponte e no bulbo, são responsáveis pelo controle da postura. Esses núcleos projetam-se através do trato reticuloespinal medial e lateral para todos os níveis da medula . Lesões no cerebelo provocam perda da coordenação dos membros e movimento dos olhos, prejudicam o equilíbrio e diminuem o tônus muscular.

O sistema visual leva dados sobre a posição e o movimento da cabeça no espaço, que serve de referência para a verticalização do corpo. Porém, nem sempre as informações visuais são acuradas em relação à orientação do automovimento. A visão tem papel importante na manutenção do equilíbrio, principalmente quando outras informações sensoriais estão prejudicadas.

O sistema somatossensitivo fornece informações sobre a posição e movimento do corpo tendo por base a superfície de apoio. Os receptores destas sensações incluem fusos musculares, órgãos tendinosos de Golgi, receptores articulares, mecanorreceptores cutâneos. Os impulsos proprioceptivos são transmitidos, principalmente, pelas fibras aferentes do grupo I, assim como está integrado com outros centros sensitivomotores para regular, de maneira automática, as contrações dos músculos posturais, e conseqüentemente mantendo o equilíbrio postural. Vários tipos de

inputs somatossensitivos também são importantes para a manutenção do equilíbrio, como por exemplo, as sensações de pressão na planta dos pés, que fornecem informações de distribuição e localização de carga.

Por fim, os ajustes posturais são necessários para a realização de todas as tarefas motoras e precisam ser integrados aos movimentos voluntários. Eles mantêm a cabeça e o corpo contra a gravidade e outras forças externas e manchem o centro de massa alinhado e equilibrado sobre a base de sustentação. Estes ajustes são obtidos por meio de mecanismos antecipatórios e de retroalimentação. Por exemplo, um movimento do braço provoca uma ação dos músculos da perna envolvidos no controle postural antes mesmo que o movimento ocorra. Os ajustes prévios não estão relacionados com o controle do equilíbrio, mas adicionam força ao desempenho do movimento.

A propriocepção tem papel importante no controle postural quando se está em pé e imóvel. As informações visuais, somatossensitivas e vestibulares influenciam o controle do equilíbrio em adultos normais durante oscilações lentas. Porém, em perturbações temporárias da superfície, as informações somatossensitivas são predominantes. Em adultos e crianças mais velhas, o sistema visual não é tão importante em resposta a essas perturbações, como o é em crianças pequenas (SHUMWAY-COOK & WOOLLACOTT, 2003). Dependendo da maturação e experiência, cada receptor exerce um papel diferente no ajuste postural (AMADIO *et alli*, 1996).

(...) as demandas posturais durante a posição vertical imóvel, freqüentemente denominadas controle do equilíbrio

estático, são diferentes daquelas que ocorrem durante as perturbações da postura imóvel e da locomoção, que exigem mais formas dinâmicas de controle. Portanto, é provável que a informação seja organizada de maneira diferente para essas tarefas (SHUMWAY-COOK & WOOLLACOTT, 2003, p. 170).

Os centros cerebrais filtram a informação e atualizam constantemente o centro de controle que envia mensagens (sinais neurais) ao longo de trajetos motores até os músculos de nosso corpo, para fazer os ajustes finos necessários para a manutenção da posição. Quando o cérebro recebe a informação da intenção de realizar determinada atividade, o centro de controle calcula instantaneamente quais articulações precisam se mover, em qual ordem e seqüência e quantas ao mesmo tempo, fazendo todos os ajustes necessários ao equilíbrio do corpo (FINNIE, 2000).

### ***2.1.3 Desenvolvimento do equilíbrio na criança normal***

As idéias que se seguem estão baseadas em idéias de BOBATH (1989); SMITH, *et alli* (1997) e SHUMWAY-COOK & WOOLLACOTT (2003).

Na criança normal, a evolução do controle postural e do movimento se dá quando há o surgimento e a subsequente integração dos reflexos. Ou, conforme teorias mais recentes, através de uma interação complexa entre sistema músculo-esquelético e neural. Segundo a teoria dos sistemas, parece que o desenvolvimento da área do equilíbrio e controle postural cumpre uma seqüência cefalocaudal.

Para a teoria reflexa-hierárquica, o equilíbrio surge em associação com as reações de equilíbrio, as quais são divididas em três categorias. As reações de inclinação, usadas para controlar o centro de massa em resposta a uma superfície inclinada. As reações de fixação postural, que estabilizam o corpo. E as respostas de pára-quedas ou protetoras, que protegem o corpo durante uma queda. Por fim, as reações de cambaleamento (passos para os lados) são relatadas em resposta à instabilidade lateral.

Modelos recentes de desenvolvimento acreditam que o surgimento do controle postural pode ser atribuído às interações entre sistema músculo-esquelético e neural. Essas incluem: 1) alterações no sistema músculo-esquelético (desenvolvimento da força e massa muscular); 2) desenvolvimento de estruturas coordenadoras ou sinergias de resposta muscular, utilizadas para manter o equilíbrio; 3) desenvolvimento de sistemas sensoriais; 4) desenvolvimento de estratégias sensoriais para organizar informações; 5) desenvolvimento de representações internas, importantes no mapeamento da percepção para a ação e; 6) desenvolvimento de mecanismos adaptativos e antecipatórios. Os mapas relacionam ações com informações sensoriais vindas dos sistemas visual, vestibular e somatossensitivo. Dessa forma, as regras para o movimento se desenvolvem e são refletidas nas relações sinápticas alteradas.

Como já foi visto, a capacidade de equilibrar relaciona-se principalmente ao sentido labiríntico e ao cerebelo, porém muitos outros fatores também contam: fatores psicológicos, visão, sentido

cinestésico, sentido do tato, tamanho da área de apoio, número de pontos de apoio, altura do CG sobre a área de apoio e a forma do pé.

A área de apoio do corpo é maior quando deitado, menor quando sentado e menor ainda quando em pé sobre um pé só. Assim permanecer de pé ou caminhar com os pés afastados proporciona uma área de apoio maior do que permanecer em pé com os pés juntos. Este é o motivo pelo qual é preferível a primeira posição ao se trabalhar ou erguer grandes pesos.

Um maior número de pontos de apoio proporcionam uma área de apoio maior e maior estabilidade. Gradualmente, à medida que a criança cresce, o CG do corpo torna-se mais alto em relação à área de apoio e o equilíbrio torna-se mais difícil. Um pé forte, longo e largo com dedos móveis que se espraiam naturalmente ao caminhar, proporciona uma boa área de apoio e em geral marcha estável.

Os fatores psicológicos também são importantes no treinamento do equilíbrio e é fundamental que a criança sinta-se segura, podendo ser ajudada por um adulto.

O desenvolvimento do equilíbrio, em ordem cronológica, segue as seguintes fases:

Equilíbrio da cabeça, posição deitada, sentada; equilíbrio do corpo enquanto sentado; os reflexos de queda (para-quedas) se desenvolvem; rastejo abdominal pelo chão, sob cadeiras e mesas; engatinhar em quatro membros: mãos e joelhos; brincar de engatinhar em quatro membros, em três, em dois; engatinhar sobre mãos e pés; levantar-se e ficar em pé com apoio; ficar em pé sem apoio; andar com apoio; andar sem apoio; pular apoiado por ambas as mãos; chutar uma

bola sem perder o equilíbrio; pular com os pés juntos, sem apoio (firmes); correr, parar, mudar de direção, variar a velocidade; caminhar sobre uma linha de 8 cm de largura; caminhar sobre uma plataforma baixa de 8 cm de largura; pular como canguru; pular sobre um obstáculo; caminhar sobre uma plataforma de 6 cm de largura; pular em uma perna só, a mais dominante; pular; pular corda; dançar; pular na perna não dominante; ficar em pé numa perna só (dominante e não-dominante, primeiro a dominante. As pernas não devem se tocar).

As primeiras reações de equilíbrio nas posições supino e prono se desenvolvem por volta dos 6 ou 7 meses, quando a criança já permanece sentada se assim for colocada. Aos 8 meses ela já está preparada para ficar em pé. Dos 6 aos 8 meses, a criança fica sentada e usa os braços como apoio lateral, dos 10 aos 12 meses, este apoio é para trás. Logo o aperfeiçoamento das reações de equilíbrio deixa as mãos livres para atividades manipulativas.

O refinamento dos componentes do controle postural que ocorre dos doze meses aos 10 anos de idade envolve mudanças na morfologia do corpo e nas sinergias musculares, incluindo: 1) redução da latência de resposta; 2) melhora na regulação do tempo e amplitude das respostas musculares; 3) redução da variabilidade das respostas musculares. Há, ainda, uma redução da velocidade da inclinação e diminuição no comportamento de inclinação oscilante. Neste refinamento do controle postural há uma troca entre o controle visual do equilíbrio para um controle somatossensitivo, a partir dos 3 anos. A

capacidade de selecionar as informações sensoriais corretas sobre a orientação do corpo está reduzida em crianças menores de 7 anos.

Pesquisadores sugerem que o controle postural é semelhante em adultos e crianças com idades entre 7 e 10 anos. Não há diferenças significativas na latência inicial, variabilidade e coordenação temporal entre músculos e sinergia da perna. Até mesmo crianças entre 1,5 e 3 anos de idade produzem respostas musculares bem organizadas às perturbações do equilíbrio na postura vertical. Quando as crianças atingem a idade de 7 a 10 anos (já estão na fase dos saltos) começam a exibir um controle ativo consistente da estratégia do quadril, com níveis altos de ativação da musculatura abdominal.

Uma pesquisa realizada por Sveistrup & Woollacott (1997) citados por SHUMWAY-COOK & WOOLLACOTT (2003), na qual submetem um grupo de lactentes a trezentas perturbações do equilíbrio durante três dias. O outro grupo não sofreu nenhuma intervenção. Concluíram que os bebês que possuíam experiência eram mais prováveis de ativar respostas musculares posturais e estas eram mais organizadas. Isso sugere que o treinamento pode influenciar a força das conexões entre sensações e respostas motoras que controlam o equilíbrio, aumentando a probabilidade de respostas posturais.

Pesquisadores relatam que um fator limitante para o desenvolvimento do andar sem apoio é o desenvolvimento de adequada força muscular, capaz de manter o corpo em equilíbrio estático e andando. Outros pesquisadores sugerem que a capacidade de manter o peso contra a força da gravidade surge antes da postura

vertical independente, não caracterizando a principal restrição para o surgimento dessa postura.

Os lactentes não exibem uma organização muscular coordenada em resposta às perturbações do equilíbrio. Para os lactentes a visão mapeia os músculos posturais. Quando as informações somatossensitivas são mapeadas para o controle postural vertical, as sinergias musculares precisam ser reconstruídas.

Um sistema postural imaturo é limitador, pois restringe o surgimento de outros comportamentos motores, como por exemplo, a coordenação braço-mão e a inibição de reflexos. O retardo ou anormalidade no desenvolvimento do controle postural restringe a capacidade da criança de desenvolver independência nas habilidades de mobilidade e manipulação.

#### ***2.1.4 Mensuração do equilíbrio***

Segundo WEERDT & SPAEPEN (2001), no controle do equilíbrio, dois grupos de parâmetros podem ser descritos. Primeiro, as várias técnicas para mensuração de valores cinemáticos dos segmentos corporais, com processamento automatizado das mensurações. E, em segundo, a origem ou causa dos movimentos mensurada através de eletromiografia (EMG) e cálculo dos centros de pressão, coletados em plataformas de força.

O equilíbrio estático pode ser avaliado clinicamente através de testes de Romberg, Romberg com estimulação, postura sobre uma perna, e de organização sensorial (ficar em pé imóvel sob várias

condições visuais). Já para o equilíbrio dinâmico têm-se o teste do “levante e ande”, o teste de extensão funcional, teste de Romberg sensibilizado e caminhar sobre uma marca com os braços estendidos. O equilíbrio deve ser avaliado em várias posturas e nas mudanças de posição. Pode-se proceder da seguinte forma: avaliar a quantidade de ajuda que o sujeito precisa para manter a posição, aplicar pressões no tronco em várias direções, sempre pedindo que o sujeito mantenha a posição e tentar a mesma abordagem quando o sujeito estiver de olhos fechados.

## **2.2 A força muscular**

Uma força é igual à massa de um objeto vezes a aceleração da gravidade. É uma grandeza vetorial, ou seja, possui direção, sentido e valor numérico. A força pode ser classificada, dentre outras, em força estática, a qual consiste na força máxima exercida contra um objeto imóvel, onde há uma contração isométrica, ou seja, o comprimento muscular permanece o mesmo e; força dinâmica, na qual o músculo alonga-se e encurta-se em diferentes velocidades e variar a quantidade de força em um dado ponto durante o arco de movimento (KOTTKE *et alli*, 1984).

Força pode ser definida como a quantidade máxima de esforço produzida por um músculo ou grupo muscular. Mecanicamente, força se refere ao torque isométrico máximo que pode ser gerado em um ângulo específico (HAMILL & KNUTZEN, 1999). A observação importante é quando os músculos agem na função, e se esta é uma

ação de sustentação para fixação postural ou ação de movimento, no movimento voluntário, reações de endireitamento e de proteção (LEVITT, 2001).

Para estudos que enfocam o comportamento motor humano, a força com a qual o músculo pode se contrair é de vital interesse, pois a contração dos músculos do corpo é básica para o movimento. O desenvolvimento da força é simétrico em ambos os lados do corpo, sendo a força ligeiramente maior no lado dominante. A porcentagem com que os braços e as pernas contribuem para a força total é consistente entre 5 e 18 anos de idade, sendo as pernas responsáveis por 60% da força (ECKERT, 1993).

O treinamento da força inclui o uso de pesos livres, máquinas, peso corporal e outras formas de equipamentos, visando melhora da força, potência e resistência muscular. Os benefícios deste treinamento são: melhora da saúde cardiovascular, modificações na composição corporal, incrementos na densidade mineral óssea, efeitos psicológicos, reduz possibilidade de lesão, e portanto, aumentando a força, a potência e a resistência muscular, aumenta a capacidade de desempenho nas atividades de vida diária, reduzindo as demandas nos sistemas músculo-esqueléticos, cardiovascular e metabólico (SIMÃO, 2004).

Para fins de esclarecimento, há de se definir também, o termo resistência muscular ou *endurance*, que nada mais é do que a capacidade que o músculo tem de contrair-se repetidas vezes ao longo de um período de tempo. O que difere resistência de potência é justamente a capacidade de o indivíduo realizar um mesmo ato

repetidamente, mas com uma baixa carga, sendo que nos exercícios de potência, o indivíduo é capaz, por exemplo, de levantar grandes pesos, porém, sem muita repetição deste ato.

### **2.3 O pular e o saltar**

O desenvolvimento do saltar e pular em um pé só envolve complicadas modificações nos padrões de andar e correr. Uma vez que o pulo necessita de uma elevação do corpo acima do chão por um período mais longo que o necessário na corrida, uma força maior é responsável para exercer impulso suficiente, além de ajustes de equilíbrio mais sofisticados para manter o corpo em uma posição estável enquanto estiver no ar e acomodá-lo à desaceleração imediata de aterrissagem. O ato de pular consiste na elevação do corpo fora do solo pela ação de uma ou das duas pernas, sendo a aterrissagem feita sobre um ou ambos os pés. O pulo é uma versão especializada da corrida com a partida sendo feita por um pé e a aterrissagem sobre o outro pé. Porém, a distância percorrida em um pulo é muito maior que em qualquer outro passo da corrida, já que no pulo os requerimentos de força e equilíbrio são mais próximos àqueles do salto (ECKERT, 1993).

O saltar pode ser considerado uma extensão da corrida, que por sua vez, é uma extensão da locomoção. Tanto os saltos verticais, quanto os horizontais envolvem períodos de tempo que o corpo não está em contato com o solo. Para um salto vertical e aterrissagem, o indivíduo começa de uma posição ereta, sendo a atividade de saltar

iniciada por rebaixamento do centro de massa pela flexão do quadril e do joelho. Quanto mais baixo estiver este CG mais distância disponível para a fase de propulsão do pulo real. À medida que o corpo é acelerado para cima os quadris e joelhos exercem forças no solo, e quando os membros estão estendidos por completo (inclusive flexão plantar do tornozelo), o corpo se levanta e inicia a fase de vôo (NICOL, 2001).

Um parâmetro interessante para o controle do salto é o efeito dos músculos biarticulares (gastrocnêmio, isquiotibiais e reto femoral). Se um músculo pode contrair e proporcionar condições de equilíbrio em duas articulações, isto deve ser mais eficiente fisiologicamente, do que dois músculos contraindo e contrabalançando as duas articulações (NICOL, 2001).

A criança mais jovem deve primeiro desenvolver força para produzir a necessária elevação do corpo e a velocidade de movimento do membro para a partida e aterrissagem sobre os dois pés. Além de um nível de coordenação neuromuscular mais elevado (ECKERT, 1993). A primeira tentativa de pular envolve a retirada de um pé do solo, mas por volta dos dois anos de idade algumas crianças podem iniciar o levantamento dos dois pés juntos. Aos três anos há uma progressão de pular com os dois pés juntos, sendo que a habilidade de pular em um pé já pode ser iniciada (BURNS & MACDONALD, 1996).

Parece haver um desenvolvimento simultâneo do ato de subir escadas e pular de alturas, que pode ter sua base na origem similar das duas atividades ou pode ser um reflexo da expansão na variedade de

atividades que a criança está experimentando na fase precoce (ECKERT, 1993).

Ficar sobre um pé é uma reação de contrapeso extremamente importante, pois a criança aprende a apoiar o peso numa das pernas por tempo suficiente para a oscilação da outra perna que dará o passo. A criança deve ser preparada para o equilíbrio em um pé através do deslocamento de peso de um lado para outro. Subir escadas também depende de ficar em pé sobre um dos pés enquanto o outro oscila. Dos dois aos sete anos é importante treinar o andar de triciclo, o saltitar, o andar pulando e o pular (LEVITT, 2001).

Hellebrandt *et alli* (1961), citados por ECKERT (1993, p. 49), resumiram o desenvolvimento do saltar em crianças de 14 meses a 11 anos: 1) o ato de saltar é uma aquisição filogenética que se manifesta progressivamente com o crescimento e desenvolvimento de mecanismos capazes de mobilizar forças mecânicas essenciais; 2) o ato de pular de uma elevação precede o salto com estiramento simultâneo das duas extremidades inferiores; 3) a proteção e integridade dos membros inferiores durante o saltar são asseguradas pelo seu alinhamento automático, para receber mais vantajosamente o impacto de aterrissagem e; 4) as extremidades superiores e a cabeça auxiliam na performance do salto.

O crescente aumento do peso que ocorre com aumentos no comprimento da alavanca e massa muscular é superado por ganhos proporcionalmente maiores originando-se a partir destes incrementos. Progressos nas ações mecânicas do pulo também contribuem para aumentar o desempenho. Não é por acaso, que o ato de saltar tem sido

considerado um preditor da força corporal e um teste diagnóstico da coordenação motora (ECKERT, 1993).

### ***2.3.1 A cama elástica***

Os primeiros profissionais da arte de saltar consecutivamente apareceram na Idade Média. Naquela época, mais importante que saltar, era fazer rir. Esta era a função dos “bobos da corte”, que apresentavam os seus espetáculos em cima de uma espécie de tábua flexível, apoiada em dois cavaletes. Alguns outros precursores foram os acrobatas de circo, que utilizavam tábuas de molas nas suas apresentações e os trapezistas, que realizavam novos saltos a partir do impulso da rede de segurança. Esta tábua deu origem ao trampolim, mais conhecido por cama elástica.

Em 1936, nos EUA, o trampolim tornou-se uma modalidade desportiva através de George Nissen. Nove anos mais tarde, as escolas e universidades norte-americanas já integravam o trampolim na disciplina de Educação Física, além de ser usado em treinamentos militares e, recentemente, nas academias de ginástica. Em 1997, o Comitê Olímpico Internacional (COI) anunciou a inclusão do Trampolim como modalidade olímpica, participando pela primeira vez dos Jogos Olímpicos na Austrália, em 2000 (ARAÚJO, 2004 e CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE GINÁSTICA).

Contudo, a cama elástica é usada em ginástica artística e escolas, pois é um dos mais importantes meios auxiliares para a

aprendizagem dos exercícios de salto e para o desenvolvimento psicomotor (SANTOS & FILHO, 1986). Ela pode ser de variados tamanhos, deve ter uma distância segura do chão e ser acolchoada nas extremidades. Quanto maior o tamanho, maior sua capacidade elástica.

Na ciência reabilitadora, a cama elástica ganhou outra função, que não a da performance, mas sim do treino do equilíbrio, pois se sabe que provoca estímulos sensoriais em todas as articulações, pele e músculos da criança, o que vai gerar respostas motoras, principalmente estimulando o sistema vestibular e proprioceptivo Segundo AYRES (1995), conforme a criança gradualmente vai dominando estas sensações e respostas, o seu cérebro aprende a modular a atividade sensorial e forma uma percepção corporal mais precisa.

LEVITT (2001) também sugere o uso de cama elástica para gerar compressão articular através dos quadris e joelhos, dessensibilização das solas dos pés pela descarga de peso sobre os pés, com os calcanhares pressionados para baixo, para o treinamento do equilíbrio na postura em pé.

## **2.4 Características da marcha normal**

Dentre as habilidades fundamentais, o andar se destaca por sua participação nas diversas formas do movimento humano. Para se obter informações sobre essa habilidade é necessário analisar o comportamento dinâmico do andar. O andar, o correr e o saltar

envolvem distintos padrões de movimentos baseados na formação e evolução de estereótipos dinâmicos, e sua estrutura depende da individualidade de cada pessoa (AMADIO *et alli*, 1996).

A marcha pode ser definida como um padrão bípede de locomoção, na qual movimentos repetitivos dos membros inferiores incluem períodos de duplo apoio, quando ambos os pés estão em contato com o solo, seguidos de períodos em que apenas um dos pés sustenta o corpo enquanto o outro está oscilando, a chamada fase de balanço (WALL, 2001).

O padrão bípede de deambulação é adquirido ainda na época da lactância, e com a prática, o sistema sensório-motor passa a gerar automaticamente os movimentos repetitivos da marcha não necessitando de esforço consciente. Uma doença ou lesão neurológica ou músculo-esquelética pode interromper a deambulação normal e uma série de mecanismos compensadores são ativados para manter uma deambulação funcional (SMITH *et alli*, 1997).

Os movimentos de locomoção são variáveis, não somente entre os indivíduos, mas em um mesmo indivíduo devido ao biotipo, estado emocional, tipo de calçado, diferentes velocidades e apoios. Além disso, é um processo que precisa de controle músculo-esquelético e nervoso e forma uma estrutura complexa para ser analisada e interpretada (BRUNIERA & AMADIO, 1993). Considera-se que a marcha é regulada pelo sistema piramidal, que inicia, interrompe e modifica o movimento, já o sistema extrapiramidal a mantém e regula, o trofismo é garantido pelo sistema motor periférico através dos centros nervosos efetores (CARVALHO, 1994).

Apesar de apresentar variações existem eventos que são compartilhados por todos. Existem dois requisitos básicos para o andar: as forças de reação que sustentam o corpo, e o movimento periódico de cada pé de um apoio a outro. Conforme o corpo transfere o peso para o membro apoiado, ocorrem deslocamentos dos segmentos nos três planos. A cada passo o corpo eleva-se e desce alguns centímetros ao mesmo tempo em que oscila de um lado para o outro (INMAN *et alli*, 1998).

Alguns fatores são requeridos para um padrão de marcha normal e sincrônico, estes incluem uma adequada base de suporte, apropriada liberação do pé durante a fase de balanço, adequado comprimento do passo e conservação de energia. A base de apoio provê equilíbrio e estabilidade para manter uma postura ereta. A deambulação se inicia como treinamento dos engramas do equilíbrio e sua recuperação (KOTTKE *et alli*, 1984).

#### ***2.4.1– Desenvolvimento da marcha normal***

Aprender a andar é um processo gradual de maturação da motivação, da integração dos centros corticais criadores de padrões com o substrato neural para controlar a postura e o equilíbrio e de mudanças nas proporções do corpo, tônus e comprimento dos músculos. Adquirindo componentes do movimento antigravitacional do pescoço, tronco e extremidades, o bebê está se preparando para a locomoção. Ganhando força na musculatura adjacente às articulações, estas ganham mais estabilidade e a transferência de peso vai sendo aprimorada (STYER-ACEVEDO, 2002).

Quando começa a caminhar, o bebê mantém os braços abduzidos e flexionados, em posição de “alta guarda”, pois nessa posição os braços auxiliam a estabilizar o tronco e permitem maior mobilidade do quadril (FINNIE, 2000). A criança, ao iniciar a deambulação independente, move-se para frente através de passos curtos e mantendo a ponta dos pés voltada para fora com as coxas e abdução, de modo que a base de sustentação se mantenha larga, o que, gradualmente é substituído por um alinhamento na linha de progressão por volta dos 18 meses. Na posição em pé, a criança treina os ajustes posturais, principalmente as contrações musculares responsáveis pela ligação entre os pés fixos e a perna e outros segmentos corporais. Inicialmente, a posição bípede requer o auxílio das mãos como apoio. À medida que o equilíbrio e o controle postural melhoram, a criança é capaz de caminhar sobre diferentes superfícies sem apoio dos membros superiores (ECKERT, 1993 e SHEPHERD, 1996).

Desde o início da locomoção independente até por volta dos 3 anos de idade, a criança vai adquirindo componentes maduros da marcha e o padrão da marcha conseqüentemente continua mudando. Com essa idade, a criança já desenvolveu uma boa parte de uniformidade de comprimento, altura e largura de passo, sendo que a transferência de peso calcanhar-dedo do pé está mais bem estabelecida. Começa a aparecer certa individualidade na maneira de sustentar a cabeça e o tronco. Um padrão precoce e imaturo da marcha apresenta características, tais como: comprimento irregular do passo, flexão, abdução e rotação externa do quadril e flexão do joelho durante a fase de balanço, imobilidade da pelve, base de apoio larga,

pronação do pé, pé aplainado na fase de contato com o chão, hiperextensão do joelho na fase de apoio e membros superiores em posição de proteção (ECKERT, 1993 e STYER-ACEVEDO, 2002).

Por volta dos 4 anos, a criança quase adquire um estilo adulto de andar em sua passada natural, desembaraçada, rítmica e com transferência de peso suave. A intensidade da relação entre velocidade da marcha e comprimento da passada e altura do corpo após os 18 meses, bem como a maturação do sistema neuromuscular são determinantes para o desenvolvimento locomotor (ECKERT, 1993). O padrão de maturidade da marcha está bem estabelecido entre os 3 e os 4 anos de idade, porém as mudanças do crescimento ocorrem até a puberdade. Há cinco determinantes da marcha madura: duração do apoio simples, velocidade da marcha, cadência, comprimento do passo e proporção da largura da pelve com a distância entre os tornozelos. A ausência de um destes fatores é um forte indicador de marcha patológica (SUTHERLAND *et alli*, 1988). Outros pesquisadores citam alguns fatores diferentes, como VIEL *et alli* (2001) e GAGE, que destacam, respectivamente, o contato inicial pelo calcanhar, o balanço dos braços, a flexão do joelho e também a relação largura da pelve; e a estabilidade na fase de apoio, ausência de engate do pé durante a fase de oscilação, pré-posicionamento correto do pé no fim da fase de oscilação, comprimento adequado dos passos e conservação de energia.

As exigências para deambulação são sustentação, reciprocção, equilíbrio dinâmico, coordenação segmentar e seqüência da marcha (KOTTKE *et alli*, 1984).

Os problemas associados com a aquisição da marcha se resolvem amplamente quando há o desenvolvimento de força suficiente para suportar o peso do corpo temporariamente sobre uma perna e o desenvolvimento dos mecanismos de equilíbrio finamente ajustados requeridos para a locomoção vertical (ECKERT, 1993).

#### ***2.4.2– O ciclo da marcha***

O ciclo da marcha normal envolve os eventos que ocorrem desde o toque do calcanhar de um dos membros inferiores até o toque deste mesmo calcanhar mais adiante, e envolve duas fases: a fase de apoio e a fase de balanço. Pode-se esperar que um ciclo normal dure em média de 1 a 2 segundos, o que irá depender da velocidade da marcha (SMITH, *et alli*, 1997). A diferença entre andar e correr é que durante a corrida há um período em que ambos os pés perdem totalmente o contato com o solo, o que não ocorre na marcha.

Uma classificação básica da marcha envolve quatro principais fases temporais: toque do calcanhar (TC), apoio total (AT), fase de propulsão (FP) e fase de balanço (FB). Já uma classificação mais detalhada é descrita por DAVID (2000), na qual oito eventos referentes aos movimentos realizados pelo pé são identificados durante cada ciclo, cinco na fase de apoio e três na de balanço. Os eventos que ocorrem na fase de apoio são: 1) contato do calcanhar: é o evento que inicia o ciclo e corresponde ao momento em que o CG do corpo está em sua posição mais baixa; 2) pé plano: grande parte da superfície do pé está em contato com o solo, onde ocorre aceitação do peso corporal, assegurando estabilidade; 3) apoio médio: o pé que está

em balanço passa pelo pé apoiado, levando o centro de massa do corpo para a posição mais alta. Há um período de apoio simples e um avanço do corpo; 4) retirada do calcanhar: quando o calcanhar é elevado do solo, com o peso corporal sendo sustentado pelo antepé, iniciando a preparação para a fase de balanço; 5) retirada do pé: o pé perde o contato com o solo, iniciando a fase de balanço ou de impulsão. A fase de balanço pode ser dividida em três eventos: 6) aceleração: inicia quando o pé deixa o solo, acelerando o membro inferior para frente pelos músculos flexores do quadril; 7) balanço médio: ocorre quando o pé que está oscilando passa pelo pé de apoio, coincidindo com o apoio médio do pé de apoio; 8) desaceleração: ocorre quando os músculos desaceleram o membro inferior e estabilizam o pé, preparando-o para o ataque do calcanhar, o que reinicia o ciclo.

Em cada ciclo da marcha ocorrem dois períodos de duplo apoio e dois de apoio simples. A fase de apoio corresponde a 60% do ciclo e os 40% restantes correspondem à fase de balanço, sendo que os períodos de duplo apoio duram 10% do ciclo cada um. A velocidade da marcha determina essa divisão percentual, pois quanto maior esta for, mais longa a fase de balanço, diminuindo o tempo de simples e duplo apoio (TELLINI & SAAD, 1997).

O choque do calcâneo à direita ocorre enquanto o pé esquerdo ainda está em contato com o solo e este período corresponde ao duplo apoio, que dura até o desprendimento dos dedos à esquerda. O período de apoio simples à direita corresponde à de balanço no MIE, até que ocorra o choque do calcâneo à esquerda. Então, ocorre o segundo

duplo apoio, até o desprendimento dos dedos do lado direito. Enquanto o MID está na fase de balanço, ocorre apoio simples à esquerda. O ciclo termina com o choque do calcâneo seguinte, feito pelo MID (ISHIDA, 1997).

#### ***2.4.3- Análise biomecânica: cinemática da marcha normal***

A biomecânica trata das forças que agem no corpo, seus movimentos, os princípios de sua construção e as relações entre estrutura e função (BAUMANN, 1995a). Os métodos mais utilizados para descrição e análise do movimento humano são: antropometria, dinamometria, eletromiografia e cinemetria. A primeira mede as dimensões e geometria corporais, tais como comprimento, volumes, massas, circunferências, centros de massas. A dinamometria é responsável por medir as variáveis dinâmicas como forças e pressão, estas forças que podem ser mensuradas são as forças externas, ou seja, forças de reação, através de plataformas de forças. A eletromiografia registra a atividade elétrica dos músculos. A cinemetria mede variáveis cinemáticas, como a posição e orientação dos segmentos através de técnicas como videografia e métodos ópticos eletrônicos sofisticados. Este estudo enfatizará a análise cinemática.

Em cinemática, as medidas podem ser diretas (contato com o indivíduo, como na eletrogoniometria) ou indiretas (sem contato, como os sistemas de rastreamento computadorizado em 2 ou 3 dimensões). Os métodos vão dos mais simples, como cronômetro, podograma, registro fotográfico ou em vídeo da marcha; passando

pelos métodos intermediários, como os eletrogoniômetros e switches (chaves) eletromecânicos; até métodos mais sofisticados através do rastreamento computadorizado tridimensional do movimento (SELBER & OLIVEIRA, 1997).

A cinemática descreve a posição, velocidade e aceleração do corpo, sem citar as forças que causam o movimento. Esta análise pode ser qualitativa ou quantitativa. A primeira diz respeito à observação direta da marcha sem descrições numéricas. Já, os dados quantitativos são valores coletados durante o movimento e portanto, podem ser descritos mais precisamente. Os dados podem ser divididos em: cinemáticos lineares e cinemáticos angulares. Na cinemática linear, particular para um movimento em linha reta (translação) obtêm-se o comprimento do passo, comprimento da passada, largura do passo, cadência e velocidade de marcha. Na cinemática angular ocorre a descrição do movimento angular, no eixo de rotação, sem se preocupar com as causas. Os ângulos de rotação de cada articulação podem ser obtidos nos três planos (frontal, sagital e transversal) durante a marcha (ISHIDA, 1997).

A cinemática linear pode ser dividida em parâmetros espaciais e parâmetros temporais. Os primeiros incluem a posição dos pés e também de outros segmentos corporais:

- comprimento do passo e passada → o comprimento do passo é a distância entre um ponto de contato do calcanhar de um pé até um ponto de contato do calcanhar do outro pé. Já o comprimento da passada é a distância linear entre um ponto de contato do calcanhar de um pé até o próximo contato deste pé mais adiante. O comprimento do

passo e da passada está relacionado com a altura e idade do indivíduo. As medidas das extensões do passo e da passada são feitas ao longo de uma linha de progressão, que constitui a direção na qual o indivíduo está se deslocando;

- base de suporte ou largura do passo → é a distância lado a lado entre pontos médios do calcanhar. Está relacionada com o desvio lateral da pelve. Ocorre um aumento desta medida quando há falta de equilíbrio;

- ângulo do pé → é o ângulo formado pela linha média (um ponto médio no calcâneo), passando pelo terceiro artelho e a linha de progressão da marcha. Aumenta com a velocidade.

É importante, durante a mensuração destas variáveis, que os mesmos pontos de referência anatômicos sejam usados nos dois pés, normalmente o centro do calcanhar. Estas medidas podem ser determinadas a partir do registro do local onde foram colocados os pés na marcha, o qual pode ser feito com os pés pintados andando sobre papel-jornal branco ou fixação de marcadores nos calcanhares (WALL, 2001).

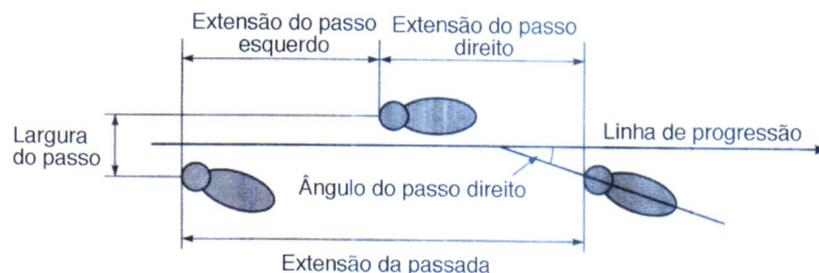


Figura 1 – Parâmetros espaciais da marcha normal (Fonte: WALL, J. C. Marcha. In: DURWARD, B. R.; BAER, G. D. & ROWE, P. J. *Movimento funcional humano*. São Paulo: Manole, 2001. cap. 6, p. 96)

Já os parâmetros temporais envolvem a cronometragem de passos e passadas. Uma medida usada para determinar o tempo de passo é a cadência, representada em número de passos por minuto. Os tempos de passo e de passada podem ser determinados por um cronômetro, porém, estas fases são muito curtas, o que dificulta a medição em tempo real. Por isso, diversas técnicas baseadas em uso de vídeo com comandos de parar e câmara lenta têm sido desenvolvidas (WALL, 2001):

- cadência → é o número de passos dados em um determinado tempo;

- velocidade → é a distância percorrida em um dado tempo. Um modo simples de medir a velocidade é cronometrar o paciente andando em uma distância mínima de 15 metros e contar o número de passos dados.

Os parâmetros temporais e espaciais são as medidas da posição do corpo ou segmentos corporais em relação ao tempo. Talvez, a velocidade seja a medida objetiva mais importante da mobilidade funcional global. Esta medida pode ser utilizada para determinar como os pacientes se comportam em diferentes condições ambientais (WALL, 2001). A velocidade do andar é um fator importante quando se analisa a marcha, pois qualquer alteração desta variável provoca mudanças em todos os aspectos da marcha. Cada indivíduo tem a capacidade de alterar a velocidade da marcha, sendo que cada um possui uma velocidade livre, confortável e com eficiência energética. A velocidade da marcha pode se modificar pela alteração do comprimento da passada ou cadência (SMITH *et alli*, 1997).

A modificação do equilíbrio esta diretamente relacionada com a velocidade. Redução forçada da cadência exige maior adaptação postural. A atividade muscular exigida para caminhar difere dependendo da velocidade do movimento. A fluidez e economia da marcha dependem de muitos fatores do ciclo de marcha e não da menor cadência e velocidade (EDWARDS, 1999).

**III A PARALISIA CEREBRAL  
E SUAS IMPLICAÇÕES**

---

Este capítulo faz uma revisão sobre a paralisia cerebral, especialmente a diplégica, suas implicações sobre o equilíbrio, força muscular e marcha, e os principais métodos terapêuticos utilizados convencionalmente, para o tratamento do equilíbrio e de outras desordens decorrentes.

### **3.1 Paralisia cerebral - Conceito**

A paralisia cerebral (PC) é uma encefalopatia espástica decorrente de uma lesão ou defeito no cérebro ainda imaturo, levando a uma desordem global, a qual inclui problemas funcionais motores. Os distúrbios se caracterizam pela falta controle motor decorrente das modificações adaptativas do comprimento dos músculos, que ficam mais tensos, e, em alguns casos, por deformidades ósseas, o que afeta a postura e o movimento, alterações no tônus muscular, além de distúrbios associados como mentais, sensoriais e de comunicação. Outros autores (ANDRADE, 1999; GOMES *et alli*, 1985 e STYER-ACEVEDO, 2002) relatam a paralisia cerebral não como uma doença e sim como um grupo de deficiências ou síndromes neurológicas que inclui pacientes com distúrbios crônicos não-progressivos do movimento, da postura e do equilíbrio corporal com início precoce.

O início da lesão se limita ao período pré, peri e pós-natal imediato, e conforme as crianças vão ficando mais velhas, surgem mais déficits funcionais, porém, nenhum desses problemas está relacionado com o aumento das perdas funcionais cerebrais (HURVITZ, 2000), ou seja, o dano é não progressivo mas permanente em uma área do cérebro, e está sujeito a mudanças no decorrer do desenvolvimento.

### **3.2 Etiologia**

Como a paralisia cerebral é raramente diagnosticada até pelo menos vários meses após o nascimento, a causa precisa da lesão cerebral numa certa criança é freqüentemente especulativa (SALTER, 1985). Porém, conforme relatam FERRARETTO *et alli*, 1999, a maior causa em nosso meio é a anoxia perinatal, devido a um parto anormal e prolongado, seguido da prematuridade, e com menor freqüência estão as infecções pré e pós-natais. O baixo peso ao nascer tem sido responsabilizado pelo desenvolvimento da diplegia espástica, já que esta é menos freqüente nos recém-nascidos de termo (SHEPHERD, 1996). Já GOMES (1985) discorda que a prematuridade seja causa da lesão no cérebro, mas diz que está predis põe a debilidade com que nasce a criança, mais sujeita à hemorragia intracraniana e à compressão de áreas do crânio.

Os fatores etiológicos na paralisia cerebral podem ser divididos em três grupos, pré-natais (correspondem a 20%), peri-natais (70%) e pós-natais (10%, até os 6 anos).

As síndromes diplégicas são características nas crianças prematuras com infarto hemorrágico das áreas periventriculares do cérebro (Fig. 1). Considera-se que os mecanismos causadores sejam leucomalácia e infarto hemorrágico periventricular. O grupo diplégico tem movimento nas mãos e membros superiores, adquire rapidamente o equilíbrio ao sentar, sendo que a maior dificuldade é a posição ortostática e a marcha (Rosebloom (1995) *apud* STOKES, 2000, p. 169).

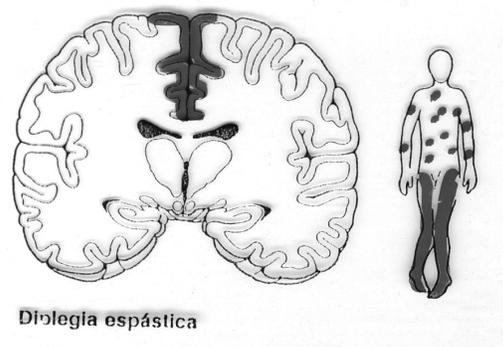


Figura 2 – Regiões do cérebro afetadas pela diplegia (Fonte:

BRAGA, L. V. *Cognição e paralisia cerebral*. Brasília: Sarah Letras, 1995)

### 3.3 Diagnóstico

O diagnóstico de paralisia cerebral é basicamente clínico, mas pode incluir alguns exames como tomografia computadorizada (TC), ressonância nuclear magnética (RNM), ultra-sonografia cranial, eletroencefalograma (EEG) e também a eletroneuromiografia estática,

para confirmar o exame clínico ou servir como diagnóstico diferencial. Além disso, é fundamental a realização de um exame psicológico, para avaliar o potencial e o nível de aprendizado da criança (SOBRINHO *et alli*, 1998; FERRARETTO *et alli*, 1999 e GOMES *et alli*, 1985).

O diagnóstico clínico precoce deve levar em consideração as seguintes observações: alterações faciais, alterações de atitude, tônus muscular, motilidade de tronco e membros, alterações dos reflexos de integração (moro, endireitamento e marcha), convulsões e movimentos involuntários, alterações na sucção e deglutição, sinais oculares e de hipertensão endocraniana, macro e microencefalia, alterações sensoriais, atraso no desenvolvimento (GOMES *et alli*, 1985).

A ultra-sonografia realizada em recém-nascidos de baixo peso revela imagens de leucomalácia periventricular, a qual se refere a qualquer lesão na substância branca periventricular, seja hiperecóicas ou hipoecóicas, esta última correspondendo a estruturas císticas resultantes de remoção de tecido necrosado, e que prevêm desordens no desenvolvimento motor da criança. Na RNM, os portadores de paralisia cerebral apresentam sinais T<sup>2</sup> prolongados, principalmente em áreas periventriculares, distorções dos ventrículos laterais e ventriculomegalia (SOBRINHO *et alli*, 1998).

O limite de idade que atribui o diagnóstico de paralisia cerebral é uma controvérsia. A American Association for Cerebral Palsy (AACP), admite o limite inferior a 5 anos, alguns autores citam a

idade de 6 anos e outros chegam a relatar 10 anos como limite máximo.

### 3.4 Classificação

Para DIAMENT (1996), a classificação tem a finalidade de facilitar a exposição. De acordo com as características dominantes, local da lesão no SNC, e quadros clínicos, principalmente os acometimentos motores, a paralisia cerebral pode ser dividida em:

- formas piramidais – espástica;
- formas extrapiramidais – atetósica, coréico e coreatetose;
- formas atáxicas ou cerebelares;
- formas mistas: piramido-extrapiramidal e piramido-cerebelar.

Sendo que a forma espástica apresenta alguns tipos clínicos, divididos conforme a área anatômica afetada: tetraparesia, paraparesia, hemiparesia, diparesia e monoparesia. As quais, mais comumente, são definidas como:

- tetraparesia → o envolvimento é igual nas extremidades superiores e inferiores;
- paraparesia → envolve ambas as extremidades inferiores;
- hemiparesia → quando apenas um lado do corpo (extremidade superior e inferior) está envolvido;
- diparesia → envolvimento dos membros inferiores com leve comprometimento de membros superiores.
- monoparesia → envolve uma extremidade;

Os vários padrões motores da paralisia cerebral são: espasticidade, mais comum, indica uma lesão fixa na parte motora do córtex cerebral, lesão nos gânglios da base que caracteriza a atetose ou distonia. Ataxia refere-se à lesão cerebelar. Há ainda os tipos mistos que podem incluir espasticidade combinada com atetose ou ataxia. A rigidez sugere uma lesão de descerebração grave (STYER-ACEVEDO, 2002).

### **3.5 Quadro clínico**

Existem três aspectos importantes no quadro clínico de pacientes com paralisia cerebral:

- retardo no desenvolvimento das habilidades normais para a idade cronológica da criança;
- comportamentos imaturos em todas as funções, como reações reflexas primitivas, podem persistir;
- desempenho de todas as funções em padrões nunca encontrados em crianças normais se deve aos sintomas patológicos das lesões do neurônio motor superior, como hipotonia, hipertonia, movimentos involuntários e dificuldades biomecânicas que atingem as crianças com paralisia cerebral (LEVITT, 2001).

Mesmo que se tenha por objetivo a máxima função possível, deve-se levar em consideração a lesão do sistema nervoso, o que fará com que a criança tenha a aquisição tardia de habilidades motoras, menor variedade e padrões anormais de habilidades, quando

comparada às crianças normais, sendo que a seqüência destas habilidades sofrerá variações (LEVITT, 2001).

### ***3.5.1 Paralisia cerebral espástica***

O tipo clínico mais comum é o espástico, com uma incidência em torno de 75% dos casos. A espasticidade é definida como o aumento do tônus muscular, que por sua vez é o grau de tensão do músculo. Quando este músculo mostra maior resistência ao movimento passivo existe um aumento do tônus (FERRARETO *et alli*, 1999).

A espasticidade é um estado de aumento do tônus muscular (hipertonia), com exacerbação dos reflexos tendinosos. A hipertonia da espasticidade impede a troca homogênea entre a mobilidade e a estabilidade do corpo (UMPHRED, 1994). Os músculos espásticos podem esconder fraqueza muscular. Algumas vezes a espasticidade é caracterizada por uma fixação distal para compensar a fraqueza proximal. Crianças com fraqueza nos músculos posturais podem recrutar tônus em seus músculos distais para ajudar nas tarefas motoras grossas tais como sentar sem suporte (RATLIFFE, 1998).

A espasticidade ocorre em associação com lesões no cérebro e nas vias descendentes do trato piramidal. No passado, era descrita como perda ou liberação inibitória normal da cortical piramidal nas células do corno anterior. Recentemente, indica-se a espasticidade como resultado de um desequilíbrio dos centros inibitórios e facilitatórios do mesencéfalo e formação reticular do tronco cerebral, conseqüentemente alterando o equilíbrio dos neurônios motores alfa e gama (TACHDJIAN, 1995). Isso se traduz clinicamente pela co-

contração de agonistas e antagonistas, com posterior enrijecimento e lentidão dos movimentos do membro espástico (CASALIS, 1990).

Para BOBATH (1989) a criança espástica pode apresentar hipertonia de caráter permanente que pode ser espástica ou plástica. O grau de espasticidade depende da excitabilidade e força do estímulo a que a criança está exposta. A espasticidade é de distribuição e alterações típicas de um modo previsível, devido à atividade reflexa tônica. A amplitude de movimento é restrita e os movimentos requerem esforço excessivo. A paralisia espástica é caracterizada por paralisias de padrões de movimento voluntário e tônus muscular aumentado. Os membros espásticos exibem reflexos tendinosos profundos exagerados, clônus, reflexos patológicos (Babinski) e reflexos de estiramento aumentado.

Crianças com espasticidade podem exibir sinergias anormais do movimento, as quais incluem reações associadas e padrões de flexão e extensão com esforço durante o movimento. Eles apresentam uma pobre adaptação para o movimento, levando a um déficit de equilíbrio, lentidão de movimentos. Além disso, possuem menos estabilidade postural, que conduz a diminuição de força, equilíbrio e atividades de vida diária (SCHERZER & TSCHARNUTER (1982) *apud* RATLIFFE, 1998, p. 175).

Às vezes um grau moderado de espasticidade auxilia o paciente, mas quando essa espasticidade interfere negativamente na função e predispõe a instalação de complicações ortopédicas ou tróficas, o tratamento torna-se indispensável (GOMES, 1985).

Os profissionais que trabalham em reabilitação de pacientes portadores de seqüelas neurológicas por lesão do SNC defrontam-se diariamente com a espasticidade, a qual interfere na evolução motora do indivíduo durante e após o processo de reabilitação, limitando suas atividades de vida diária, prática e marcha (CASALIS, 1990).

### **3.5.1.2 A diplegia ou diparesia**

Todas as crianças diplégicas ou diparéticas pertencem a esse grupo espástico. Na diparesia as extremidades inferiores são mais gravemente atingidas que as superiores, com distribuição simétrica da espasticidade. Para BOBATH (1989), o controle da cabeça, fala e articulação não são afetados. Algumas apresentam estrabismo. Geralmente as crianças com pequeno envolvimento dos braços são classificadas como paraplégicas. Durante os primeiros 4 ou 6 meses o bebê pode parecer normal. A predominância do tônus flexor e o comportamento postural do bebê podem ser parecidos com o de um bebê normal.

Crianças diplégicas com comprometimento moderado tem a capacidade de deambular, correr e pular prejudicada, assim como desvios posturais, dificuldade de ficar em pé e fazer transferências. Essas crianças têm dificuldade de caminhar por apresentarem fraqueza nos músculos extensores do quadril e joelho, com contraturas que se desenvolvem nos grupos flexores (RATLIFFE, 1998).



Figura 3 – A postura em pé do diplégico (Fonte: BRAGA, L. V.

*Cognição e paralisia cerebral*. Brasília: Sarah Letras, 1995)

Muitos estudos mostram que a performance motora da criança diplégica se estabiliza aos 7 anos de idade. Muitos problemas estão relacionados com a diplegia, como a falta de reflexos posturais, desvios da marcha, pobre equilíbrio para sentar e ficar em pé, prejuízo nas respostas de proteção e dificuldade de usar as extremidades superiores para realizar tarefas simples. A criança usa uma estratégia para caminhar, onde move as duas pernas juntas para impulsionar o corpo, caracterizando um pulo (RATLIFFE, 1998).

Segundo os estágios de desenvolvimento anormal na paralisia cerebral diplégica, definidos por BOBATH (1989), no primeiro estágio, a criança não possui equilíbrio de tronco para sentar. As pernas estão aduzidas, rodadas internamente e os pés plantifletidos. A base do sentar é, portanto, pequena, somada ao arredondamento das costas que compensa a flexão insuficiente de quadris e cabeça fletida. No segundo estágio, com o objetivo de levantarem-se, os diplégicos, em prono com apoio de antebraços, puxam suas pernas para cima sob o abdome, até ficarem de joelhos. Depois levantam a cabeça,

estendem os braços, colocam as mãos para baixo sobre o solo e sentam-se para trás, entre os pés. As pernas ficam aduzidas e em rotação interna de quadris. A criança começa a andar, o que caracteriza o terceiro estágio, esta habilidade se desenvolve tardiamente, sendo possível apenas se os braços e mãos forem usados para apoio. A criança faz uso excessivo das reações de equilíbrio e retificação presentes acima da cintura, ou seja, empregam movimentos compensatórios da cabeça, tronco superior e braços, para dar mobilidade às pernas, que se apresentam em adução, flexão e rotação interna, e estão tensas para dar o passo. Elas não transferem automaticamente o peso do corpo de uma perna para outra, para dar o passo, e o peso é mantido na borda medial dos pés resultando em uma deformidade em valgo dos pés. Durante a deambulação, os artelhos estão em contato inicial a fim de evitar a queda da criança para trás.

### **3.6 Equilíbrio na paralisia cerebral**

Dentre as desordens motoras que ocorrem na paralisia cerebral destacam-se as alterações no equilíbrio, que nada mais é do que a habilidade que permite ao indivíduo manter o sistema músculo-esquelético em uma posição estática eficaz e controlar uma postura eficiente, quando em movimento.

Segundo LEVITT (2001) muitos, senão todos os quadros musculares e articulares encontrados na paralisia cerebral, originam-se na falta de influências coordenadoras do cérebro. Em outras palavras,

os mecanismos neurológicos de postura, equilíbrio e movimento estão desorganizados. A locomoção, assim como muitas reações posturais, não são controladas pelo córtex cerebral, e sim pelos centros subcorticais e espinhais, os quais são submetidos à intervenções corticais.

O SNC maduro e intacto consegue absorver uma grande quantidade de influxo aferente, e reage a ele com respostas variáveis, adaptando-se às condições variáveis do ambiente. Essa grande variedade de respostas motoras seletivas disponíveis podem ajustar a postura e o equilíbrio. O SNC da criança com paralisia cerebral tem menos aptidão para lidar com o influxo aferente embora possa não haver nenhum dano no sistema sensorial e perceptivo. Mesmo que a criança conserve a habilidade para resposta integrada, esta resposta é mais freqüentemente estereotipada, por estar sobreposta por padrões primitivos anormais (BOBATH, 1984).

Após um dano neurológico o que se busca é a recuperação da independência funcional, um processo complexo que exige a reconquista de muitas capacidades. É fundamental a recuperação do controle da posição corporal uma vez que é essencial para as capacidades funcionais. Os componentes motores do controle postural incluem os sistemas músculo-esquelético e neuromuscular. Este último envolve a capacidade de coordenar músculos múltiplos em sinergias posturais para conservar a estabilidade (SHUMWAY-COOK & WOOLLACOTT, 2003).

Pacientes com déficits neurológicos apresentam problemas na coordenação que durante as estratégias de movimento posturais se

manifestam das seguintes formas, segundo SHUMWAY-COOK & WOOLLACOTT (2003):

- reversão do recrutamento muscular → pacientes com hipertonia espástica apresentam incapacidade de recrutamento e regulação da frequência de disparo dos motoneurônios, ou seja, há um retardo na ativação muscular, independente das presenças de reflexos de alongamento hiperativos e essa ativação é iniciada de proximal para distal;

- recrutamento retardado dos sinergistas proximais → os pacientes com distúrbios neurológicos às vezes apresentam retardos no recrutamento de músculos sinergistas proximais. As conseqüências biomecânicas disto incluem movimento excessivo dos joelhos e quadril;

- coativação → as crianças com diplegia exibem uma coativação dos músculos do pescoço e do quadril, com os músculos antagonistas sendo ativados antes dos agonistas. Essa estratégia de contração simultânea dos músculos é uma estratégia ineficaz para a recuperação do equilíbrio;

- ativação retardada das respostas posturais → na paralisia cerebral há um retardo nas respostas posturais, o que pode contribuir para a instabilidade;

- problemas na classificação da amplitude das respostas dos músculos → uma perturbação reduzida da estabilidade é combatida por uma resposta muscular de amplitude adequada. Por isso, o resultado da força deve estar de acordo com a amplitude da

instabilidade. Pacientes com lesões neurológicas são incapazes de classificar a amplitude das respostas;

- problemas de adaptação motora → o controle postural normal requer a capacidade de adaptação das respostas dependendo das exigências da tarefa e do ambiente. Isto depende da disponibilidade de estratégias motoras múltiplas selecionadas adequadamente de acordo com cada situação. Pacientes com lesões neurológicas são incapazes de se adaptar às demandas.

Ainda para estas autoras, os distúrbios músculo-esqueléticos são secundários à imobilização ou movimento restrito e podem ser fatores significativos nos problemas de coordenação motora que afetam o controle postural, tais como:

- alinhamento → o alinhamento dos segmentos corporais dentro da base de apoio determina o esforço necessário para suportar o corpo contra a gravidade. O paciente neurológico apresenta um desalinhamento dos segmentos entre si e do centro de massa em relação à base de apoio. Crianças com paralisia cerebral exibem diminuição na amplitude de movimento das articulações do tornozelo, joelho e quadril o que resultam em posturas atípicas sentado e em pé. Posturas usadas habitualmente influenciam a forma pela qual os músculos são recrutados e coordenados para a recuperação da estabilidade.

- mudanças na estrutura e função muscular → as propriedades das fibras musculares são alteradas pela espasticidade, isso contribui para as deficiências de coordenação vistas em pacientes neurológicos. Crianças com paralisia cerebral, que exibem contração excessiva e

prolongada de certos músculos, apresentam variação anormal do tamanho e alteração na distribuição das fibras musculares. Os músculos espásticos exibem uma área maior de fibras do tipo I;

- mudanças na força → há forte evidência que a fraqueza ou a incapacidade de recrutar motoneurônios agonistas seja um problema significativo para pacientes neurológicos. Em pesquisa realizada por Wiley & Damiano (1998) crianças com paralisia cerebral são mais fracas que as colegas da mesma faixa etária, crianças com hemiplegia exibem uma fraqueza significativa no membro espástico e normal e uma fraqueza maior nos músculos distais do que nos proximais. As crianças testadas apresentavam uma ativação inadequada de certos músculos. Portanto, essa fraqueza pode ter uma origem biomecânica e neurofisiológica.

A fraqueza muscular pode ocorrer por:

- liberação do sistema gama, que na PC está hipersensível, e opõe-se à alfa-atividade;
- influência do padrão postural, ou seja, um músculo testado isoladamente pode parecer fraco, mas se o mesmo for feito em um padrão postural diferente, consegue-se sua contração;
- amplitude da contração, isto é, a força e o poder de um músculo quando testado ativamente, dependem das forças opostas e da amplitude dentro da qual o músculo tem que contrair;
- ação muscular isolada, ou seja, o músculo pode parecer fraco quando é posto para trabalhar isoladamente;

- deficiência sensorial, pois a parte sensorial é responsável pelo início do movimento e orientação da progressão deste, feita pelo sistema proprioceptivo;

- dependendo da posição da criança para se testar a hipertonia, a amplitude de movimento pode ser diferente (BOBATH, 1989).

Outra causa do descontrole postural é a perda das respostas antecipatórias que ativam os ajustes posturais, antes de movimentos voluntários desestabilizadores. Essa atividade depende muito da aprendizagem e experiência prévia (SHUMWAY-COOK & WOOLLACOTT, 2003).

As relações posturais das partes do corpo podem ser alteradas e controladas cognitivamente e voluntariamente, mas esse controle é de curta duração porque ele exige concentração. Mudar as posturas anormais é difícil e exige extensa avaliação e tratamento, que pode incluir o aumento da amplitude de movimento, estabilidade, força muscular e resistência bem como treinamento e introdução de deixas ou sugestões (SMITH *et alli*, 1997).

### **3.7 Prognóstico de deambulação**

Baseado em FERRARETTO *et al* (1999), o prognóstico de marcha em crianças com paralisia cerebral pode ser feito levando-se em consideração os seguintes parâmetros clínicos:

- idade de aquisição da postura sentada → o parâmetro mais fidedigno de prognóstico. Consiste na idéia de que se a criança sentar

antes dos 3 anos, a possibilidade de vir a deambular é alta. Quanto mais cedo a criança adquirir equilíbrio sentada, maior a chance de ter uma marcha independente, ou seja, se conseguem sentar até um ano de idade, provavelmente andarão de forma independente, entre 1 e dois anos de idade, necessitarão de algum auxílio para a marcha (muletas), já aquelas que só conseguem sentar próximo aos 3 anos sempre precisarão apoio de muletas ou andadores;

- presença de reflexos primitivos → indica um mau prognóstico de marcha, porém, este dado precisa ser mais bem investigado;

- comprometimento motor → quanto mais grave e global for este comprometimento, menores serão as chances de deambulação;

- função dos membros superiores → se os membros superiores estão afetados, maior é o comprometimento motor e, portanto, menor a chance de deambulação;

- capacidade intelectual → isoladamente o retardo mental não impede a deambulação, ele somente dificulta a reabilitação.

### **3.8 Marcha na paralisia cerebral dipléica**

A paralisia cerebral produz importantes deformidades na marcha, e é provavelmente a doença que mais tem sido estudada com a ajuda do laboratório de marcha no Ocidente. Com a análise da marcha é possível compreender melhor os mecanismos que os pacientes com paralisia cerebral empregam e utilizar estes conhecimentos para desenvolver um tratamento mais eficaz.

A marcha na paralisia cerebral é caracteristicamente rígida, desajeitada e aos trancos, com os membros afetados mantidos em flexão, adução e rotação interna de quadril. A marcha rápida ou a corrida acentuam a anormalidade (SALTER, 1985). LEVITT (2001) relata que os padrões musculares não apresentam ação suave, coordenada, sem esforço e subconsciente. Os mecanismos neurológicos de postura, movimento e equilíbrio estão desorganizados. Assim, os músculos ativados para controlar esses mecanismos tornam-se descoordenados, rígidos ou fracos.

Os padrões de marcha na PC são influenciados, em nível primário, pelas alterações do tônus muscular, reflexos iniciais não-integrados, diminuição das reações de equilíbrio e endireitamento, diminuição da dissociação de cinturas e da coordenação. Há prejuízo do controle seletivo, distúrbios visuais, sensibilidade alterada e, às vezes, retardo mental, apresentando deformidades na marcha, as quais variam de acordo com a gravidade do comprometimento do córtex motor (NORKIN, 1993).

Quando a criança diparética ficar em pé e andar, o que só será possível se puder usar os braços e as mãos, compensará com a cabeça, parte superior do tronco e braços, porque os quadris e pernas estão imóveis. As crianças diplégicas não levantam o peso do corpo automaticamente com a perna que está no chão deixando livre a outra a fim de dar o passo. O peso do corpo permanece sobre o lado interno do pé. Há falta de equilíbrio e rotação, por isso, parecem estar caindo de uma perna para outra quando caminham (BOBATH, 1989). A base de apoio das crianças diplégicas é pequena, o que dificulta ou

impossibilita o equilíbrio, apresentando padrão típico durante a marcha e só parando com apoio. Se o comprometimento das pernas é leve com membros superiores e tronco normais, a criança consegue equilibrar-se e andar sem precisar de ajuda, porém sobre uma base pequena e sobre seus artelhos (BOBATH & BOBATH, 1989).

SHEPHERD (1996) relata que a criança tem certos comportamentos típicos de adaptação motora, em resposta aos problemas de controle motor e comprimento dos músculos, são eles: 1) compensa a falta de extensão no quadril e dorsiflexão no tornozelo, dando passos curtos; 2) a falta de controle muscular do joelho, em pé, resulta ou em joelho em extensão, assim permanecendo, ou manutenção da flexão em alguns graus durante a sustentação; 3) a criança eleva a pelve no lado da perna em movimento devido à deficiência na flexão do joelho no final da fase de sustentação e início da locomoção, para poder levantar o pé do chão; 4) a base de apoio aumenta pela dificuldade em fazer os ajustes posturais (afastando as pernas ou apoiando o pé em desvio lateral); 5) a velocidade da marcha pode mudar se houver algo que provoque a perda de controle.

A criança caminha, às vezes, mais depressa, o que parece favorecer a manutenção do equilíbrio. Por outro lado a marcha pode ser anormalmente lenta. As crianças diplégicas quando comparadas com crianças normais apresentam metade da velocidade ao caminhar, sendo a velocidade auto-selecionada a mais eficiente para a deambulação (STYER-ACEVEDO, 2002).

SHEPHERD (1996) cita resultados da análise da marcha em crianças diplégicas, nas quais encontrou-se diminuição da velocidade da marcha, menor amplitude dos passos, prolongamento das fases de sustentação e duplo apoio, baixo nível de força produzida pelos flexores plantares da articulação do tornozelo, diminuição do trabalho do tornozelo, com conseqüente aumento do trabalho ao nível do quadril, o que demonstra a importância do controle do segmento fixo do pé e o segmento imediatamente superior.

As deformidades que geram padrão anormal no andar de crianças diplégicas são: 1) cifose da coluna torácica; 2) lordose da coluna lombar; 3) subluxação ou deslocamento de um ou ambos os quadris

pela adução e insuficiente desenvolvimento das articulações coxo-femorais, por ter ficado em pé tardiamente; 4) adução e rotação interna das pernas das deformidades flexoras dos quadris e joelhos, resultando na postura de tesoura e; 5) pé eqüino-varo ou eqüino-valgo (BOBATH, 1989).

### **3.9 – Tratamento**

As diversas técnicas utilizados no tratamento da paralisia cerebral têm por objetivo desenvolver as potencialidades de cada criança. Os primeiros 18 meses de vida são de desenvolvimento muito rápido, onde o SNC) apresenta maior capacidade de adaptação. Portanto, as melhores oportunidades para se modificar o desenvolvimento motor estão neste período em que o SNC é maleável e responsivo. Por isso a importância do diagnóstico e tratamento precoces (SOBRINHO, *et alli*, 1998).

Para MARCONDES (1994), a fisioterapia, em paralisados cerebrais, tem por objetivo inibir os padrões posturais e motores anormais, promover as habilidades do paciente e estimular padrões normais de movimento, diminuir a tendência às deformidades e limitações da motilidade articular, preparando a criança para as atividades de vida diária (AVDs). As prioridades no manejo da paralisia cerebral em ordem decrescente são: desenvolvimento da fala e comunicação, uso dos membros superiores, ou seja, atividades da vida diária, educação, mobilidade e locomoção (TACHDJIAN, 1995 e SOBRINHO, *et alli*, 1998).

Para SHEPHERD (1996), os métodos de intervenção levam em conta a biomecânica dos movimentos, as características dos músculos e o contexto ambiental, assim como a própria doença e suas implicações. Basicamente, consiste em técnicas de alongamento muscular, ativação dos músculos, força de grupos musculares e promoção de sinergismo entre os músculos. A fisioterapia deve ser dirigida ao treinamento do controle do segmento pé/perna durante a fase de apoio, ao aumento da produção de força pelos músculos da panturrilha, no comprimento exigido para a execução do ato, ao lado da diminuição dos demais comprimentos. Além disso, para realizar marcha independente, a criança precisa desenvolver ajustes posturais que dependem, principalmente, da musculatura distal da perna. Para tanto, é necessário que a criança aumente, através de determinados exercícios, a força em certas fases do ciclo da marcha e melhore os ajustes posturais durante a posição de apoio e a fase de duplo apoio.

Ainda para esta mesma autora, em qualquer desenvolvimento motor, a capacidade de adquirir os ajustes posturais, destinados a equilibrar o corpo durante a movimentação, depende da maturação do sistema nervoso. Porém, é importante ressaltar a eficácia do desenvolvimento e requisição da capacidade de equilibrar-se durante os movimentos.

Para progredir ou retornar um paciente até o nível máximo de atividade funcional, o exercício terapêutico é combinado com a aplicação de princípios de aprendizagem motora. O treino de coordenação, equilíbrio e agilidade assim como atividades preparatórias de mobilidade, estabilização e fortalecimento são

ênfatizados para assistir o paciente no retorno às atividades funcionais desejadas identificadas pelo paciente, familiares ou terapeuta (KISNER & COLBY, 1998).

Nós aprendemos através de sensações, não aprendemos um movimento mas a sensação do movimento. Uma criança, seja normal ou anormal, só pode utilizar o que já tenha experimentado antes. A criança normal usará e modificará seus padrões motores normais através da prática, repetição e adaptação. A criança com paralisia cerebral continuará a usar e, por repetição, reforçar os padrões motores anormais. Ela construirá novos padrões compensatórios anormais baseados em seus primeiros padrões anormais. Portanto a criança com paralisia cerebral possui duas grandes desvantagens: (1) faculdades normais insuficientes, com as quais desenvolver habilidades funcionais; e (2) experiência sensório-motora anormal, na qual basear o desenvolvimento futuro (BOBATH, 1984).

CHERNG *et alli* (1999) estudaram o desempenho do equilíbrio de diplégicos na posição estática em ambientes sensoriais alterados, comparando com controle saudável. Eles observaram diferenças significativas quando o ambiente era alterado e sugerem que o diplégico possui dificuldade para solucionar conflitos intersensoriais para manter o equilíbrio parado, talvez porque as demandas de controle motor excedem a sua habilidade motora. No retreinamento de pacientes com este déficit é importante ensiná-los a adaptar a forma pela qual utilizam os sentidos em resposta às mudanças do ambiente.

SHUMWAY-COOK *et alli* (2003) praticaram a recuperação do equilíbrio em crianças com paralisia cerebral em uma plataforma de

força, com 100 perturbações por dia, durante 5 dias, e perceberam que seus mecanismos de controle postural se modificaram.

BUTLER (1998) utilizou um equipamento especializado para estabilizar o tronco, o qual promovia apoio e desafiava a aprendizagem de controle. As seis crianças com PC diplégica que ele testou mostraram um aumento do controle de movimento e ganharam equilíbrio sentado.

Os próximos quatro parágrafos foram baseados em SHUMWAY-COOK & WOOLLACOTT (2003). Muitas pesquisas se concentraram na melhora do equilíbrio e mobilidade usando uma combinação de tratamentos direcionados à correção dos sistemas essenciais para o equilíbrio, como força muscular e amplitude articular, bem como tratamentos que afetam mais diretamente o controle postural (orientação e equilíbrio).

Pode-se facilitar a recuperação do controle postural através da realização de tarefas e atividades terapêuticas que reportem aos comportamentos posturais necessários para tarefas de movimento mais complexas. Aprender a dar passos inesperados para manter o equilíbrio são parte essencial do programa de retreinamento postural.

O retreinamento do equilíbrio dentro da abordagem orientada à tarefa prevê a utilização de estratégias terapêuticas com a finalidade de: 1) otimizar os componentes do controle postural, com exercícios para melhorar a força muscular e a amplitude articular; 2) desenvolver e refinar estratégias sensoriais e motoras específicas à tarefa utilizadas no controle postural e; 3) aprender a preservar o controle postural quando há alteração da tarefa e do ambiente.

Os pacientes devem praticar o comportamento desejado, no caso do equilíbrio, o controle eficaz do centro de massa,

com duração e intensidade que leve à plasticidade do SNC. De acordo com a teoria de aprendizagem motora, a prática deve ocorrer em condições variadas para otimizar os esquemas motores.

As habilidades do movimento são reforçadas e aperfeiçoadas constantemente através da repetição, sendo que o SN é sensível a informações extrínsecas e intrínsecas, assim, o aprendizado motor é um processo ativo (EDWARDS, 1999). Esse aprendizado pode ser definido como um conjunto de processos associados com prática e experiência que leva a capacidade de desempenho qualificado. O único modo de observar clinicamente o aprendizado motor é através da mudança na capacidade funcional do paciente, sendo que o desempenho no final da prática não é indicador de aprendizado. Certos fatores que melhoram o desempenho não levam, necessariamente a um aprendizado (Schmidt (1988) *apud* EDWARDS, 1999, p. 31).

Os principais métodos de tratamento utilizados na paralisia cerebral, sem ordem de importância, são: Phelps, Kabat, Rood, Bobath, Temple Fay, Educação Condutiva, Vojta, resfriamento, estimulação vibratória, biofeedback, padrões de movimentos sinérgicos de Brunnstrom, desenvolvimento neuromotor de Collis, programa de reaprendizado motor de Carr e Shepherd, Affolter, Johnstone, integração sensorial, sanduíche humano, tratamento farmacológico, neurólise química seletiva e intervenções cirúrgicas, dentre outros. São vários os métodos usados para o tratamento da paralisia cerebral diplégica e, nenhum supera o outro, pois, na verdade, é preciso uma avaliação criteriosa das necessidades e

potencialidades de cada paciente e a combinação de mais de um método para uma reabilitação rápida e satisfatória do paciente.

### **3.9.1 A terapia para treino do equilíbrio na PC**

Abaixo estarão listados alguns exercícios utilizados para treinamento do equilíbrio em portadores de paralisia cerebral diplégica, segundo LEVITT (2001).

- aumento da descarga de peso em ambos os pés, usando órteses, talas, mesas recortadas, caixas para ortostatismo e compressões articulares para auxiliar o controle na posição em pé;
- dessensibilização da sola dos pés pela descarga de peso sobre os pés, pressionando os calcanhares para baixo na posição sentada e em pé. Podem ser usadas superfícies variadas como esponja ou cama elástica;
- treinar as reações de proteção e de inclinação através, por exemplo, de um exercício em que a criança fica em pé, apoiando-se sozinha e o terapeuta aplica pressão manual em seus quadris ou ombros, fazendo com que ela se desequilibre, e esta deve manter sua posição ereta;
- a oscilação lateral deve ser treinada com as pernas afastadas, progredindo para a aproximação das pernas. Primeiro, o terapeuta oscila a criança de um lado para outro, depois, ela desloca o peso na direção ou contra a resistência do terapeuta;

- oscilar a criança para frente e para trás e, em seguida, ela desloca seu peso para estas direções contra resistência do terapeuta;
- trabalhar o contrapeso, ou seja, a criança fica em pé apoiada enquanto ergue uma das pernas em diferentes alturas e direções. A criança também pode fazer movimentos de alcance em todas as direções;
- a criança pode ficar em pé enquanto se usam técnicas de facilitação de padrões de membros superiores e membros inferiores;
- treinar as reações de equilíbrio em bolas, rolos, balanços, cavalinhos, enquanto faz brincadeiras com a criança;
- pode-se trabalhar com a criança na barra paralela, onde ela treina dar passos para o lado;
- treinar andar, parar, virar;
- fazer um treinamento na esteira rolante com suporte parcial de peso corporal, além de melhorar a marcha, influencia significativamente no equilíbrio das crianças;
- treinar reações de cambaleio. O terapeuta segura uma mão da criança e empurra-a e puxa-a em todas as direções para provocar essas reações;
- treinar subir degraus, em que a criança fica sobre um dos pés enquanto o outro oscila.
- Treinar andar de triciclo, saltitar, andar pulando e pular.

Na verdade, existem pesquisas limitadas sobre a eficácia de treinar o equilíbrio, sobre o desempenho funcional e o nível de incapacidade. Muitas pesquisas sugerem que os exercícios

terapêuticos usados para melhorar os aspectos do controle postural, estão associados a uma melhora na estabilidade. Bem como, o aperfeiçoamento do equilíbrio pode ter um efeito positivo sobre as capacidades funcionais (SHUMWAY-COOK & WOOLLACOTT, 2003).

## **IV MATERIAL E METODOLOGIA**

---

#### **4.1 Características da pesquisa**

Com a finalidade de estudar a influência da instabilidade ambiental sobre o equilíbrio e a mobilidade de portadores de paralisia cerebral diplégica esta pesquisa caracteriza-se como experimental e por se tratar de uma amostra pequena será analisada como estudo de casos.

#### **4.2 Sujeitos da pesquisa**

A população envolvida neste estudo foi composta por portadores de paralisia cerebral diplégica. Fizeram parte da amostra 2 sujeitos, do sexo feminino, com sete e dez anos de idade. Um classificado como diplégico leve e outro como diplégico moderado. Ambos já realizaram correções cirúrgicas em membros inferiores.

Esses sujeitos foram selecionados a partir do diagnóstico de paralisia cerebral diplégica e da possibilidade de marcha independente, porém instável. Os indivíduos passaram a participar da pesquisa após a autorização dos pais.

#### **4.3 Instrumentos e procedimentos**

#### ***4.3.1 Instrumentos de medida***

Os protocolos e instrumentos utilizados para a avaliação dos sujeitos no pré e pós-treinamento foram os seguintes:

- Avaliação neurológica infantil (Anexo A), onde constam dados sobre gravidez, parto e desenvolvimento motor da criança, incluindo idades de aquisição do controle cervical, da postura sentada, do engatinhar e da marcha com e sem apoio. Também foi realizada a avaliação antropométrica (massa, estatura, largura da pelve, comprimento dos membros inferiores) e das deformidades de membros inferiores, através da aplicação dos testes de Thomas, que avalia a flexão do quadril; do ângulo poplíteo, para avaliar a extensão do joelho; de dorsiflexão de Silverskiöld, realizado com extensão e flexão de joelho; e a distância inter-condiliana (DIC) que consiste no exame da abdução do quadril rápida e lentamente. Os três primeiros foram medidos em graus através do goniômetro, já o DIC foi mensurado com a fita métrica;

- Avaliação do equilíbrio e marcha através da avaliação da mobilidade orientada ao desempenho de TINETTI (1986). Este teste está subdividido em duas partes, uma que avalia as mudanças de posição e resposta a perturbações e outra que pontua os movimentos da marcha. A pontuação máxima é de 28 pontos, sendo 16 para a primeira e 12 para a segunda parte do teste (Anexo B);

- Protocolo de equilíbrio de BERG (1993), consiste em uma medida objetiva das habilidades de equilíbrio estático e dinâmico, através de 14 testes, com pontuação máxima de 56 pontos (Anexo C);

- A autonomia motora foi analisada pela classificação da capacidade de deambulação funcional (CAF) proposta por SCHINDL *et alli* (2000). Este nível foi escolhido para documentar a habilidade do modo de caminhar. O teste inclui seis níveis de suporte pessoal para o modo de caminhar mas não é observado se um auxílio foi usado. O nível 0 descreve um paciente que não pode caminhar ou necessita a ajuda de duas ou mais pessoas. O nível 1 descreve um paciente que necessita suporte contínuo de uma pessoa mantendo o peso e equilíbrio, e nível 2 descreve um paciente que é dependente de contínuo ou intermitente suporte de uma pessoa para ajudar com o equilíbrio ou coordenação. O nível 3 descreve um paciente que necessita apenas supervisão verbal, um nível 4 requer ajuda em degraus e superfícies irregulares, e nível 5 descreve um paciente que pode caminhar independentemente a qualquer lugar. A autora testou em um percurso de 20 metros (Anexo D);

- Plantimetria descrita por WALL (2001) para mensurar tamanho do passo, tamanho da passada, ângulo do pé e largura da base. Para este teste, foram colocadas luvas cirúrgicas nos pés dos indivíduos, sendo que estas foram pintadas com tinta de carimbo, logo em seguida, eles caminharam sobre um papel pardo (Anexo E);

- Teste de velocidade e cadência, realizado em um corredor de 10 metros, em que foi cronometrado o tempo em que os sujeitos caminharam e filmados os passos;

- A capacidade funcional mensurada através da velocidade e distância percorrida no teste de caminhada de 6 minutos (T6M). O teste consiste em percorrer uma distância, a qual deverá ser calculada

a partir do número de voltas realizadas, no tempo estipulado, em um corredor demarcado para tal. o indivíduo percorrerá esta distância impondo seu próprio ritmo de passada. Os critérios de intensidade que serão avaliados são a frequência cardíaca (FC) e a tensão arterial (TA) e a Escala Subjetiva de Borg, medidos no início e final do teste. O paciente deve ser informado do que poderá sentir, o que será critério para interrupção do teste. São realizados no mínimo 2 testes com cada indivíduo, valorizando o que for de maior distância (Anexo F);

- Teste de força muscular proposto por MOREIRA (1997) é realizado subindo degraus de uma escada, em que se avalia se foi usado ou não o corrimão, se o indivíduo precisa de assistência e se alterna os passos. A pontuação máxima é de 6 pontos (Anexo G);

- Teste de resistência muscular localizada proposto por MOREIRA (1997), no qual o indivíduo realiza dois testes dinâmicos, o de sentar e levantar e o da panturrilha (o indivíduo fica na ponta do pé e volta à posição neutra) (Anexo H);

- Outros instrumentos: fita métrica, cronômetro, goniômetro, fita adesiva, papel pardo, luvas, tinta de carimbo, algodão, diário de campo, máquina fotográfica e filmadora.

#### ***4.3.2 Procedimentos de coleta de dados***

Inicialmente foi realizado contato telefônico com os pais para agendar uma reunião, a fim de prestar esclarecimento dos procedimentos a serem efetuados, assim como da relação risco –

benefício; sendo que os mesmos assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo I) autorizando a execução do projeto. Nesta foram marcadas as avaliações e os dias para o treinamento.

A avaliação foi realizada na Clínica-Escola de Fisioterapia da Universidade de Cruz Alta, localizada no Hospital São Vicente de Paulo (HSVP), Cruz Alta - RS. Neste dia, primeiramente, foi preenchida a ficha de avaliação neurológica. Após foram aplicados os testes para mensurar as variáveis que foram analisadas no decorrer do estudo. Ao final do programa terapêutico estes testes foram refeitos, também na Clínica-Escola de Fisioterapia, para a comparação do pré e pós-treinamento. As avaliações e reavaliações foram fotografadas (Anexo J) e filmadas.

#### ***4.3.3 Instrumentos terapêuticos***

Os instrumentos utilizados para o treinamento foram:

- uma cama elástica de 90 cm de diâmetro e 25 cm de altura;
- duas barras de ferro galvanizado, de 175 cm de comprimento, uma superior, fixa de um lado ao outro da sala, a uma distância de 240 cm do chão, para a fixação das cordas elásticas e uma inferior, localizada a 140 cm da primeira, ao nível dos membros superiores, para os sujeitos usarem como apoio, e a uma distância do chão de 100 cm;
- 2 cordas elásticas removíveis que se prendem à barra superior e, logo abaixo são presas ao colete, através de ganchos. O

comprimento destas cordas foi mensurado e ajustado de acordo com o tamanho do sujeito (aproximadamente 75 cm);

- 1 colete para estabilização que envolve o tronco e o quadril. Este também foi feito de acordo com o tamanho dos sujeitos, para permitir o máximo conforto.

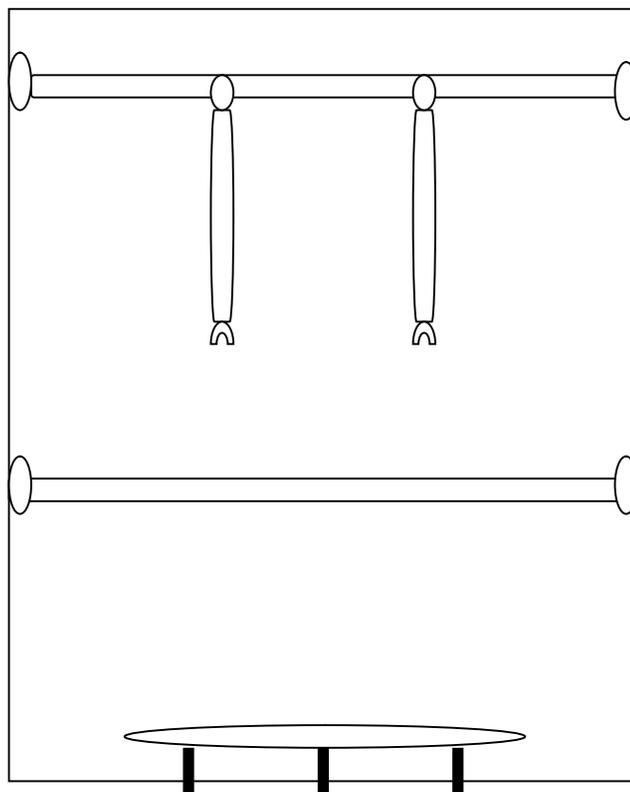


Figura 4 - Representação da estrutura construída para o treinamento dos sujeitos

#### ***4.3.4 Procedimento terapêutico***

Após a avaliação os sujeitos foram submetidos a um treinamento progressivo, em três dias, durante uma semana, dos exercícios a serem

realizados no decorrer do programa terapêutico, baseados em uma aula de *aero jump*. Isto teve por objetivo avaliar as facilidades e dificuldades que os sujeitos teriam para realizar exercícios pulando sobre a cama elástica. Este também foi realizado na Clínica-Escola de Fisioterapia. Porém, este local passou por reformas, sendo que a terapia teve de ser transferida para uma sala particular, onde foi construída uma estrutura semelhante à utilizada na Clínica.

O programa terapêutico (Anexo K) que teve duração de dois meses, com três sessões semanais, totalizando 23 atendimentos, seguiu a seguinte ordem:

a) Nas duas primeiras semanas (26/04 a 06/05):

- Mensuração da frequência cardíaca de repouso dos sujeitos;
- Aquecimento através de uma caminhada leve, durante dez minutos. O alongamento inicial foi dispensado por se pensar que este diminuiria a sensibilidade articular, o que poderia alterar reflexos proprioceptivos de proteção;

- Programa terapêutico propriamente dito, realizado durante 20 minutos, no qual foram propostos os seguintes exercícios a serem realizados sobre a cama elástica: pular com as pernas afastadas, chutar alternando as pernas, apoio unipodal, também alternando as pernas, pular e rodar para os lados e novamente pular com os pés afastados. Cada exercício teve a duração de três minutos, intercalados com períodos de repouso ativo de um minuto cada, que envolviam balanço com o próprio suspensório usado para estabilização, e brincadeiras com a bola;

- Nova mensuração da frequência cardíaca dos sujeitos;

- Alongamento dos membros inferiores por dez minutos. Sendo que a sessão totalizou 40 minutos.

b) Nas seis semanas seguintes (10/05 a 15/06) foram acrescentados alguns exercícios, e aumentado o tempo de repouso no qual se faziam brincadeiras com a bola para um minuto e meio, mantendo-se as demais condutas, sendo que a sessão passou a durar 50 minutos. Os exercícios realizados foram os seguintes: pular com as pernas afastadas, chutar, apoio unipodal, pular e rodar para os lados, pular com os pés juntos para frente e para trás, pular abrindo e fechando as pernas e pular com as pernas afastadas.

Os exercícios também foram filmados e fotografados (Anexo J). Durante a terapia foram colocadas músicas, sendo que algumas vezes este procedimento foi interrompido por tirar a atenção dos sujeitos na realização dos exercícios.

Pensou-se em utilizar, no período de repouso, a suspensão total dos sujeitos, mas esta idéia foi abandonada, já que esta adaptação roubaria muito tempo da sessão.

#### **4.4 Análise dos dados**

Este estudo foi analisado como estudo de casos comparando os dados dos testes realizados no pré e pós-treinamento na cama elástica, para cada sujeito. A análise quantitativa dos dados foi realizada através da estatística descritiva (valores referentes à média, desvio-padrão e coeficiente de variação), de porcentagens da pontuação máxima de alguns testes, além do coeficiente de correlação de

Pearson, para analisar a relação entre as variáveis e, do teste t de *Student* para verificação de diferença significativa entre as variáveis, com nível de significância de  $p \leq 0,05$ .

A análise qualitativa foi realizada a partir de observação dos comportamentos de ambos os sujeitos no decorrer do treinamento, bem como através do questionamento dos pais e dos próprios sujeitos sobre os efeitos deste programa terapêutico na vida diária.

## **V RESULTADOS E DISCUSSÃO**

---

Considerando que este estudo foi realizado com apenas dois sujeitos, e levando-se em consideração suas diferenças, a apresentação dos resultados foi feita individualmente, iniciando-se com uma descrição de cada caso, em seguida, são apresentadas e discutidas as variáveis analisadas no estudo.

## **5.1 Características dos sujeitos**

### ***5.1.1 Apresentação do caso – Sujeito 1***

O Sujeito 1 nasceu no dia 04/09/1993, aos 7 meses de gestação, de parto cesariana, devido ao rompimento da placenta com perda de líquido amniótico, permanecendo na incubadora por 17 dias.

Durante o seu desenvolvimento neuropsicomotor adquiriu controle cervical mais ou menos aos dez meses, posição sentada com um ano e seis meses. Aos dois anos alcançou a postura em pé, aos dois anos e meio pode realizar a marcha com apoio, não-funcional, e aos sete anos, aproximadamente, a marcha sem apoio.

Com um ano de idade iniciou o tratamento fisioterápico, sem ter realizado qualquer correção cirúrgica, apresentando um padrão de adução de quadris, semiflexão de joelhos e pés eqüinos. Era dependente, apresentando dificuldade para manter posturas. Na

mesma época em que iniciou a marcha com apoio realizou as cirurgias de alongamento dos músculos adutores e tríceps sural, bilateralmente.

Atualmente apresenta uma marcha com semiflexão de quadril, com joelhos e pés valgos, dando passos curtos e rápidos. Como déficit associado apresenta estrabismo. A paciente é sociável e bastante comunicativa, porém, distraída, apresentando linguagem normal. Atualmente, está com dez anos de idade, cursando a quarta série do ensino fundamental em uma escola pública de Cruz Alta.

### ***5.1.2 Apresentação do caso – Sujeito 2***

O Sujeito 2 nasceu no dia 07/09/1996, de parto cesariana aos 7 meses de gestação. A mãe refere ter tido contrações desde o quarto mês, mas só soube da gravidade do caso aos 6 meses, quando começou a se cuidar mais. Houve complicações pós-parto, permanecendo, portanto, 8 dias na incubadora.

Quanto ao seu desenvolvimento neuropsicomotor a mãe relata que a criança adquiriu controle cervical aos três meses, posição sentada aos sete meses, engatinhou aos dez meses, ficou em pé com um ano e caminhou com apoio aos dois anos. Aos quatro anos iniciou deambulação independente. Atualmente, utiliza apoio nas paredes ou no acompanhante em caso de escada e terrenos irregulares.

Aos 3 anos iniciou o fisioterapia e teve acompanhamento da equipe do Hospital SARAH, em Brasília e da Associação de Assistência à Criança Defeituosa (AACD), em Porto Alegre. Já participou de um grupo de equoterapia e fez aplicação de toxina botulínica nas panturrilhas para diminuir o equinismo dos pés.

Até os sete anos a marcha apresentava-se em um padrão típico, com semiflexão de quadril, com joelhos valgus e pés plantifletidos e valgus, com oscilações do tronco, que permanecia inclinado para frente e certa dificuldade de apoiar todo o pé direito no chão.

Logo após ter feito sete anos realizou cirurgia de alongamento em adutores e tendão de Aquiles, bilateralmente, sendo que, atualmente, apresenta a marcha em semiflexão de quadris e joelhos, pés valgus e pronados e o pé direito apresentando também, rotação interna.

A paciente é tímida e chora quando frustrada, porém, é bastante sociável depois que adquire confiança, é inteligente, determinada e curiosa, a linguagem e a cognição são normais. Hoje está com 7 anos e cursa a primeira série do ensino fundamental em uma escola pública de Cruz Alta, onde tem vários amigos.

### ***5.1.3 Avaliações Gerais***

Este item inclui as características gerais da amostra (idade e sexo), a avaliação antropométrica, mensuração das deformidades ósseas dos membros inferiores e a classificação quanto a Categoria de Ambulação Funcional (CAF).

Na avaliação antropométrica foram coletadas informações a cerca da massa, estatura, comprimento do membros inferiores e largura da pelve. Os valores para estas variáveis estão colocados na Tabela 1 para ambos os sujeitos.

Tabela 1 – Dados gerais e avaliação antropométrica – Sujeito 1 e 2

Variáveis	Sujeito 1	Sujeito 2
Idade (anos)	10	7
Sexo	F	F
Massa	19 Kg	23 Kg
Estatutura	1,20 m	1,26 m
Comprimento MMII	D/E 66 cm	D/E 65,5 cm
Largura da pelve	16 cm	18 cm

Para avaliação das deformidades presentes nos membros inferiores foram aplicados quatro testes, bilateralmente. Os resultados são apresentados na Tabela 2 e 3.

Tabela 2 – Deformidades de membros inferiores – Sujeito 1

Testes	Direita	Esquerda
Thomas	10°	20°
Ângulo poplíteo	50°	40°
Dorsiflexão – Flexão	20°	10°
Extensão	10°	20°
DIC - Rápido	20 cm	
Lento	41 cm	

Tabela 3 – Deformidades de membros inferiores – Sujeito 2

Testes	Direita	Esquerda
Thomas	3°	2°

Ângulo poplíteo	40°	25°
Dorsiflexão – flexão	30°	30°
Extensão	25°	30°
DIC - Rápido	31 cm	
Lento	36 cm	

Foi utilizado, também, um protocolo clínico de avaliação da marcha, chamado CAF, este nível foi escolhido por SCHINDL *et alli* (2000), para documentar a habilidade do modo de caminhar. O teste inclui seis níveis de suporte pessoal para o modo de caminhar, mas não é observado se um auxílio foi usado. A autora testou em um percurso de 20 metros.

A avaliação dos sujeitos quanto ao CAF foi realizada em um percurso de 10 metros e nos permitiu classificar o Sujeito 1 no nível 3, pois constantemente necessitou de uma pessoa supervisionando sua deambulação. Outro fator que nos permite enquadrá-lo neste nível é o fato de que é capaz de caminhar independentemente no plano, porém, não é capaz de sair sozinho de casa, precisando sempre de alguém para acompanhá-lo.

O Sujeito 2 foi classificado em um nível 4, pois caminha independentemente no plano, precisando de ajuda somente em degraus e outras superfícies que sejam irregulares, sendo que é capaz de sair sozinho de casa.

#### ***5.1.4 Variação da frequência cardíaca***

Em cada sessão, durante o treinamento, foi mensurada a frequência cardíaca inicial e final dos sujeitos. O Sujeito 1 obteve uma média de 83,65 bpm ( $\pm 9,33$ ) para a frequência cardíaca de repouso e de 95,56 bpm ( $\pm 13,87$ ) para a final. O Sujeito 2 apresentou uma média de 80,57 bpm ( $\pm 9,98$ ) para a FC inicial e de 91,81 bpm ( $\pm 10,47$ ) para a final. Na Figura 5 é possível verificar a variação da FC ao longo do treinamento para ambos os sujeitos.

{ EMBED Excel.Chart.8 \s }

Figura 5 - Variação da frequência cardíaca durante o treinamento – Sujeitos 1 e 2

Na análise visual da figura acima é possível constatar que, para o Sujeito 1, a FC inicial manteve-se, praticamente, linear em todos os dias. Já a FC final teve algumas variações, que se mostram em picos, mas que não indicam nenhuma limitação das condições cardio-respiratórias. Este sujeito relatou cansaço em algumas sessões, mas, provavelmente, ocorreu devido às suas limitações motoras, pois, quanto maior o empenho, maior o gasto energético.

Para o Sujeito 2 é possível relatar que ambas as FC, inicial e final, apresentaram-se em picos de variação, mas que não indicam nenhuma limitação cardio-pulmonar, já que este não teve, em nenhuma sessão, que interromper os exercícios por algum sintoma relacionado com estes sistemas, mas sim por cansaço causado pelo aumento da demanda energética e por suas dificuldades motoras.

Há de se ressaltar que ambos os sujeitos mantinham hidratação durante as sessões.

## 5.2 O equilíbrio e a mobilidade

O equilíbrio pode ser definido, segundo KISNER & COLBY (1998) como a habilidade para manter o centro de gravidade sobre a base de suporte, necessário para manter uma posição do corpo no espaço ou controla-lo quando em movimento. As desordens motoras que ocorrem na paralisia cerebral diplégica provocam alterações no equilíbrio, e isto afeta diretamente, a capacidade para realização de atividades funcionais do cotidiano.

O teste de equilíbrio utilizado foi desenvolvido por BERG (1993), e consiste em uma medida objetiva das habilidades de equilíbrio estático e dinâmico, porém, não avalia a marcha. Para tanto, foi realizada a avaliação de mobilidade orientada ao desempenho, proposta por TINETTI (1986). Este teste avalia tanto o equilíbrio quanto a marcha. A seguir serão apresentados os resultados destes dois testes para ambos os sujeitos (Tabela 4 e 5).

Tabela 4 – Teste de equilíbrio e de mobilidade orientada ao desempenho no pré e pós-treinamento – Sujeito 1

Testes	Resultados		Valores máximos
	Pré	Pós	
Equilíbrio (Berg)	43	45	56 pontos

Mobilidade:			28 pontos
Equilíbrio	11	12	16 pontos
Marcha	8	8	12 pontos

Estes resultados sugerem que há um déficit de equilíbrio do Sujeito 1, mas que houve um discreto aumento desta variável depois do treinamento na cama elástica, de 43 (76,8%) para 45 pontos (80,36%), no teste de Berg, e de 11 (68,75%) para 12 (75%), no teste de mobilidade. Enquanto que, em relação à marcha avaliada por este teste, não houve mudanças, permanecendo em 8 pontos (66,7%) no pré e pós-treinamento. No teste de mobilidade a pontuação total para o pré-treinamento foi de 19 pontos (67,86%) passando para 20 pontos (71,43%) no final.

Tabela 5 – Teste de equilíbrio e de mobilidade orientada ao desempenho no pré e pós-treinamento – Sujeito 2

Testes	Resultados		Valores máximos
	Pré	Pós	
Equilíbrio (Berg)	43	47	56 pontos
Mobilidade:			28 pontos
Equilíbrio	10	15	16 pontos
Marcha	7	8	12 pontos

O Sujeito 2 também apresentou um déficit de equilíbrio, com um aumento de 43 (76,79%) para 47 pontos (83,93%), no teste de Berg e de 10 (62,5%) para 15 pontos (93,75%), no teste de mobilidade. Já a marcha, avaliada por este mesmo teste passou da

pontuação de 7 (58,33%) para 8 (66,67%). Avaliando-se, de um modo geral, o teste de mobilidade, é possível ver um aumento de 17 (60,71%) para 23 pontos (82,14%) ao final do treinamento.

Porém, não foram encontradas, para ambos os sujeitos, diferenças estatísticas significativas para o teste de equilíbrio de Berg ( $p=0,10$ ) e no teste de mobilidade orientada ao desempenho ( $p=0,20$ ).

Na Figura 6 estão os resultados para o teste de equilíbrio de Berg de ambos os sujeitos. Na Figura 7 podem ser visualizados os resultados do teste de mobilidade orientada ao desempenho para ambos os sujeitos.

{ EMBED Excel.Chart.8 \s }

Figura 6 – Resultados do teste de equilíbrio de Berg no pré e pós-treinamento – Sujeitos 1 e 2

{ EMBED Excel.Chart.8 \s }

Figura 7 – Resultados do teste de mobilidade orientada ao desempenho no pré e pós-treinamento – Sujeitos 1 e 2

Os indivíduos com diplegia possuem um déficit de equilíbrio, pois, segundo BONAMIGO (2002) o equilíbrio não acontece espontaneamente, ele depende de fatores intrínsecos, como o tônus e alinhamento articular e extrínsecos, como a superfície de apoio. NELSON (1994) refere que a espasticidade, presente nestes indivíduos, impede uma troca homogênea entre a mobilidade e a estabilidade do corpo. Já MANACERO (1998) propõe que o tônus

alterado além de dificultar os movimentos também limita a sua complexidade e diversificação, além de ser extremamente instável pela diminuição das reações de equilíbrio e proteção. Por estes motivos, estratégias de intervenção que visem melhorar a capacidade de estabilização destes indivíduos, só têm a somar para que estes desenvolvam suas habilidades funcionais.

Neste estudo, ambos os sujeitos apresentaram, de um modo geral, melhora no equilíbrio e na mobilidade, obtendo valores que representam mais de 80% do esperado, após o término do treinamento na cama elástica. BONAMIGO (2002) estudou a influencia do suporte de peso corporal na marcha de diplégicos de 5 a 14 anos e encontrou, para o equilíbrio, uma média de 70% do esperado.

Observando-se os valores individuais do teste de equilíbrio de Berg, do Sujeito 1 é possível verificar que houve uma melhora no movimento de olhar para trás sobre os ombros, passando de 2 para a pontuação máxima (4 pontos). Já no teste de mobilidade a diferença foi no teste de sentar na cadeira, em que o Sujeito 1 passou a ter mais segurança para realizar a tarefa. Considerando-se os resultados individuais do Sujeito 2 no teste de Berg é possível relatar que houve uma melhora nos movimentos de virar e olhar para trás sobre os ombros e de girar 360°, os quais passaram de 2 para 4 pontos. No teste de mobilidade, a melhora pode ser vista nos movimentos de erguer o corpo, manter-se estável na postura vertical imediata e com perturbações, sentar-se na cadeira, além da simetria do passo.

Conforme BUTLER (1998), CHERNG *et alli* (1999), SHUMWAY-COOK *et alli* (2003), o treinamento das reações de

equilíbrio usando, respectivamente, equipamentos de controle do tronco, ambientes sensoriais alterados e plataformas de força com deslocamento antero-posterior trazem melhora significativa na capacidade de recuperação da estabilidade, pois são meios efetivos de promover controle de movimento e habilidade funcional.

### 5.3 A força e a resistência muscular

A força pode ser definida como a quantidade máxima de esforço produzido por um músculo ou grupo muscular (HAMILL & KNUTZEN, 1999), já a resistência muscular se caracteriza por ser a capacidade que um dado músculo de contrair-se repetidas vezes. Neste estudo, a força foi avaliada através do teste de subir escadas, por se pensar que o teste de força muscular graduado até 5 pontos (muito bom, bom, regular, vestígio e zero) é muito subjetivo e o teste de repetição máxima não seria adequado para indivíduos portadores de paralisia cerebral. Já a resistência muscular localizada foi avaliada através de dois testes muito simples, o de sentar e levantar e o da panturrilha, no qual o sujeito deveria alcançar o máximo de repetições em um minuto. As Tabelas 6 e 7 resumem os resultados destes testes.

Tabela 6 – Teste de força e resistência muscular no pré e pós-treinamento – Sujeito 1

Testes	Resultados		Valor máximo
	Pré	Pós	

Subir escadas	4 pts	5 pts	6 pontos
Sentar e levantar	15 r/min*	21 r/min	
Panturrilha	13 r/min	20 r/min	

\*r/min = repetições por minuto

Tabela 7 – Teste de força e resistência muscular no pré e pós-treino – Sujeito 2

Testes	Resultados		Valor máximo
	Pré	Pós	
Subir escadas	4 pts	5 pts	6 pontos
Sentar e levantar	16 r/min*	25 r/min	
Panturrilha	28 r/min	40 r/min	

\*r/min = repetições por minuto

Estes resultados demonstram que houve uma diferença estatisticamente significativa, segundo o teste t de *Student* ( $p=0,004$ ), na resistência muscular localizada para ambos os sujeitos. Já para a força não houve diferença estatística significativa ( $p=0,21$ ). A pontuação do Sujeito 1 passou de 15 para 21 pontos no teste de sentar e levantar (aumento de 40%) e de 13 para 20 pontos no teste da panturrilha (aumento de 53,85%), após realizar o treino. Já a força passou de 4 (66,67%) para 5 pontos (83,3%), caracterizando um aumento de 16,66%.

A pontuação no teste de sentar e levantar realizado pelo Sujeito 2 passou de 16 para 25 repetições (aumento de 56,25%) e no teste da panturrilha de 28 para 40 repetições (aumento de 42,86%) no pós-

treinamento. Quanto à força muscular testada no subir escadas a variação foi de um ponto, passando de 4 (66,67%) para 5 pontos (83,3%), um aumento de 16,66%. A Figura 8 demonstra os resultados de ambos os sujeitos no teste de resistência muscular localizada. Já, na Figura 9 podem ser vistos os resultados relacionados com o teste de força muscular para os Sujeitos 1 e 2.

{ EMBED Excel.Chart.8 \s } Figura 8 – Resultados do teste de resistência muscular localizada, incluindo dois testes: sentar-levantar e panturrilha, no pré e pós-treinamento – Sujeitos 1 (S1) e 2 (S2)

{ EMBED Excel.Chart.8 \s }

Figura 9 – Resultados do teste de subir escadas para avaliação da força muscular no pré e pós-treinamento – Sujeitos 1 e 2

Um outro objetivo do treinamento proposto em um ambiente diferenciado era o de ganhar força e resistência muscular, pois se sabe que os diplos <sup>S-L-S1</sup> <sup>P-S1</sup> <sup>S-L-S2</sup> <sup>P-S2</sup> ~~descrivem~~ <sup>descrivem</sup> a alteração da resposta musculares na realização de um movimento, resultantes do tônus excessivo. SHUMWAY-COOK & WOOLACOTT (2003) descrevem que os distúrbios músculo-esqueléticos são secundários à imobilização ou movimento restrito e podem ser fatores significativos nos problemas de coordenação motora que afetam o controle postural, ou seja, a diminuição de força provoca estas restrições e prejudica a manutenção do equilíbrio.

Segundo ECKERT (1993), o pulo necessita de uma elevação do corpo acima do chão por um período mais longo que o necessário na

corrida, uma força maior é responsável para exercer impulso suficiente, além de ajustes de equilíbrio mais sofisticados para manter o corpo em uma posição estável enquanto estiver no ar e acomodá-lo à desaceleração imediata de aterrissagem. Além disso, segundo este mesmo autor, o ato de saltar tem sido considerado um preditor da força corporal e um teste diagnóstico da coordenação motora.

Através de exercícios que enfatizaram o pular de diferentes maneiras na cama elástica pode-se dizer que houve um ganho de força, mas principalmente de independência, pois ambos os sujeitos dispensaram assistência no subir escadas, o que antes não era possível.

A resistência muscular localizada em membros inferiores também registrou um aumento para ambos os sujeitos, o qual se justifica pela repetição dos exercícios no decorrer das sessões. Isto possibilitou a melhora do desempenho nos testes de sentar-levantar e da panturrilha.

BONAMIGO (2001) realizou um estudo com diplégicos adultos e encontrou valores médios para o teste de sentar e levantar de 32,5 repetições por minuto. Os valores encontrados neste estudo foram mais baixos, porém, apesar de apresentarem a mesma patologia, deve-se ressaltar a diferença entre crianças e adultos.

ANDRADE *et alli* (1998) compararam a força isocinética dos extensores e flexores do joelho em 11 pacientes com hemiparesia espástica, jogadores de futebol, com um grupo controle normal sedentários e observaram que os indivíduos sem limitação apresentavam valores de força mais altos na maioria das variáveis estudadas ( $p < 0,05$ ). Nos indivíduos com PC a perna parética era mais

forte que a normal (30 a 80%) enquanto que no controle a diferença entre a perna dominante e não dominante era 10%. Outro dado interessante deste estudo é que o pior resultado foi na maior velocidade, onde os indivíduos não conseguiram completar as 30 repetições, e os autores sugerem que a fadiga se deva a incoordenação que não permite que se tenha um incremento de músculos específicos.

#### 5.4 Capacidade funcional

A capacidade funcional dos indivíduos foi testada através do teste de caminhada de 6 minutos. Os critérios de intensidade avaliados são a pressão arterial (PA), a frequência cardíaca (FC) e a escala subjetiva de Borg, além do registro da distância percorrida e da velocidade. Nas Tabelas 8 e 9 estão representados os resultados deste teste para ambos os sujeitos, respectivamente.

Tabela 8 – Teste de caminhada de 6 minutos no pré e pós-treinamento – Sujeito 1

Parâmetros	Pré	Pós
Distância (m)	370	350
Velocidade (m/s)	1,03	0,97
FC inicial (bpm)	96	108
FC final	136	140
PA inicial (mmHg)	90/50	90/60
PA final	110/80	110/70
Borg	M. difícil	M. difícil

Tabela 9 – Teste de caminhada de 6 minutos no pré e pós-treinamento – Sujeito 2

Parâmetros	Pré	Pós
Distância (m)	369	392
Velocidade (m/s)	1,03	1,1
FC inicial (bpm)	96	78
FC final	112	128
PA inicial (mmHg)	90/50	90/60
PA final	110/60	110/70
Borg	M. difícil	M. difícil

Como é possível verificar na primeira tabela, o Sujeito 1 teve uma diminuição de 5,41% na distância percorrida no teste, passando de 370 para 350 metros. A FC e a PA não sofreram grandes variações, sendo que no pré-treinamento a FC passou de 96 para 136 bpm e no pós, de 108 para 140 bpm, já a PA passou de 90/50 para 110/80 mmHg e no pós de 90/60 para 110/70 mmHg. Tanto no teste inicial quanto no final o sujeito relatou estar muito cansado, o que caracteriza o teste, segundo a Escala de Borg, como muito difícil.

Conforme os dados da Tabela 9 o Sujeito 2 apresentou um aumento 6,23% na distância percorrida em 6 minutos, em que passou de 369 para 392 m. A FC variou de 96 para 112 bpm no primeiro teste e de 78 par 128 bpm, no teste final. Já a PA passou de 90/50 para 110/60 mmHg no pré, e de 90/60 para 110/70 mmHg na avaliação final. A classificação de Borg ficou em muito difícil, pois o sujeito relatou fadiga.

O incremento na distância percorrida não foi maior porque a atividade proposta na cama elástica não pode ser considerada aeróbica, como o teste de caminhada, uma vez que eram feitas pausas subseqüentes aos exercícios, e também porque houve estabilização corporal durante a terapia, diferente do ambiente do teste. Além disso, é importante enfatizar que houve um curto período de terapia.

A velocidade calculada através deste teste será discutida mais adiante, nas variáveis temporais da marcha, juntamente com os valores encontrados para a cadência.

Na Figura 10 estão representados graficamente os resultados relacionados com a distância percorrida pelos Sujeitos 1 e 2.

{ EMBED Excel.Chart.8 \s }

Figura 10 – Resultado do teste de caminhada de 6 minutos no pré e pós-treinamento – Sujeitos 1 e 2

Segundo SHUMWAY-COOK & WOOLLACOTT (2003), o aperfeiçoamento do equilíbrio pode ter um efeito positivo sobre a capacidade funcional. Isso fica evidente quando se analisa a melhora do desempenho do Sujeito 2, ou seja, maior distância percorrida no pós-treinamento, relacionada com um aumento dos escores de equilíbrio testados. Já o Sujeito 1, contraria essa afirmação, pois apesar de ter apresentado uma melhora do equilíbrio, teve uma diminuição do desempenho no teste de caminhada, em que houve um decréscimo da distância percorrida no pós-treinamento. A classificação deste teste segundo a Escala de Borg como muito difícil,

por ambos os sujeitos, revelam o cansaço por eles apresentado ao final da caminhada, devido, provavelmente às suas limitações motoras e maior gasto energético para realizar tal atividade, não caracterizando um problema cardio-respiratório.

### 5.5 Parâmetros espaciais da marcha

Os parâmetros espaciais da marcha incluem medidas de tamanho do passo, tamanho da passada, largura da base de apoio e ângulo dos pés. Tanto o tamanho do passo, quanto à largura da base podem ser normalizados pelas suas respectivas medidas antropométricas, comprimento do membro inferior e distância inter-espinhas ilíacas.

Nas Tabelas 10 e 11 estão os valores coletados para o comprimento do passo e o ângulo do pé para os dois sujeitos, respectivamente.

Tabela 10 – Variáveis espaciais: comprimento do passo e ângulo dos pés – Sujeito 1

Variáveis	Pré			Pós		
	X	DP	CV%	X	DP	CV
Passo D*	22,42	8,27	36,89	23,3	5,57	23,91
Passo E	24,18	5,97	24,69	23,02	4,56	19,81
Ângulo D	4°	7,4	185	-8,5°**	6,83	80,35
Ângulo E	11,17°	4,45	39,84	12,83°	5,04	39,28

\* Medida do passo em cm

\*\* O sinal de negativo indica a RE do pé

Tabela 11 – Variáveis espaciais: comprimento do passo e ângulo dos pés – Sujeito 2

Variáveis	Pré			Pós		
	X	DP	CV%	X	DP	CV
Passo D*	38,65	4,38	11,33	38,77	5,24	13,52
Passo E	30,27	6,33	20,91	32,23	3,06	9,49
Ângulo D	4,2°	2,86	68,1	8,2°	6,98	85,12
Ângulo E	-7°**	5,66	80,85	-10,4°	6,19	59,52

\* Medida do passo em cm

\*\* O sinal negativo indica a RE do pé

Como é possível observar, o Sujeito 1 teve um aumento do comprimento do passo direito de 22,42 ( $\pm 8,27$ ) para 23,3 ( $\pm 5,57$ ) cm, já o comprimento do passo esquerdo sofreu uma diminuição de 24,18 ( $\pm 5,97$ ) para 23,02 ( $\pm 4,56$ ) cm. Para o passo direito o aumento foi de 3,93%, já o passo esquerdo teve um decréscimo de 4,8%.

O ângulo do pé direito sofreu uma variação inversa, pois inicialmente, este pé apresentou-se, praticamente, em rotação interna (RI), passando para rotação externa (RE) no final, indicada pelo sinal negativo (-) na tabela. Sendo que, o pé esquerdo apresentou uma acentuação da RI no pós-treinamento.

Para o Sujeito 2 é aceitável dizer que houve um aumento tanto do comprimento do passo direito, de 38,65 ( $\pm 4,38$ ) para 38,77 ( $\pm 5,24$ )

cm, ou seja, de 0,31%, quanto do passo esquerdo, de 30,27 ( $\pm 6,33$ ) para 32,23 ( $\pm 3,06$ ) cm, caracterizando 6,48% de aumento.

A angulação dos pés sofreu variações, sendo que o pé direito apresentou um aumento da RI de 4°, ou seja, passou de 4,2° para 8,2°. Já o pé esquerdo apresentou-se em RE, a qual teve a adição de 3,4°, passando de 7° para 10,4° ao final do treinamento.

Não houve diferenças estatisticamente significativas ( $p= 0,27$ ) entre o pré e o pós-treinamento, para o comprimento do passo e ângulo do pé, nos dois sujeitos estudados.

A Figura 11 representa graficamente os valores obtidos por ambos os sujeitos para o comprimento do passo. A Figura 12 mostra a angulação dos pés no pré e pós-treinamento, para os Sujeitos 1 e 2.

{ EMBED Excel.Chart.8 \s }

Figura 11 – Comprimento do passo direito e esquerdo no pré e pós-treinamento – Sujeitos 1(S1) e 2 (S2)

{ EMBED Excel.Chart.8 \s }

Figura 12 – Variações dos ângulos dos pés direito e esquerdo no pré e pós-treinamento – Sujeitos 1 (S1) e 2 (S2)

Passo D-S1    Passo E-S1    Passo D-S2    Passo E-S2

Nas Tabelas 12 e 13 estão expostos os dados referentes ao comprimento da passada e largura do base de apoio.

Pé D-S1    Pé E-S1    Pé D-S2    Pé E-S2

Tabela 12 – Valores absolutos do comprimento da passada e largura da base de apoio – Sujeito 1

Variáveis	Pré			Pós		
	X	DP	CV	X	DP	CV
Passada D*	48,76	5,81	11,9	42,24	9,54	22,58
Passada E*	47,46	10,04	21,15	42,12	7,89	18,73
L. base*	17,37	7,04	40,53	15,72	5,69	36,2

\* Passada e largura da base em cm

Tabela 13 – Valores absolutos do comprimento da passada e largura da base de apoio – Sujeito 2

Variáveis	Pré			Pós		
	X	DP	CV	X	DP	CV
Passada D	66,94	9,91	14,8	74,12	1,28	1,73
Passada E	69,2	9,1	13,15	71,76	5,1	7,11
L. base	12,92	4,83	37,38	15,21	5	32,87

O Sujeito 1 apresentou diminuição no comprimento da passada, sendo que a passada direita passou de 48,76 ( $\pm 5,81$ ) para 42,24 ( $\pm 9,54$ ) cm, ou seja, queda de 13,37%, e a passada esquerda foi de 47,46 ( $\pm 10,04$ ) para 42,12 ( $\pm 7,89$ ) cm, decréscimo de 11,25%. A largura da base teve uma diminuição de 9,5%, passando de 17,37 para 15,72 cm.

O Sujeito 2 obteve um aumento do comprimento da passada para ambos os membros. A passada direita passou de 66,94 ( $\pm 9,91$ ) para 74,12 ( $\pm 1,28$ ) cm, um aumento de 10,73%. A passada esquerda

teve a adição de 3,7%, passando de 69,2 ( $\pm 9,1$ ) para 71,76 ( $\pm 5,1$ ) cm. Houve um aumento de 17,72% da largura da base, para este sujeito, passando de 12,92 ( $\pm 4,83$ ) para 15,21 ( $\pm 5$ ) cm.

No teste t de *Student* foi possível observar que não houveram mudanças significativas tanto para o comprimento da passada ( $p=0,44$ ), quanto para a largura da base de apoio ( $p=0,45$ ), para ambos os sujeitos, pois há de se considerar que houve variação dos valores.

Nas Figuras 13 e 14 pode-se observar os dados relativos à essas duas variáveis para o Sujeito 1 e para o Sujeito 2.

{ EMBED Excel.Chart.8 \s }

Figura 13 – Comprimento da passada direita e esquerda no pré e pós-treinamento – Sujeitos 1 (S1) e 2 (S2)

{ EMBED Excel.Chart.8 \s }

Figura 14 – Largura da base de apoio no pré e pós-treinamento – Sujeitos 1 e 2

Normalizado pelo comprimento da passada pelo comprimento do membro inferior, obteve-se os valores iniciais e finais, respectivamente, de 0,74 e 0,64 para a direita, e 0,72 e 0,64, para a esquerda, isto envolvendo os dados do Sujeito 1. Na normalização dos dados do Sujeito 2 foi encontrado, respectivamente, 1,02 e 1,13 para a passada direita e 1,06 e 1,1, para a esquerda.

A normalização da base pela largura da pelve identificou, para o Sujeito 1, no pré, 1,09 e no pós-treinamento, 0,98. Já o Sujeito 2 obteve valores de 0,72 para o pré e 0,85 para o pós-treinamento.

As Figuras 15 e 16 apresentam a normalização do comprimento da passada e da largura da base, respectivamente.

{ EMBED Excel.Chart.8 \s }

Figura 15 – Normalização do comprimento da passada pelo comprimento do membro inferior no pré e pós-treinamento – Sujeitos 1 e 2

{ EMBED Excel.Chart.8 \s }

Figura 16 – Normalização da base de apoio pela largura da pelve, no pré e pós-treinamento – Sujeitos 1 e 2

O grande objetivo deste estudo está no propósito de melhorar o equilíbrio e também a força para alcançar melhora das habilidades funcionais, neste caso a marcha, pois, para ECKERT (1993), os problemas associados com a aquisição da marcha se resolvem amplamente quando há o desenvolvimento de força suficiente para suportar o peso do corpo temporariamente sobre uma perna e o desenvolvimento dos mecanismos de equilíbrio finamente ajustados requeridos para a locomoção vertical. O que se segue é uma comparação entre o equilíbrio, a força e a marcha dos indivíduos testados.

Como já foi visto, em relação às variáveis espaciais da marcha, ao final da terapia, o Sujeito 1 apresentou uma diminuição da passada direita e esquerda, mas apresentou simetria do passo. MALYSZ (1998) encontrou assimetria dos passos de um diplégico, após tratamento fisioterapêutico.

O ângulo do pé direito passou de RI para RE, e o do pé esquerdo teve um aumento dessa RI. Já a largura da base de apoio apresentou-se diminuída ao final do treinamento. O Sujeito 2 teve um aumento do tamanho da passada, da RI do pé direito e, RE do pé esquerdo, bem como um aumento da base.

Em relação ao ângulo dos pés, verificado em ambos os sujeitos, é necessário enfatizar que as correções cirúrgicas podem influenciar nesta variável, uma vez que é muito comum o valgo e a RI dos pés. Outro fato importante é que o alto coeficiente de variação indica que o padrão não é estável. Portanto, estes dados não são conclusivos.

DAVID (2000) analisando a marcha de 22 crianças normais, de 6 a 10 anos e de ambos os sexos, encontrou um comprimento de passo de 58 ( $\pm 0,06$ ) cm, BECK *et al* (1981) *apud* DAVID (2000, p. 71) encontrou valores para o comprimento da passada que variaram de 0,92 a 1,14 m, em crianças normais de 6 a 7 e de 13 a 15, respectivamente. BONAMIGO (2002) relata valores médios de 58,75 ( $\pm 10,08$ ) cm para o comprimento do passo em diplégicos. Ou seja, os valores encontrados neste estudo estão diminuídos comparados com crianças normais e outros diplégicos, o que nos leva a pensar que o treinamento em cama elástica não melhora a passada.

A normalização do comprimento da passada através do comprimento do membro inferior nos apresenta valores também inferiores quando comparados com VAUGHAN (2001) que encontrou valores adimensionais de 1,37 em crianças com menos de 5 anos e 1,46 após os cinco anos.

A base de apoio teve, no pós-treinamento um decréscimo para o Sujeito 1 e um aumento para o Sujeito 2. Porém, ambos apresentaram a base aumentada quando comparada com a medida encontrada por BONAMIGO (2002) que foi de 10,87 ( $\pm 2,95$ ) cm, também em diplégicos.

Segundo SHEPHERD (1996) as dificuldades que os diplégicos têm para realizar ajustes posturais levam, às vezes, a um aumento da base de apoio durante a posição bípede, para restabelecer o equilíbrio. Em contrapartida, BOBATH & BOBATH (1989) descrevem que a base de apoio das crianças diplégicas é pequena, o que dificulta ou impossibilita o equilíbrio, apresentando padrão típico durante a marcha e só parando com apoio. Esta discordância se deve ao fato de que os espásticos graves apresentam um padrão de adução muito forte, o que conseqüentemente, diminui a base de apoio, já as espásticas moderadas, apresentam uma largura de base maior, pois a adução dos membros inferiores não se apresenta tão acentuada.

VAUGHAN (2001) refere que a base de apoio vai diminuindo até os três anos quando a criança adquire as reações de equilíbrio, uma base pequena diminui o gasto energético da marcha porque diminui o deslocamento do centro de gravidade. Os valores adimensionais são

de 0,51 antes dos 5 anos e 0,33 após os 5 anos. Para os sujeitos deste estudo estes valores foram acima dos citados por este autor.

### 5.5 Variação da velocidade e da cadência

Velocidade pode ser definida como a distância percorrida em um dado tempo. Esta, talvez, seja a medida objetiva mais importante da mobilidade funcional global. Pode ser utilizada para determinar como os pacientes se comportam em diferentes condições ambientais (WALL, 2001). A velocidade do andar é um fator importante quando se analisa a marcha, pois qualquer alteração desta variável provoca mudanças em todos os aspectos da marcha (SMITH *et alli*, 1997). Já a cadência, outra medida temporal, se define como o número de passos em um certo tempo. A velocidade a ser analisada neste item consta nas Tabelas 8 e 9 que tratam do teste de caminhada.

A Tabela 14 traz os dados relativos à cadência para o Sujeito 1 e Sujeito 2.

Tabela 14 – Variação da cadência no pré e pós-treinamento– Sujeitos 1 e 2

Parâmetros	Sujeito 1		Sujeito 2	
	Pré	Pós	Pré	Pós
Tempo (s)	11	9,83	7	5,89
Distância (m)	5	5	5	5
Total de passos	20	18	12	12
Cadência (passos/min)	109,1	109,87	102,86	120,40
(passos/s)	1,82	1,83	1,71	2,01

Conforme a tabela pode-se verificar que a cadência manteve-se praticamente igual antes e depois, com um acréscimo de 0,71%, para o Sujeito 1. Para o Sujeito 2, esta variável passou de 102,86 para 120,40 passos/min, revelando a adição de 17,05% ao valor inicial. Isto significa que não houve diferença significativa no pré e pós-treinamento ( $p=0,24$ ). Observe na Figura 17 estas variações.

{ EMBED Excel.Chart.8 \s }  
Figura 17 – Variações da cadência no pré e pós-treinamento – Sujeitos 1 e 2

Analisando-se os dados referentes à velocidade pode-se observar que o Sujeito 1 apresentou uma variação da velocidade de 1,03 m/s para 0,97 m/s, ou seja, uma diminuição de 5,8%. O Sujeito 2 apresentou uma variação entre a velocidade inicial e final, de 1,03 para 1,1 m/s, isto é, um aumento de 6,8%. Novamente, não houve diferenças significativas entre o pré e pós-treinamento ( $p=0,48$ ). Isto pode ser observado na Figura 18.

{ EMBED Excel.Chart.8 \s }  
Figura 18 – Variações da velocidade no pré e pós-treinamento – Sujeitos 1 e 2

As variáveis temporais da marcha apresentaram variações. Para tanto, a menor velocidade apresentada pelo Sujeito 1 no pós-treinamento se deve provavelmente, a diminuição do comprimento da passada e pouca alteração na cadência no teste final. Já o acréscimo de velocidade apresentado pelo Sujeito 2 se deve a contribuição de duas variáveis, aumento do comprimento da passada e da cadência.

A relação entre o nível CAF de cada sujeito com os respectivos valores encontrados para a velocidade revelam uma correlação destas variáveis, o que indica que a velocidade da marcha esta diretamente ligada com a capacidade de deambulação ( $r=0,71$ ). Já a comparação entre o CAF e a cadência apresentada por ambos os sujeitos indicam que não há relação entre essas variáveis ( $r=0,17$ ), isto quer dizer que, o nível de ambulação funcional não depende da cadência da marcha, nestes indivíduos.

LOBO DA COSTA (1995) comparou o subir, o descer escadas e o andar no plano em seis crianças do sexo masculino com idade média de 7 anos e meio, e encontrou uma velocidade média de 1,43 ( $\pm 0,22$ ) m/s. DAVID (2000) encontrou uma velocidade média de 1,24 m/s e uma cadência média de 130 passos/min. Autores citados por DAVID (2000 p. 67-8) encontraram, em crianças de 5 a 10 anos, valores para a velocidade que variaram de 1,08 a 1,18 m/s. E para a cadência, entre os 6 e 15 anos, valores que variam de 109 para 136 passos/min, diminuindo com a idade. Neste estudo o sujeito mais jovem (2) apresentou valores mais elevados para a cadência.

WINTER (1991) encontrou uma cadência de 123 passos/min, e marcha relativamente simétrica com 56 cm de passo direito e 50 cm para o passo esquerdo em um paciente com diplegia espástica de 12 anos de idade. De acordo com MALYSZ (1998), que analisou a marcha de um paciente diplégico de 16 anos, após treinamento na esteira em duas velocidades (2 e 3 km/h), a ausência de barras para apoio faz com que haja uma diminuição do tamanho do passo, característico da diminuição da estabilidade. Ela observou uma cadência de 76 passos/min no início e de 106 passos/min na velocidade final com apoio, porém, sem apoio na mesma velocidade a cadência foi de 123,54 passos/min, indicando que por se tornar mais instável há necessidade de diminuição no tamanho do passo para compensar o desequilíbrio. Neste estudo, ambos os sujeitos tiveram valores para a cadência próximos aos citados acima.

Já para a velocidade, depois do treinamento na cama elástica, tiveram valores próximos aos citados por DAVID (2000), e muito próximos aos encontrados por BONAMIGO (2002) os quais variaram de 0,6 a 0,9 m/s, em diplégicos em três situações distintas. Para pacientes neurológicos adultos é consenso considerar 1 m/s uma velocidade adequada, situando-se como um objetivo do programa de reabilitação. Isto significa que os pacientes do estudo têm uma velocidade adequada quando considerado seu caso patológico.

A criança diplégica pode apresentar mudanças de velocidade da marcha diante de algum elemento que provoque a perda do controle. A criança caminha às vezes mais depressa, o que parece favorecer a

manutenção do equilíbrio. Por outro lado a marcha pode ser anormalmente lenta (SHEPHERD, 1996).

Segundo DAVID (2000), há divergência a respeito da relação entre velocidade e cadência. Enquanto alguns pesquisadores não encontram relação entre essas variáveis ou encontram relações negativas, outros vêem relações lineares entre velocidade, cadência e comprimento do passo. Para STOLZE *et alli* (1997) *apud* DAVID (2002, p.23), velocidades menores, cadências maiores e comprimento do ciclo menores são diferenças entre crianças de 6 e 7 anos e adultos.

A modificação do equilíbrio esta diretamente relacionada com a velocidade. Redução forçada da cadência exige maior adaptação postural. A atividade muscular exigida para caminhar difere dependendo da velocidade do movimento. A fluidez e economia da marcha dependem de muitos fatores do ciclo de marcha e não da menor cadência e velocidade (EDWARDS, 1999).

DAMIANO & ABEL (1996) propuseram um programa de fortalecimento muscular isométrico para indivíduos com PC diplégica e hemiplégica e concluíram que há um aumento de força significativa nos músculos selecionados e uma melhora na velocidade, conseqüente do aumento da cadência, o que demonstra a eficácia do fortalecimento nesta população. Ainda para estes autores a assimetria e a diminuição do comprimento da passada estão relacionados com o envolvimento motor dos diplégicos. Estes dados são semelhantes aos encontrados no presente estudo e justificam o desempenho destes diplégicos.

Segundo ROSE *et alli* (2002), os déficits de controle postural sugerem um componente importante para as desordens da marcha na

PC. VAN DER HEIDE, *et alli* (2004) relatam que essa deficiência está diretamente relacionada com o grau de inaptidão para atividades cotidianas, no caso, o ato alcançar com a mão dominante.

A seguir serão feitas algumas relações entre o equilíbrio e algumas das variáveis deste estudo. Relacionando o resultados do equilíbrio final de ambos os sujeitos com os resultados finais encontrados para a base, é possível afirmar que há uma relação inversamente proporcional ( $r=-1$ ), pois quanto menor o equilíbrio, maior a base. Já com o comprimento do passo, o equilíbrio apresenta uma relação diretamente proporcional ( $r=1$ ). Estas relações podem ser vistas na Figura 19.

{ EMBED Excel.Chart.8 \s }

Figura 19 – Relação do equilíbrio final com a base e o comprimento do passo finais para ambos os sujeitos

De maneira geral, pode-se dizer que o déficit de equilíbrio altera o padrão de marcha, portanto, este trabalho, que visou estimular as reações de equilíbrio, causou pouca alteração da força e da marcha, porém, teve grande influencia sobre a resistência muscular de membros inferiores, além de ter ocorrido uma transferência de aprendizagem, em que, os exercícios baseados em pulos melhoraram a capacidade de travessia de escadas dos dois diplégicos participantes deste estudo.



## VI VIVÊNCIAS E PERCEPÇÕES

---

Este capítulo está estruturado de forma a apresentar questões referentes às contribuições geradas pelo presente estudo. Nele será abordado o lado subjetivo da terapia, como suas implicações na vida diária dos sujeitos, opinião de sua família, professores e deles próprios, além das vivências e experiências do terapeuta e do paciente.

Antes de iniciar a terapia, as crianças passaram por um treinamento dos exercícios que seriam realizados, durante uma semana. Ambas estavam apreensivas com o novo ambiente, porém, animadas, pois gostaram da idéia de fazer a fisioterapia pulando. No início tinham muito medo de subir na cama elástica e mais ainda de se soltar, pois achavam que as cordas elásticas não sustentariam seu peso e se assustavam quando se soltavam para fazer os exercícios e perdiam o equilíbrio. Sentiam-se mais seguros se eu ficasse atrás delas e as segurasse caso caíssem. O Sujeito 2 só fazia os exercícios se seu pai ficasse junto.

Aos poucos esse medo foi passando e dando lugar à segurança. As crianças brincavam, conversavam, cantavam, inventavam novos exercícios e até dançavam em cima da cama elástica, passaram a subir e descer dela sem minha ajuda, o que antes era para elas muito difícil.

Ficavam sozinhas durante as sessões, sem a necessidade de os pais as acompanharem durante todo o tempo.

Os pais, por sua vez, acompanharam-nas muitas vezes e estimulavam-nas a fazer todos os exercícios até o final, fazendo questão que elas não faltassem, que fossem disciplinadas e não ficassem brincando, ao invés de realizar a terapia proposta, embora algumas vezes, as crianças ficassem desatentas, cansadas e com preguiça de fazer os exercícios.

Quanto aos exercícios, as duas tinham dificuldades iniciais em realizar dois deles, o de chutar e o de apoio unipodal. O chutar teve uma progressão mais rápida, sendo o de apoio unipodal um pouco mais complicado de elas realizarem, porém, elas se esforçavam, repetiam e se corrigiam para melhorar. O Sujeito 1 também tinha dificuldade em pular abrindo e fechando as pernas, pois não se concentrava naquilo que estava fazendo, quando o fazia, realizava melhor o exercício. Os outros elas gostavam mais e realizavam melhor, e aos poucos iam aperfeiçoando-os, porém, no início, eu tinha que ficar atrás, e no final pude ficar ao lado e até na frente delas, uma vez que já estavam seguras de que não iriam cair.

Nas brincadeiras feitas enquanto descansavam, o Sujeito 1 tinha dificuldade em segurar a bola, pois perdia o equilíbrio e tinha que usar as mãos para se manter em pé, mas foi aperfeiçoando e conseguindo suprir essa dificuldade, sendo que no final segurava a bola e tentava jogar em lugares em que eu não pudesse pegar, porque apostávamos que não podíamos derrubar a bola enquanto jogávamos. Já com o Sujeito 2 o início foi tranquilo e a progressão foi no sentido de que a

bola era jogada de modo que ela tivesse que usar de suas reações de equilíbrio para segura-la, por exemplo, jogava a bola para os lados, assim, ela tinha que transferir o peso para um dos membros, e sempre com sucesso. Também realizávamos o jogo de não derrubar a bola.

Ambas tiveram que faltar algumas poucas vezes, por problemas familiares, às vezes não conseguiam realizar direito os exercícios porque estavam tristes e se desconcentravam, e ainda, outras vezes, reclamavam dos exercícios e não queriam fazer, porém isso não comprometeu o desempenho delas.

Nas últimas sessões as crianças quiseram tentar fazer os exercícios sem o colete, porém com apoio das mãos, e conseguiram realizar todos os exercícios com sucesso, sem medo e sem nenhuma queda.

Antes de iniciar a terapia foram feitas duas perguntas às mães das crianças. A primeira queria saber o que elas esperavam das crianças. A mãe do Sujeito 1 respondeu que gostaria que ela fizesse tudo certo, que ela gostava de brincar, mas mesmo assim ia fazer os exercícios. A mãe do Sujeito 2 esperava que ela se esforçasse ao máximo para fazer os exercícios, que ela entendesse que era para o bem dela, para que pudesse melhorar. A outra questão era, o que elas esperavam da fisioterapia. A mãe do Sujeito 1 esperava que ela tivesse uma melhora importante no equilíbrio. A do Sujeito 2 esperava que ela progredisse, independente de qual fosse a mudança.

Terminada a coleta de dados, as mães e as crianças responderam algumas questões a respeito do resultados.

A mãe do Sujeito 1 relatou que ela está mais estável, que consegue levantar mais o pé do chão, o qual arrastava quando ela caminhava, que está subindo e descendo escadas com mais facilidade. Foi indagada se gosta da fisioterapia e disse que se tivesse como levá-la todo dia, o faria. Não realiza exercícios com a filha em casa, porém, leva-a para a escola a pé, para ela fazer caminhadas. Foi perguntado ainda a sua opinião a respeito da terapia na cama elástica, ela respondeu que qualquer coisa que faça sua filha melhorar é bom e gostou desta terapia porque a fez se exercitar bastante, relatando ser melhor do que ficar em casa, mas não diferente daquela realizada convencionalmente. Disse ainda, que as professoras referiram uma melhora na marcha e nas atividades que a criança realiza na escola.

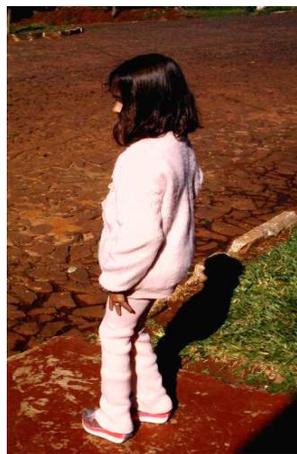
A própria criança relatou que está se segurando menos, apoiando somente uma mão ou nenhuma, para realizar as atividades diárias, como sentar, caminhar e brincar com os amigos, porém que continua cansando com estas atividades. Quando indagada se gostou da terapia, respondeu que gostou muito porque era diferente, tanto o pular quanto o fato de ser um ambiente novo, diferenciado do hospital onde costumava ir, e que era mais uma maneira dela melhorar.

A mãe do Sujeito 2 relatou que houve melhora importante na força dos membros inferiores e no equilíbrio, pois agora ela consegue subir e descer escadas sozinha e com mais tranquilidade. Quando indagada se gosta da fisioterapia, respondeu que gosta muito porque ajuda a criança a melhorar. Disse que faz exercícios de alongamento com a filha em casa e agora quer aprender outros para fazer. Em relação à terapia na cama elástica disse que achou muito boa porque

antes, realmente, a criança não tinha força nos membros inferiores e agora tem. A professora referiu melhora nas atividades durante a educação física e quando brinca com os amigos na escola, pois está mais forte.

Já a criança respondeu que notou melhora no subir e descer escadas e para brincar, mas que não gostou da fisioterapia porque tinha que acordar cedo e cansava de fazer os exercícios. Porém, no início, quando ia com o pai, relatou gostar porque assim podia ficar mais tempo com ele, já que mora com a mãe.

Abaixo estão algumas fotos das crianças realizando atividades que apresentaram mudanças com a terapia. Estas foram tiradas depois de concluído o trabalho.



Sujeito 1 – Caminhando



Sujeito 1 –

Brincando



Sujeito 1 – Subindo e descendo escadas



Sujeito 2 – Caminhando



Sujeito 2 – Descendo escadas

Foi muito interessante trabalhar com estas duas crianças, uma vez que, pode-se perceber a capacidade que elas têm, apesar de apresentarem dificuldades motoras, de sonhar e lutar por aquilo que julgam importante em suas vidas. Assim como é bom ver que os pais se preocupam em dar tudo de si e procuram sempre o melhor para suas filhas, objetivando melhorar a qualidade de vida e realizar o sonho de vê-las independentes na vida adulta.

Nós, enquanto pesquisadores, procuramos dados puramente quantitativos, que provem por “a mais b” que nossa terapia promove resultados eficazes. Com isso, deixamos para trás dados subjetivos que podem nos ajudar a compreender alguns processos, mas também, e o que julgo mais importante, nos mostram que nossa terapia modifica a rotina de nossos pacientes, cria uma relação de confiança, de respeito e de amizade. E, acima de tudo, nos fazem ver que por trás de uma dificuldade motora existe uma pessoa que sente e que procura incansavelmente ser aceita dentro da sociedade. Que não é uma máquina que precisa ser regulada, mas sim, um ser humano que precisa ser bem cuidado.

A nova proposta implantada com este estudo visou, sim, promover melhoras quantificáveis, mas além disso, mostrou-se fundamental por modificar a vida diária destas crianças e promover um ambiente diferenciado para quem necessita de longos períodos de tratamento.



## VII CONSIDERAÇÕES FINAIS

---

Neste estudo analisou-se o equilíbrio e sua influência sobre a mobilidade em portadores de paralisia cerebral diplégica. A partir da análise dos resultados obtidos e considerando as limitações do estudo, chegou-se às seguintes conclusões:

- Não houve um aumento significativo dos escores de equilíbrio e mobilidade para ambos os sujeitos, apesar da análise subjetiva ter indicado certa melhora, pois o treino de reações de equilíbrio leva a uma melhora na capacidade de estabilização;

- Os dois sujeitos apresentaram um aumento na força muscular e, principalmente, na resistência muscular localizada, observado através de dados quantitativos e segundo informações das mães, das professoras e dos próprios sujeitos. Isto resultou em uma melhora na atividade de subir e descer escadas, pois conforme a literatura, o ato de pular se assemelha a esta atividade;

- Somente o Sujeito 2 apresentou melhora na capacidade funcional, demonstrada através do aumento da distância por ele percorrida;

- Quanto aos parâmetros espaciais da marcha, o Sujeito 1 apresentou uma simetria de passos. As variações no comprimento da passada para ambos os sujeitos indicam que o treino na cama elástica

não melhora o comprimento do passo. Quanto ao ângulo dos pés, os dados podem ser considerados não conclusivos, pois dependem de outros fatores;

- Quanto aos parâmetros temporais da marcha, o Sujeito 1 apresentou uma pequena variação para os valores da cadência e uma diminuição da velocidade. Já o Sujeito 2 teve um aumento destas duas variáveis. A velocidade dos dois sujeitos pode ser classificada como adequada, considerando a diplegia;

- Houve uma relação diretamente proporcional entre equilíbrio e o comprimento do passo, considerando os valores finais, e uma relação inversamente proporcional entre equilíbrio e largura da base de apoio.

Portanto, o uso da cama elástica para treino do equilíbrio provocou variações nesta variável, bem como na força e resistência muscular, e na marcha, mostrando-se eficaz para trabalhar a capacidade de subir e descer escadas dos sujeitos estudados.

Ao término deste estudo, confirmamos a importância de se trabalhar as reações de equilíbrio para uma melhora das atividades funcionais, como a marcha e travessia de escadas e registrar, através de dados quantitativos, os déficits e progressos, para que, a partir disso, programas terapêuticos eficientes e em ambientes diferenciados passem a ser adotados no tratamento destes pacientes.



## VIII BIBLIOGRAFIA

---

ABEL, M. F.; DAMIANO D. L. Strategies for increasing walking speed in diplegic cerebral palsy. *J Pediatr Orthop* 1996; 16(6): 753-758.

ANDRADE, M .P. *Paralisia cerebral*. Disponível em: <<http://www.defnet.org.br>>. Acesso em: 10 set. 2003.

ANDRADE, M. S. GIULIANO, Y. PITTETI, K. H., MELLO, M. T., TUFIK, S., NEDER, J. A., SILVA, A. C. SHINZATO, G. T. A força cinética dos atletas paraolímpicos com paralisia cerebral: um estudo comparativo. *O Mundo da Saúde*- São Paulo, ano 22 v.22 n.4 Jul/Ago. 1998.

AMADIO, A. C. (Coord.) Introdução aos fundamentos da biomecânica. In: AMADIO, A. C. *Fundamentos biomecânicos para a análise do movimento humano*. São Paulo: Laboratório de Biomecânica/EEFUSP, 1996. 162p.

ARAÚJO, M. J. *Voar cada vez mais alto*. Disponível em: <<http://www.forum.pt/article>>. Acesso em 12 jul. 2004.

AYRES, A. J. *Sensory Integration an the child*. 20. ed. Los Angeles, Western Psychological Services, 1995.

BAUMANN, W. Métodos de medição e campos de aplicação da biomecânica: estado de arte e perspectiva. In: VI Congresso Brasileiro de Biomecânica, 1995a, Brasília, *Anais*. Brasília: SBB, 1995a.

BOBATH, K. *Uma base neurofisiológica para o tratamento da paralisia cerebral*. 2. ed, São Paulo: Editora Manole, 1984. 110p.

\_\_\_\_\_. *A deficiência motora em pacientes com paralisia cerebral*. São Paulo: Manole, 1989. 94p.

BOBATH, B & BOBATH, K. *Desenvolvimento motor nos diferentes tipos de paralisia cerebral*. São Paulo: Manole, 1989. 123p.

BONAMIGO, E. C. B. *A busca da autonomia motora através da terapêutica em contexto: um estudo da influencia do suporte de peso corporal sobre o desempenho na marcha de diplégicos*. 2002. 180f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Movimento Humano) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

BRAGA, L. V. *Cognição e paralisia cerebral*. Brasília: Sarah Letras, 1995.

BRUNIERA, C. A. V. & AMADIO, C. A. Análise da força de reação do solo para o andar e correr com adultos normais do sexo masculino durante a fase de apoio. In: V Congresso Brasileiro de Biomecânica, 1993, Santa Maria. RS. *Anais*. Santa Maria: SBB, 1993. p. 19-24.

BURNS, Y. R. & MACDONALD, J. *Physiotherapy and growing child*. London: W. B. Saunders, 1996. 516p.

BUTLER, P. A preliminary report on the effectiveness of trunk targeting in achieving independent sitting balance in children with cerebral palsy. *Clin Rehabil*. 12(4): 281-93, 1998.

CARVALHO, A. A. *Semiologia em reabilitação*. São Paulo: Atheneu, 1994. 385p.

CARNAVAL, P. E. *Medidas e avaliação em ciências do esporte*. 2. ed. Rio de Janeiro: Sprint, 1997.

CASALIS, M. E. P. *Reabilitação/Espasticidade*. Rio de Janeiro: Atheneu, 1990.

CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE GINÁSTICA. *Trampolim*. Disponível em: <<http://www.cbginastica.com.br>>. Acesso em: 12 jul.2004.

CHERNG, R. J., SU, F. C., CHEN, J. J., KUAN, T. S. Desempenho do equilíbrio estático em crianças com diplegia espástica sob ambientes sensoriais alterados. *J Phis Méd Rehabil*; 78(4): 336-43, 1999.

DADALT, D.; MONTENTIRO C. & GRANER, M. L. *Terapia de integração sensorial na paralisia cerebral: aplicação e apresentação de equipamentos suspensos*. Disponível em: <<http://www.fisioterapia.com.br/publicacoes>>. Acesso em: 10 out. 2003.

DAVID, A. C. *Aspectos biomecânicos do andar em crianças: cinemática e cinética*. 2000. 142f. Tese (Doutorado em Ciências do Movimento Humano) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2000.

DAVIES, P. *Passos a seguir: um manual para o tratamento da hemiplegia no adulto*. 1. ed. São Paulo: Manole, 1996. 314p.

DIAMENT, A. Encefalopatias crônicas da infância (Paralisia cerebral). In: DIAMENT, A. & CYPEL. *Neurologia infantil*. 3 ed. São Paulo: Atheneu, 1996. cap. 54, p. 781-798.

ECKERT, H. M. *Desenvolvimento motor*. 3. ed. São Paulo: Manole, 1993. 490p.

EDWARDS, S. *Fisioterapia neurológica: uma abordagem centrada na resolução de problemas*. Porto Alegre: Artmed, 1999. 224p.

FERRARETTO, I.; SOUZA, A. M. C. & MACHADO, P. O. *Paralisia cerebral*. Disponível em: <<http://www.abpc.org>>. Acesso em: 21 ago. 2002.

FILIPPIN, N. T. *Análise do comportamento das variáveis dinâmicas da marcha em portadores de paralisia cerebral dipléica*. 2003. 90f. Monografia (Graduação em Fisioterapia) – Universidade de Cruz Alta, Cruz Alta, 2003.

FINNIE, N. R. *O manuseio em casa da criança com paralisia cerebral*. 3. ed. São Paulo: Manole, 2000. 314p.

GOMES, J. P. Paralisia Cerebral. In: LIANZA, S. *Medicina de Reabilitação*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1985. cap. 20, p. 281-298.

GUYTON, A. C. *Tratado de fisiologia médica*. 9. ed. Rio de Janeiro, Interamericana, 1997. 1014p.

HAMILL, J. & KNUTZEN, K. M. *Bases biomecânicas do movimento humano*. São Paulo: Manole, 1999. 532p.

HURVITZ, E. A. Paralisia Cerebral. In: O'YOUNG, B; YOUNG, M. A. & STIENS, S. A. *Segredos em medicina física e de reabilitação*. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000. cap. 25, p. 489-495.

INMAN, V. T.; RALSTON, H. J. & TODD, F. Locomoção humana. In: ROSE, J. & GAMBLE, J. G. (eds): *Marcha Humana*. 2. ed. São Paulo: Editorial Premier, 1998. cap. 1, p.1-21.

ISHIDA, R. S. Nomenclatura em análise de marcha. In: SAAD, M & BATTISTELLA, L. R. *Análise de marcha*. São Paulo: Lemos Editorial, 1997. cap. 1, p. 17-24.

KANDEL, E. R.; SCHWARZ, J.H. & JESSEL, T. M. *Principles of neural science*. Elsevier, 1991.

KISNER, C & COLBY, L. A. *Exercícios terapêuticos: fundamentos e técnicas*. 3. ed. São Paulo: Manole, 1998. 708p.

KOTTKE, F.J.; STILLWELL, G. K. & LEHMANN, J. F. *Krusen: Tratado de medicina física e reabilitação*. 3. ed. São Paulo: Manole,

1984.1060p.

LEVITT, S. *O tratamento da Paralisia Cerebral e do retardo motor*. 3. ed. São Paulo, Manole, 2001. 286p.

LOBO DA COSTA, P. H. *Abordagem biomecânica da locomoção: parâmetros da função coordenativa em crianças durante o subir e descer escadas e o andar no plano*. 1995. 112f. Dissertação (Mestrado Escola de Educação Física) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

MAISSON, J. *Movement, posture and equilibrium: interaction and coordination*. *Progress in Neurobiology* 38, 1992. p. 35-36.

MALYSZ, T. *Análise do comportamento cinemático da marcha de um paciente portador de diplegia espástica submetido a tratamento fisioterapêutico*. 1998. 110f. Monografia (Conclusão de Curso de Fisioterapia) – Universidade do Estado de Santa de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

MANACERO, S. *Curso Neuroevolutivo – Conceito Bobath*. Comunicação oral. Porto Alegre, junho de 1998.

MOREIRA, P. R. *Avaliação da Capacidade Física de Pacientes em Hemodiálise*. 1997. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

MURARO, C. F. & RIGOTTI, M. *Reeducação das reações de equilíbrio no paralisado cerebral – um estudo de caso*. 2002. 60f. Monografia (Conclusão de Curso de Fisioterapia) – Universidade de Cruz Alta, Cruz Alta, 2002.

NICOL, A. C. Saltar. In: DURWARD, B. R., BAER, G. D. & ROWE, P. J. *Movimento funcional humano: mensuração e análise*. São Paulo: Manole, 2001. cap. 9, p. 135-145.

NORKIN, C. Análise da marcha. In: SCHIMITZ, T. J. & O'SULLIVAN, S. B. *Fisioterapia – avaliação e tratamento*. 2. ed. São Paulo: Manole, 1993. cap. 10, p. 225-249.

RATLIFFE, K. T. *Clinical pediatric physical therapy: a guide for the physical therapy team*. St. Louis: Mosby, 1998. 451p.

REBELATTO, J. R. & BOTOMÉ, S. P. *Fisioterapia no Brasil*. 2. ed. São Paulo: Manole, 1999. 309p.

ROSE, J.; WOLFF, D.; JONES, V.; BLOCH, D.; OEHLERT, J. & GAMBLE, J. Postural balance in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 44(1): 58-63, 2002.

SALTER, R. B. *Distúrbios e lesões do sistema músculo-esquelético*. 2. ed. Rio de Janeiro: Medsi, 1985. 556p.

SANTOS, J. & FILHO, J. *Manual de ginástica olímpica (ginástica artística)*. 2. ed. Rio de Janeiro: Sprint, 1986. 216p.

SCHINDL, M. R; FORSTNER, C.; KERN, H.; HESSE, S. Treadmill training with partial body weight support in nonambulatory patients with cerebral palsy. *Narch Phys Med Rehabil*, 2000; 81: 301-6.

SELBER, P. R. P. & OLIVEIRA, F. P. Instrumentação em cinemática. In: SAAD, M. & BATISTELLA, L. R. *Análise da marcha*. Manual do CAMO-SBMFR. São Paulo: Lemos, 1997. cap. 4, p. 47-52.

SHANKMAN, G. A. *Fundamental Orthopedic Management for the Physical Therapist Assistant*. St. Louis: Mosby, 1997. 336p.

SHEPHERD, R. B. *Fisioterapia em pediatria*. 3. ed. São Paulo: Santos, 1996. 421p.

SHUMWAY-COOK, A. & WOOLLACOTT, M. H. *Controle motor: teoria e aplicações práticas*. 2. ed. São Paulo: Manole, 2003. 610p.

SIMÃO, R. *Saúde e qualidade de vida*. São Paulo: Phorte, 2004. 208p.

SMITH, L. K., WEISS, E. L. & LEHMKUHL, L. D. *Cinesiologia clínica de Brusntromm*. 5. ed. São Paulo: Manole, 1997. 538p.

SOBRINHO, J. V.; SATO, J. E. & RANGEL, J. A. Paralisia cerebral. In: BRUSCHINI, S. *Ortopedia pediátrica*. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 1998. cap. 25, p. 172-185.

STOKES, M. *Neurologia para fisioterapeutas*. São Paulo: Premier, 2000.

STYER-ACEVEDO, J. Fisioterapia para crianças com paralisia cerebral. In: TECKLIN, J. S. *Fisioterapia pediátrica*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2002. p. 90-140.

SUTHERLAND, D. H., OLSHEN, R. A., BIDEN, E. N. & WYATT, M. P. *The development of mature walking*. Oxford, Mac Keiter, 1988.

TELLINI, G. G. & SAAD, M. Biomecânica da marcha normal. In: SAAD, M & BATTISTELLA, L. R. *Análise de Marcha*. São Paulo: Lemos Editorial, 1997. cap. 8, p. 91-108.

TACHDJIAN, M. O. *Ortopedia pediátrica*. 2. ed. São Paulo: Manole, 1995. V. 3. p. 1605-1705.

UMPHRED, D. A. *Fisioterapia neurológica*. São Paulo: Manole, 1994. 876p.

VAN DER HEIDE, J.; BEEGER, C.; FOCK, J.; OTTEN, B.; STREMMELAAR, E. & HADDERS-ALGRA, M. Postural control during reaching in preterm children with cerebral palsy. *Dev. Med. Child Neurol.* 46(4):253-66, 2004.

VIEL, E. (Coord.) *A marcha humana, a corrida e o salto: biomecânica, investigações, normas e disfunções*. São Paulo: Manole, 2001. 291p.

VISITIN, M.; BARBEAU, H. The effects of body weight support on the locomotor pattern of spastic paretic patients. *Can. J. Neurol. Sci.* 1989; 16: 315-325.

WEERDT, W. D. & SPAEPEN, A. Equilíbrio. In: DURWARD, B. R., BAER, G. D. & ROWE, P. J. *Movimento funcional humano: mensuração e análise*. São Paulo: Manole, 2001. cap. 13, p. 203-217.

WALL, J. C. Marcha. In: DURWARD, B. R.; BAER, G. D. & ROWE, P. J. *Movimento funcional humano*. São Paulo: Manole, 2001. cap. 6, p. 94-105.

WINTER, D. A. *The biomechanics and motor control of human gait: normal, elderly and pathological*. University of Waterloo Press, Waterloo, 2<sup>a</sup> ed., 1991.

**ANEXOS**

---

## ANEXO I

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

As informações contidas neste, foram fornecidas pela autora da pesquisa, Nadiesca Taisa Filippin, objetivando formar acordo por escrito, mediante o qual o responsável pela criança autoriza a participação, com pleno conhecimento da natureza dos procedimentos aos quais o seu (a) filho (a) será submetido, com livre arbítrio e sem coação.

1. Título do estudo: O equilíbrio na paralisia cerebral: estudo da influência da instabilidade ambiental na mobilidade.
2. Objetivo principal: Analisar o efeito de um programa terapêutico desenvolvido em uma cama elástica com estabilização do corpo sobre o equilíbrio e mobilidade em portadores de paralisia cerebral diplégica.
3. Justificativa: A idéia de treinar o equilíbrio de paralisados cerebrais diplégicos em uma cama elástica, com estabilização do tronco através de colete, baseia-se no fato de que a criança aprende sentindo e também repetindo, portanto, quanto mais suas reações posturais são exigidas, mais rápido ela aprenderá realizar ajustes para manter o equilíbrio e possivelmente melhorar a deambulação e realizar suas atividades diárias.
4. Procedimento: Primeiramente serão realizadas avaliações para se obter informações a cerca dos participantes do estudo (dados de identificação, testes de equilíbrio, identificação de deformidades, avaliação da força muscular, plantimetria, filmagem da marcha, teste de caminhada de 6 minutos, capacidade de ambulação funcional (CAF), questionamentos dos pais e dos indivíduos), as quais servirão para a comparação do pré e pós-programa de treinamento. Posteriormente, este programa, que deve ter a duração de oito semanas, com três períodos semanais, consiste em realizar um treino lúdico na cama elástica com o uso de um colete para estabilização do tronco, criando um ambiente instável para trabalho de equilíbrio.
5. Desconfortos e riscos esperados: não existe risco e desconfortos previsíveis, os dados obtidos serão sigilosos e o participante não será identificado sob nenhuma hipótese. Ainda, a qualquer momento, o participante poderá retirar-se da pesquisa.

Nome do participante \_\_\_\_\_  
Nome do responsável \_\_\_\_\_  
Assinatura \_\_\_\_\_  
Santa Maria, \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_\_

### CONSENTIMENTO PARA FOTOGRAFIAS, VÍDEOS E GRAVAÇÕES

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

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

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

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

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

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

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

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

Equipe de pesquisadores:

Nomes: \_\_\_\_\_

Data e Local onde será realizado o projeto: \_\_\_\_\_

## ANEXO A

### AVALIAÇÃO NEUROLÓGICA

Nome: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_  
Data de nascimento: \_\_/\_\_/\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_ Escolaridade: \_\_\_\_\_  
Data de Avaliação: \_\_/\_\_/\_\_ Diagnóstico: \_\_\_\_\_  
Gravidade: \_\_\_\_\_ Etiologia: \_\_\_\_\_  
Correções cirúrgicas (data/musculatura): \_\_\_\_\_

Idade de Aquisição: \_\_\_\_\_

Controle Cervical: \_\_\_\_\_ Sentado: \_\_\_\_\_ Gatos: \_\_\_\_\_

Em Pé: \_\_\_\_\_ Marcha com Apoio: \_\_\_\_\_ Marcha sem  
Apoio: \_\_\_\_\_

Tempo \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ Fisioterapia: \_\_\_\_\_

Peso: \_\_\_\_\_ Altura: \_\_\_\_\_ Largura da pelve: \_\_\_\_\_  
Comprimento de MMII: D: \_\_\_\_\_ E: \_\_\_\_\_

Deformidades:

a) DIC: Rápido: \_\_\_\_\_ Lento: \_\_\_\_\_

b) Thomas: D: \_\_\_\_\_ E: \_\_\_\_\_

c) Ângulo poplíteo: D: \_\_\_\_\_ E: \_\_\_\_\_

d) Dorsiflexão: D: Fl. \_\_\_\_\_ Ext. \_\_\_\_\_ E: Fl. \_\_\_\_\_ Ext. \_\_\_\_\_

## ANEXO B

### AVALIAÇÃO DA MOBILIDADE ORIENTADA AO DESEMPENHO

#### 1. Teste do equilíbrio

Instruções iniciais: o indivíduo fica sentado em uma cadeira rígida e sem braços.

As seguintes manobras são testadas:

1. Equilíbrio sentado \_\_\_\_\_

Inclina-se ou desliza na cadeira = 0

Estável, seguro = 1

2. Erguer o corpo \_\_\_\_\_

Incapaz sem ajuda = 0

Capaz, usa os braços para ajudar = 1

Capaz sem usar os braços = 2

3. Tentativas de erguer-se \_\_\_\_\_

Incapaz sem ajuda = 0

Capaz, precisa de mais de uma tentativa = 1

Capaz de se erguer na primeira tentativa = 2

4. Equilíbrio imediato na postura vertical \_\_\_\_\_

Instável (cambaleia, move os pés, inclina o tronco) = 0

Estável, mas usa o andador ou outro tipo de apoio = 1

Estável sem usar o andador ou outro tipo de apoio = 2

5. Equilíbrio na postura vertical \_\_\_\_\_

Instável = 0

Estável, mas a postura é larga (calcanhares medias separados em mais de 10 cm) e usa uma bengala ou outro tipo de apoio = 1

Postura estreita e estável sem apoio = 2

6. Empurrar (indivíduo em posição máxima com os pés o mais junto possível; o examinador empurra ligeiramente o esterno do indivíduo, com a palma da mão, 3 vezes) \_\_\_\_\_

Começa a cair = 0

Cambaleia, segura-se, consegue manter o equilíbrio = 1

Estável = 2

7. Olhos fechados (na posição máxima n.º 6) \_\_\_\_\_

Instável = 0

Estável = 1

8. Giro em 360° \_\_\_\_\_

Passos contínuos = 0

Passos interrompidos = 1

Passos instáveis (segura-se, cambaleia) = 2

9. Sentado \_\_\_\_\_

Inseguro (julga incorretamente a distância e cai na cadeira) = 0

Usa os braços ou não, em um movimento suave = 1

Seguro, movimento suave = 2

**Pontuação do equilíbrio:** \_\_\_\_\_/16

## 2. Testes do andar

Instruções iniciais: o indivíduo fica em pé junto com o examinador, anda por um corredor ou atravessa a sala, primeiro em ritmo usual, depois volta em um ritmo rápido, mas seguro (acessórios usuais para o andar).

10. Início do andar (imediatamente após o sinal para começar) \_\_\_\_\_

Hesitação ou tentativas múltiplas de começar = 0

Ausência de hesitação = 1

11. Altura e comprimento do passo \_\_\_\_\_

A. Balanço do pé direito

Não ultrapassa o pé esquerdo com um passo = 0

Ultrapassa o pé esquerdo = 1

O pé direito não sai completamente do chão durante o passo = 0

O pé direito sai completamente do chão = 1

B. Balanço do pé esquerdo

Não ultrapassa o pé direito com um passo = 0

Ultrapassa o pé direito = 1

O pé esquerdo não sai completamente do chão durante o passo = 0

O pé esquerdo sai completamente do chão = 1

12. Simetria do passo \_\_\_\_\_

O comprimento dos passos direito e esquerdo não é igual (estimativa) = 0

**O comprimento dos passos direito e esquerdo parece igual = 1**

13. Continuidade do passo \_\_\_\_\_

Paradas e interrupções entre os passos = 0

Os passos parecem contínuos = 1

14. Trajetória (estimada em relação às lajotas do chão, com 30 cm de diâmetro; observar a excursão de 30 cm em cerca de 3 m do percurso)

Desvio acentuado = 0

Desvio brando a moderado ou uso de acessórios para o andar = 1

Linha reta, sem acessório para andar = 2

15. Tronco \_\_\_\_\_

Inclinação acentuada ou uso de acessório para andar = 0

Sem inclinação, as flexiona os joelhos, tem dor nas costas ou abre os braços enquanto anda = 1

Sem inclinação, sem flexão dos joelhos, sem uso dos braços, sem acessório = 2

16. Largura do passo \_\_\_\_\_

Calcanhares separados = 0

Os calcanhares quase se tocam durante a marcha = 1

**Pontuação no andar:** \_\_\_\_\_/12

Pontuação no equilíbrio e no andar: \_\_\_\_\_/28

TINETTI, M. "Performance-oriented assessment of mobility problems in elderly patients". *J Am Geriatr Soc* 1986; 34:119-126.

#### **ANEXO D**

#### **CAPACIDADE DE AMBULAÇÃO FUNCIONAL (CAF) (SCHINDL *et al*, 2000)**

##### **Níveis:**

- (0) - paciente que não pode caminhar ou necessita a ajuda de duas ou mais pessoas.**
- (1) – descreve um paciente que necessita suporte contínuo de uma pessoa mantendo o peso e equilíbrio**
- (2) – descreve um paciente que é dependente de contínuo ou intermitente suporte de uma pessoa para ajudar com o equilíbrio ou coordenação.**
- (3) - descreve um paciente que necessita apenas supervisão verbal.**
- (4) – requer ajuda em degraus e superfícies irregulares,**
- (5) – descreve um paciente que pode caminhar independentemente a qualquer lugar.**

Obs: SCHINDL *et alli*.(2000) testou em um percurso de 20 metros.

## ANEXO C

### TESTE DE EQUILÍBRIO DE BERG BERG, K. (1993)

#### 1. Sentado para postura vertical

**Instruções:** Use uma cadeira com braços. Estando o paciente sentado, peça para que se levante e fique em pé. Se ele se levantar usando os braços da cadeira, peça que tente levantar-se sem usar as mãos, se possível.

**Pontuação:** Por favor, marque a alternativa a que o resultado se aplica.

- (4) Capaz de ficar em pé, não usa as mãos e a estabilidade é independente
- (3) Capaz de ficar em pé independentemente, usando as mãos
- (2) Capaz de ficar em pé usando as mãos depois de várias tentativas
- (1) Precisa de uma mínima ajuda para ficar em pé ou se estabilizar
- (0) Precisa de uma ajuda moderada ou máxima para ficar em pé

#### 2. Ficar em pé sem se apoiar

**Instruções:** Peça ao paciente ficar em pé durante 2 minutos, sem se segurar em nenhum apoio externo.

**Pontuação:** Por favor, marque a alternativa a que o resultado se aplica.

- (4) Capaz de ficar em pé com segurança por 2 minutos
- (3) Capaz de ficar em pé por 2 minutos com supervisão
- (2) Capaz de ficar em pé por 30 segundos sem se apoiar
- (1) Precisa de várias tentativas para ficar em pé por 30 segundos sem se apoiar
- (0) Incapaz de ficar em pé por 30 segundos sem ajuda

**SE O INDIVÍDUO CONSEGUIR FICAR EM PÉ POR 2 MINUTOS COM SEGURANÇA, MARQUE A PONTUAÇÃO MÁXIMA NOS EXERCÍCIOS DE FICAR SENTADO SEM APOIO, PROSSIGA PARA A MUDANÇA DE POSIÇÃO VERTICAL PARA A SENTADA.**

#### 3. Ficar sentado sem se apoiar, pés no chão

**Instruções:** Peça ao paciente sentar-se com os braços cruzados durante 2 minutos.

**Pontuação:** Por favor, marque a alternativa a que o resultado se aplica.

- (4) Capaz de ficar sentado com segurança por 2 minutos
- (3) Capaz de ficar sentado por 2 minutos com supervisão
- (2) Capaz de ficar sentado por 30 segundos
- (1) Capaz de ficar sentado por 10 segundos

(0) Incapaz de ficar sentado sem apoiar-se por 10 segundos

#### **4. Ficar em pé e depois se sentar**

**Instruções:** Peça ao paciente sentar-se.

**Pontuação:** Por favor, marque a alternativa a que o resultado se aplica.

(4) Senta-se com segurança, com o uso mínimo das mãos

(3) Controla a descida usando as mãos

(2) Usa a parte posterior das pernas contra a cadeira para controlar a descida

(1) Senta-se independentemente, mas com uma descida descontrolada

(0) Precisa de ajuda para sentar

#### **5. Transferências**

**Instruções:** Peça ao paciente andar de uma cadeira (use uma cadeira com braços) para outra (sem braços) e depois voltar.

**Pontuação:** Por favor, marque a alternativa a que o resultado se aplica.

(4) Consegue transferir-se com segurança, com o uso mínimo das mãos

(3) Consegue transferir-se com segurança, com necessidade evidente de apoiar-se com as mãos

(2) Consegue transferir-se com dicas verbais e/ou supervisão

(1) Precisa de um indivíduo para ajudá-lo

(0) Precisa de duas pessoas para ajudá-lo, ou de supervisão para sentir-se seguro

#### **6. Ficar em pé sem apoio, com os olhos fechados**

**Instruções:** Peça ao paciente fechar os olhos e ficar imóvel em pé durante 10 segundos

**Pontuação:** Por favor, marque a alternativa a que o resultado se aplica.

(4) Consegue ficar em pé por 10 segundos com segurança

(3) Consegue ficar em pé por 10 segundos, com supervisão

(2) Consegue ficar em pé por 3 segundos

(1) Incapaz de manter os olhos fechados por 3 segundos, mas fica estável

(0) Precisa de ajuda para não cair

#### **7. Ficar em pé sem ajuda, com os pés juntos**

**Instruções:** Peça ao paciente juntar os pés e ficar em pé sem se apoiar em nenhum apoio externo.

**Pontuação:** Por favor, marque a alternativa a que o resultado se aplica.

(4) Capaz de juntar os pés sem ajuda, e ficar em pé por 1 minuto com segurança

(3) Capaz de juntar os pés sem ajuda, e ficar em pé por 1 minuto com supervisão

(2) Capaz de juntar os pés sem ajuda, mas incapaz de manter a posição por 30 segundos

(1) Precisa de ajuda para chegar à posição, mas consegue ficar em pé por 15 segundos com os pés juntos

(0) Precisa de ajuda para chegar à posição e é incapaz de mantê-la por 15 segundos

### **OS ITENS A SEGUIR DEVEM SER EXECUTADOS COM O PACIENTE EM PÉ SEM SE APOIAR**

#### **8. Alongar-se para frente, com o braço esticado**

**Instruções:** Peça ao paciente que erga o braço a 90°. Alongue os dedos e estique o corpo para frente o máximo que puder. O examinador deve colocar uma régua nas pontas dos dedos, quando o braço estiver a 90°. Eles não devem tocar a régua quando o paciente inclina o corpo para frente. A medida registrada é a distância que os dedos atingem quando o indivíduo está na posição máxima de inclinação para frente.

**Pontuação:** Por favor, marque a alternativa a que o resultado se aplica.

- (4) Consegue alcançar com confiança mais de 25 cm
- (3) Consegue alcançar com confiança mais de 10 cm
- (2) Consegue alcançar com confiança mais de 5 cm
- (1) Inclina o tronco para frente, mas precisa de supervisão
- (0) Precisa de ajuda para não cair

### **9. Pegar objetos do chão**

**Instruções:** Peça ao paciente pegar o sapato/chinelo colocado na frente dos seus pés

**Pontuação:** Por favor, marque a alternativa a que o resultado se aplica.

- (4) Consegue pegar o chinelo com segurança e facilidade
- (3) Consegue pegar o chinelo, mas precisa de supervisão
- (2) Incapaz de pegar, mas chega a 2,5 ou 5 cm do chinelo e mantém o equilíbrio sem apoio/ajuda
- (1) Incapaz de pegar e precisa de supervisão enquanto tenta
- (0) Incapaz de tentar; precisa de ajuda para não cair

### **10. Virar par olhar para trás/sobre os ombros direito e esquerdo**

**Instruções:** Peça ao paciente virar e olhar para trás, sobre o ombro esquerdo. Repetir com o direito.

**Pontuação:** Por favor, marque a alternativa a que o resultado se aplica.

- (4) Olha para trás para ambos os lados e desloca bem o peso do corpo
- (3) Olha para apenas um lado, para o outro, mostra menos deslocamento do peso
- (2) Vira apenas para os lados, mas consegue manter o equilíbrio
- (1) Precisa de ajuda enquanto vira
- (0) Precisa de ajuda para não cair

### **11. Girar 360°**

**Instruções:** Peça ao paciente girar, fazendo uma volta completa. Faça uma pausa. Em seguida, peça para executar outra volta completa na direção oposta.

**Pontuação:** Por favor, marque a alternativa a que o resultado se aplica.

- (4) Capaz de girar 360° com segurança, em menos de 4 segundos para cada lado
- (3) Capaz de girar 360° com segurança para um dos lados em menos de 4 segundos
- (2) Capaz de girar 360° com segurança, mas lentamente
- (1) Precisa de supervisão ou dicas verbais
- (0) Precisa de ajuda enquanto gira

### **12. Contar o número de vezes em que pisa em uma banqueta**

**Instruções:** Peça ao paciente colocar cada um dos pés alternadamente sobre a banqueta. Peça que ele continue, até que cada um deles tenha tocado a banqueta 4 vezes, formando um total de 8 passos.

**Pontuação:** Por favor, marque a alternativa a que o resultado se aplica.

- (4) Capaz de ficar em pé sem apoio e com segurança, e completar 8 passos dentro de 20 segundos
- (3) Capaz de ficar em pé sem apoio e completar os 8 passos em menos de 20 segundos
- (2) Capaz de completar 4 passos sem ajuda, com supervisão
- (1) Capaz de completar mais de 2 passos, mas precisa de ajuda mínima
- (0) Precisa de ajuda para não cair/incapaz de tentar

**13. Ficar em pé sem apoio, um dos pés à frente**

**Instruções:** (Demonstre ao paciente). Peça ao paciente colocar um dos pés diretamente na frente do outro. Se não conseguir coloca-lo diretamente na frente, peça para que tente dar o passo mais longo que conseguir à frente, de forma que o calcanhar de um dos pés fique na frente dos artelhos do outro.

**Pontuação:** Por favor, marque a alternativa a que o resultado se aplica.

- (4) Capaz de colocar o pé corretamente e sem ajuda e manter a posição por 30 segundos
- (3) Capaz de colocar o pé à frente do outro sem ajuda e manter a posição por 30 segundos
- (2) Capaz de dar um pequeno passo sem ajuda e manter a posição por 30 segundos
- (1) Precisa de ajuda para dar o passo, mas consegue manter a posição por 15 segundos
- (0) Perde o equilíbrio quando dá um passo à frente ou fica em pé

**14. Ficar em pé sobre apenas uma das pernas**

**Instruções:**

**Pontuação:** Por favor, marque a alternativa a que o resultado se aplica.

- (4) Consegue erguer a perna sem ajuda e manter a posição por mais de 10 segundos
- (3) Consegue erguer a perna sem ajuda e manter a posição por 5-10 segundos
- (2) Consegue erguer a perna sem ajuda e manter a posição por mais de 3 segundos
- (1) Tenta erguer a perna; incapaz de manter a posição por 3 segundos, mas continua em pé sem apoio
- (0) Não consegue tentar ou precisa de ajuda para não cair

BERG, K. *Measuring balance in the elderly: validation of an instrument*. Dissertação. Montreal, Canadá, McGill University, 1993. In: **Controle Motor Pontuação Máxima: 56 pontos**

Nome - \_\_\_\_\_ Data - \_\_\_\_\_

## ANEXO E

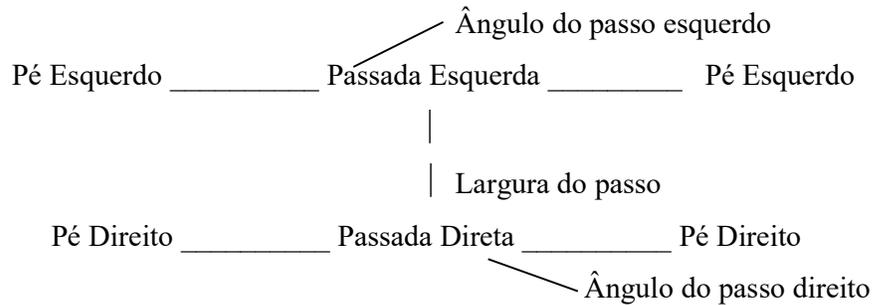
### PLANTIMETRIA (WALL, 2001)

**Extensão da passada: é a distância entre o ponto de contato do calcanhar até o próximo contato de calcanhar do mesmo pé.**

**Extensão do passo: é a distância de um pé na frente de outro, medido a partir do calcanhar.**

**Largura do passo: é o afastamento do pé em ângulos retos em relação à linha de progressão.**

**Ângulo do passo: é o alinhamento do pé quanto à linha de progressão.**



## ANEXO F

### TESTE DE CAMINHADA DE 6 MINUTOS

No teste de caminhada de 6 minutos o indivíduo deve percorrer uma distância, a qual deverá ser calculada a partir do número de voltas realizadas, no tempo estipulado, em um corredor demarcado para tal. O indivíduo percorrerá esta distância impondo seu próprio ritmo de passada. O avaliador deve estimulá-lo com palavras de encorajamento, e também o orientado para continuar o teste de uma maneira homogênea, mantendo sempre o mesmo ritmo.

Os critérios de intensidade que serão avaliados são a frequência cardíaca (FC) e a tensão arterial (TA) e a Escala Subjetiva de Borg. As aferições de TA e FC serão imediatamente após a chegada do indivíduo e ao final do teste. O paciente deve ser informado do que poderá sentir, o que será critério para interrupção do teste.

Serão realizados no mínimo 2 testes com cada indivíduo, valorizando o que for de maior distância.

Data	Horário	Condições do tempo	Solo	Temperatura	Cronômetro	Resultado (m)

<b>ANEXO G</b>
----------------

**TESTE DE FORÇA MUSCULAR (MOREIRA, 1997)**

**TESTE DE SUBIR ESCADAS (Stair Climb)**

<b>1º. COMPONENTE</b>				
<b>ASSISTÊNCIA</b>				
Totalmente dependente (0)	Requer máxima assistência (1)	Requer moderada assistência (2)	Requer mínima assistência (3)	Não requer assistência (4)

<b>2º. COMPONENTE</b>	
<b>USO DO CORRIMÃO</b>	
Requer uso do corrimão (0)	Não requer uso do corrimão (1)

<b>3º. COMPONENTE</b>	
<b>ALTERNÂNCIA DE PASSOS</b>	
Não alterna passos (0)	Alterna passos (1)

**ESCORE TOTAL - \_\_\_\_\_**

## **ANEXO H**

### **TESTE DE RESISTÊNCIA MUSCULAR LOCALIZADA (MOREIRA, 1997)**

A resistência muscular envolve a capacidade de um músculo ou grupo muscular de repetir movimentos idênticos (dinâmicos) ou manter um certo grau de tensão por algum tempo (estático). Os três tipos de teste de resistência muscular são:

1. Dinâmico: repetições idênticas de um movimento são feitas por algum tempo, tais como nos testes de empurrar ou sentar.
2. Repetição Estática: por um número de vezes uma força igual a uma certa porcentagem da potência máxima ou do peso corpóreo é registrada sobre um aparelho de medida estática.
3. Estático cronometrado: a quantidade de tempo em que uma contração muscular é mantida, tal como no teste de flexão de braço.

Os testes sentar e levantar, e panturrilha utilizados nesta pesquisa quantificou o número de repetições alcançadas pelos sujeitos em 1(um) minuto, conforme proposto por MOREIRA (1997).

## ANEXO K

### PROGRAMA TERAPÊUTICO

**Período de 26/04 a 06/05** (duas semanas):

**Tempo total:** 40 minutos

- Mensuração da frequência cardíaca (FC) de repouso;
- Aquecimento: caminhada leve – 10 minutos;
- Trabalho na cama elástica – 20 minutos:
  - 1) pular com as pernas afastadas – 3 minutos;
  - 2) repouso (balanço) – 1 minuto;
  - 3) chutar – 3 minutos;
  - 4) repouso (bola) – 1 minuto;
  - 5) apoio unipodal – 3 minutos;
  - 6) repouso (balanço) – 1 minuto;
  - 7) pular e rodar para os lados – 3 minutos;
  - 8) repouso (bola) 1 minuto e;
  - 9) pular com os pés afastados – 3 minutos;
- Alongamento final de membros inferiores – 10 minutos.

**Período de 10/05 a 15/06** (seis semanas):

**Tempo total:** 50 minutos

- Mensuração da frequência cardíaca (FC) de repouso;
- Aquecimento: caminhada leve – 10 minutos;
- Trabalho na cama elástica – aproximadamente 30 minutos:
  - 1) pular com as pernas afastadas – 3 minutos;

- 2) repouso (balanço) – 1 minuto;
  - 3) chutar – 3 minutos;
  - 4) repouso (bola) – 1,5 minuto;
  - 5) apoio unipodal – 3 minutos;
  - 6) repouso (balanço) – 1 minuto;
  - 7) pular e rodar para os lados – 3 minutos;
  - 8) repouso (bola) – 1,5 minuto;
  - 9) pular com os pés juntos para frente e para trás – 3 minutos;
  - 10) repouso (balanço) – 1 minuto;
  - 11) pular abrindo e fechando as pernas – 3 minutos;
  - 12) repouso (bola) – 1,5 minuto;
  - 13) pular com as pernas afastadas – 3 minutos.
- Alongamento final de membros inferiores – 10 minutos.

**Fotos da avaliação/reavaliação**



Avaliação das deformidades



Avaliação das deformidades



Teste de equilíbrio



Testes de equilíbrio





Teste da panturrilha



Teste do sentar-levantar



Teste de força



Plantimetria



Teste de caminhada de 6 minutos



## ANEXO J

## FOTOS

### Fotos do Treinamento - HSVP



Sujeito 1



Sujeito 2

### Fotos do Programa Terapêutico



Sala de treinamento



Cama elástica



Cordas elásticas



Colete



Sujeito 2  
Aquecimento



Sujeito 1  
Colocação do colete



Estática – anterior



Sujeito 2  
Estática – lateral



Estática - posterior



Sujeito 1  
Pulando com pernas afastadas



Sujeito 2



Sujeito 1  
Chutar



Sujeito 2



Sujeito 1

Chutar



Sujeito 2

Apoio unipodal



Sujeito 1

Apoio unipodal



Sujeito 2

Pular e rodar p/ lados



Sujeito 2



Pular e rodar p/ lados



Sujeito 1  
Pular p/ frente e  
p/ trás



Pular - abrir e fechar  
as pernas



Sujeito 1  
Preparação - repouso



Sujeito 2  
Repouso - balanço



Repouso - bola



Sujeito 1  
Alongamento final