

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA**

**CONTROLE POSTURAL E ATIVIDADE SENTADO PARA DE
PÉ EM CRIANÇAS**

Fevereiro de 2012

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE**

**CONTROLE POSTURAL E ATIVIDADE SENTADO PARA DE
PÉ EM CRIANÇAS**

Silvia Leticia Pavão

Orientadora: Nelci Adriana Cicuto Ferreira Rocha

**Dissertação de Mestrado apresentada
ao Programa de Pós Graduação em
Fisioterapia da Universidade Federal
de São Carlos para obtenção do título
de Mestre em Fisioterapia, área de
concentração: Processos de Avaliação
e Intervenção em Fisioterapia.**

São Carlos

2012

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

P337cp

Pavão, Silvia Leticia.

Controle postural e atividade sentado para de pé em crianças / Silvia Leticia Pavão. -- São Carlos : UFSCar, 2012.

134 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2012.

1. Paralisia cerebral. 2. Postura. 3. Ortostatismo. 4. Atividade funcional. 5. Equilíbrio. I. Título.

CDD: 616.836 (20ª)

Membros da banca examinadora para defesa de dissertação de mestrado de SILVIA LETICIA PAVÃO, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos, em 28 de Fevereiro de 2012

Banca Examinadora:


Prof.^a Dr.^a Nelci Adriana Cicuto Ferreira Rocha
(UFSCar)


Prof.^a Dr.^a Paula Hentschel Lobo da Costa
(UFSCar)


Prof.^a Dr.^a Karina Gramani Say
(UNICSUL)

**À minha mãe Bete, às “irmãs” que pude escolher
Andréa e Angélica e à minha tia Nathalina**



**“Para ser grande, sê inteiro: nada
Teu exagera ou exclui.
Sê todo em cada coisa. Põe quanto és
No mínimo que fazes.
Assim em cada lago a lua toda
Brilha porque alta vive.”
Ricardo Reis (Fernando Pessoa)**

Agradecimentos

À Deus, pela presença constante em minha vida, carregando-me no colo e sendo meu refúgio nas horas mais difíceis.

À minha orientadora, Nelci Adriana, pela paciência em ensinar e aprimorar meus conhecimentos, me abrindo portas e partilhando comigo sua vasta experiência. Uma imagem de persistência e determinação. Agradeço a amizade e a dedicação.

À minha mãe, por me fazer acreditar que sonhos são possíveis, acreditando e investindo no meu sonho. Obrigada por ser pai, mãe, amiga e meu ponto de apoio em todos os momentos. Obrigada pelo seu exemplo de força e determinação. Sozinha eu certamente não conseguiria nada, mas com você eu posso ir além. À você todo meu amor e admiração!

À minha família, em especial à minha “irmã” Andréa e à minha tia Nathalina. Agradeço os conselhos, o carinho incondicional e a presença constante de vocês em minha vida, fazendo dela uma vida mais feliz. Amo vocês infinito, obrigada por existirem!

À minha “irmã” Angélica, que mesmo ausente é uma presença constante em minha vida. O seu exemplo e a sua lembrança me deram fôlego e coragem para seguir com meu sonho. Obrigada por ter feito parte da minha vida, ter convivido com você foi o maior presente que já recebi de Deus!

Ao meu noivo, pela paciência com as constantes ausências e pelo companheirismo incondicional. Como um anjo você traz calma e felicidade à minha vida. Seu amor faz com que eu acredite em mim e nos meus sonhos. E por isso é que eu te amo cada vez mais!

Aos membros da banca, pela disponibilidade em estarem presentes doando seus conhecimentos e contribuindo para a realização deste trabalho.

À Profa. Dra. Marjorie H. Woollacott, pelo auxílio e pelas valiosas contribuições para com este trabalho.

À Profa. Dra. Ana Beatriz de Oliveira pelo auxílio com as rotinas em MATLAB e pela paciência com o meu desespero.

Ao Prof. Dr. Jorge Oishi, pela paciência e prontidão contribuindo para a análise estatística dos dados desse estudo.

Aos demais professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação que contribuíram para a realização deste trabalho e para o meu crescimento pessoal.

Às funcionárias da limpeza do LADI, sempre tão gentis e prestativos,

Às colegas do Laboratório de Análise do Desenvolvimento Infantil (LADI), Ana Carolina, Carolina, Larissa e Mariana, pelas contribuições para com o trabalho. Obrigada pela ajuda inestimável em todas as horas, pelo compartilhamento de experiências e pela convivência agradável!

Às alunas de Iniciação Científica Camila, Gabriela, Katharine e Raísa. Obrigada pelo auxílio nas coletas.

À fisioterapeuta e colega de mestrado Adriana, co-responsável pela realização desse trabalho. Foram horas e horas divididas no laboratório. Obrigada pelo companheirismo e por viabilizar um trabalho de tamanha extensão.

À Fernanda Pereira dos Santos o meu muito obrigado! Sua solicitude e atenção muito contribuíram para minha formação acadêmica, desde os tempos da graduação. Obrigada pela sua amizade. Sua competência e humildade são exemplos para mim.

Às amigas Joice, Kelly e Livia pelos momentos de risada e de reflexão, tornando mais feliz a caminhada rumo à vida acadêmica.

Aos meus amigos Juliano, Cristina, Thais, Vanessa, Rodrigo, Larissa, Maria Carolina, Aline. Obrigada por existirem na minha vida. Dividir meus dias com vocês torna mais leve a jornada, as vezes tão exaustiva.

Às mães, pais e avós de cada uma das crianças avaliadas neste estudo. Obrigado por acreditarem no propósito da pesquisa e doarem um pouco do tão valioso tempo de vocês nos ajudando! Sem vocês, definitivamente este trabalho não existiria!

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelas bolsas de mestrado que me foram concedidas. À FAPESP também, pelo financiamento do estudo.

RESUMO

O controle postural envolve a habilidade de controlar a posição do corpo no espaço para garantir orientação e estabilidade na execução de atividades estáticas e dinâmicas. Seu comprometimento pode alterar o nível de funcionalidade em crianças com disfunções neuromotoras. A partir dessa relação, foi conduzido o Estudo I com objetivo de verificar os aspectos metodológicos utilizados na avaliação do controle postural e o uso de atividades funcionais, como o movimento sentado para de pé (ST-DP), na avaliação deste controle. O movimento ST-DP é amplamente realizado pelas crianças na rotina diária e essencial à funcionalidade. Constatou-se que poucos estudos avaliam o controle postural por meio de atividades funcionais, não sendo encontrado nenhum estudo avaliado-o durante o movimento ST-DP. A partir disto, foi desenvolvido o Estudo II, que objetivou avaliar o controle postural na postura ortostática e no movimento ST-DP em crianças típicas entre 5 e 12 anos, e relacionar o comportamento do centro de pressão (CoP) nestas duas atividades, verificando o quanto o controle estático pode influenciar no dinâmico. Vinte e sete crianças foram divididas em 4 grupos: G1: 5-6 anos, G2: 7-8 anos, G3: 9-10 anos e G4: 11 e 12 anos e avaliadas em permanência na postura ortostática e no movimento ST-DP. As variáveis analisadas em ambas as atividades foram: Oscilação total, Amplitude Ântero-Posterior e Médio-Lateral de deslocamento, Área, Velocidade Média e Frequência de oscilação. Os resultados revelaram ausência de diferenças no comportamento o CoP entre os grupos etários, tanto para a permanência em postura ortostática, quanto para o movimento ST-DP sendo, no entanto, observada grande variabilidade do comportamento entre membros de cada grupo. Assim, de acordo com os resultados, o controle postural não sofreu mudanças dramáticas nesse intervalo de tempo. Além disso, constatou-se que crianças com uma maior oscilação do CoP na postura ortostática, também apresentaram uma maior oscilação no movimento ST-DP, revelando a relação existente entre controle estático e dinâmico. A partir deste estudo, e da carência de estudos avaliando controle postural em atividades funcionais, foi realizado o Estudo III, que objetivou avaliar o controle postural na postura ortostática e no movimento ST-DP de crianças com paralisia cerebral (PC), comparando-os ao de crianças típicas, além de relacionar o controle em cada uma dessas tarefas com o nível de funcionalidade e equilíbrio das crianças, mensurados por meio do *Pediatric Evaluation of Disability Inventory* (PEDI) e *Pediatric Balance Scale* (PBS), respectivamente. Neste estudo foram avaliadas 25 crianças típicas e 10 com PC, nas mesmas condições descritas no Estudo II. Após a avaliação do controle postural era aplicada a PBS com as crianças e a PEDI com os cuidadores. Os resultados apontaram para a ausência de diferenças no comportamento do CoP entre os grupos no ST-DP, e para as variáveis Amplitude ML e Área de oscilação do CoP no ortostatismo. Além disso, foi observado que para o grupo PC maiores valores no PEDI em Habilidades Funcionais, relacionaram-se a menores valores Frequência de oscilação, maiores valores em Assistência do Cuidador relacionaram-se a menores valores de Amplitude ML, Área e Velocidade Média de oscilação no movimento ST-DP. Quanto ao PBS, maiores valores em seu escore relacionaram-se a menores valores de Amplitude AP e ML, Área e Velocidade Média de oscilação. Para o grupo típico maiores valores no escore do PBS estiveram relacionados a menores valores de Velocidade Média de oscilação do CoP. Assim, pode-se concluir que o controle postural, de forma geral, tem relação com funcionalidade e equilíbrio funcional. Relações mais fortes foram encontradas entre o controle postural no ST-DP e a execução de atividades funcionais relativas à mobilidade, verificadas pelo PEDI, e entre o controle postural ortostático e o equilíbrio, pelo PBS.

Palavras-chave: Controle postural, sentado pra de pé, crianças, paralisia cerebral, funcionalidade

LISTA DE TABELAS

ESTUDO I

Tabela 1. Dados de caracterização da amostra dos estudos.....33

Tabela 2. Dados de caracterização metodológica dos estudos.....34

ESTUDO II

Tabela 1. Coeficiente de variação das variáveis analisadas nos grupos 1 (5-6 anos), 2 (7-8 anos), 3 (9-10 nos), 4 (11-12 nos) para cada tarefa.....68

Tabela 2. Correlação de Spearman entre as variáveis de permanência na postura semi-estática em pé (CP) e do movimento sentado para de pé (ST-DP).....69

ESTUDO III

Tabela 1. Correlação de Pearson (r) entre as variáveis do movimento sentado para de pé (ST-DP) e de permanência na postura ortostática, com os escores dos instrumentos *Pediatric Evaluation of Disability Inventory* (PEDI) no domínio de Mobilidade para as áreas de Habilidades Funcionais (HF) e Auto-Cuidado (AC) e *Pediatric Balance Scale* (PBS) nos grupos típico (T) e paralisia cerebral (PC).....91

LISTA DE FIGURAS

ESTUDO II

Figura 1. Desenho esquemático do arranjo laboratorial para a coleta dos dados do estudo.....58

Figura 2. Posicionamento da criança para a realização das tentativas relativas ao movimento sentado para de pé (ST-DP).....61

Figura 3. Média e desvio padrão das variáveis do movimento ST-DP para os Grupos 1, 2, 3 e 4. A: Deslocamento de oscilação total do CoP; B: Amplitude de oscilação do CoP AP; C: Amplitude de oscilação do CoP ML; D: Área de oscilação do CoP; E: Velocidade média de oscilação do CoP; F: Frequência média de oscilação do CoP.....65

Figura 4. Média e desvio padrão das variáveis na postura ortostática para os Grupos 1, 2, 3 e 4. A: Deslocamento de oscilação total do CoP; B: Amplitude de oscilação do CoP AP; C: Amplitude de oscilação do CoP ML; D: Área de oscilação do CoP; E: Velocidade média de oscilação do CoP; F: Frequência média de oscilação do CoP.....67

Figura 5. Relação entre o deslocamento de oscilação total do COP na postura ortostática e no movimento ST-DP entre os Grupos 1, 2, 3, e 4.....69

ESTUDO III

Figura 1. Média e desvio padrão das variáveis do movimento sentado para de pé (ST-DP) para os grupos típico (T) e com paralisia cerebral (PC). A: Oscilação Total; B: Amplitude Ântero-Posterior de deslocamento; C: Amplitude Médio-Lateral de deslocamento; D: Área de oscilação; E: Velocidade Média Total de oscilação; F: Frequência de oscilação.....87

Figura 2. Média e desvio padrão das variáveis da permanência na postura ortostática para os grupos típico (T) e com paralisia cerebral (PC). A: Oscilação Total; B: Amplitude Ântero-Posterior de

deslocamento; C: Amplitude Médio-Lateral de deslocamento; D: Área de oscilação; E: Velocidade Média
Total de oscilação; F: Frequência de oscilação.....89

SUMÁRIO

CONTEXTUALIZAÇÃO	16
ESTUDO I Controle postural durante atividades funcionais na paralisia cerebral: Uma revisão	26
1. Introdução	27
2. Métodos	30
2.1. Identificação e seleção dos estudos	30
2.2. Extração e análise dos dados	31
3. Resultados	31
4. Discussão	37
4.1. Design experimental e características dos participantes	37
4.2. Análise de posturas e atividades	39
4.3. Ferramentas de mensuração e variáveis dependentes	42
4.4. Caracterização do controle postural na paralisia cerebral	44
4.4.1. Controle postural sentado	44
4.4.2. Controle postural ortostático	44
4.4.3. Controle postural reativo	45
4.4.4. Controle postural antecipatório	46
4.5. Manipulação de fatores extrínsecos	47
5. Conclusão	49
6. Agradecimentos de financiamentos	50
ESTUDO II Comportamento do centro de pressão no movimento sentado para de pé e na postura ortostática em crianças típicas	51

1. Introdução.....	53
2. Métodos.....	56
2.1.Participantes.....	56
2.2. Equipamentos e materiais.....	57
2.3.Procedimentos.....	58
2.3.1. Teste sentado para de pé e postura ortostática.....	59
2.4. Descrição das variáveis dependentes do estudo.....	61
2.5. Análise dos dados.....	63
2.6. Análise estatística.....	63
3. Resultados.....	63
4. Discussão	69
5. Conclusão.....	74
6. Agradecimentos de financiamentos.....	75
ESTUDO III Controle postural ortostático e dinâmico e funcionalidade em crianças com paralisia cerebral.....	76
1. Introdução.....	78
2. Métodos.....	82
2.1. Participantes.....	82
2.2. Teste de sentado para de pé e postura ortostática.....	83
2.3. Desempenho funcional.....	84
2.4. Equilíbrio.....	84
2.5. Análise estatística.....	85
3. Resultados.....	85
3.1. Comparação entre os grupos no movimento ST-DP.....	86

3.2. Comparação entre os grupos na permanência na postura ortostática.....	88
3.3. Comparações entre os grupos para os instrumentos PEDI e PBS.....	90
3.4. Relações entre Movimento ST-DP, Permanência na postura ortostática, desempenho pelo PEDI e PBS.....	90
4. Discussão.....	92
5. Conclusão.....	100
6. Agradecimentos de financiamentos.....	101
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	102
REFERÊNCIAS.....	104
APÊNDICES.....	116
Apêndice A: Dados antropométricos das crianças.....	117
Apêndice B: Comportamento do centro de pressão para as variáveis analisadas no Estudo II.....	118
Apêndice C: Comportamento do centro de pressão para as variáveis analisadas no Estudo III.....	119
Apêndice D: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	120
Apêndice E: Protocolo para Coleta de Dados das Mães e Crianças.....	123
Apêndice F: Protocolo de Avaliação Física da Criança.....	126
ANEXOS.....	130
Anexo A: Protocolo do Comitê de Ética.....	131
Anexo B: Artigo “Sit-to-stand movement in children with cerebral palsy: A critical review”.....	133
Anexo C: Artigo “International classification of functioning, disability and health in children with cerebral palsy”.....	134



CONTEXTUALIZAÇÃO

A aquisição da transição da postura sentada para de pé (ST-DP) é um dos marcos motores mais importantes no primeiro ano de vida da criança, por tratar-se de uma atividade que antecede a marcha, sendo pré-requisito para o andar, correr e pular (Janssen, Bussmann & Stam, 2002), e permitindo ampla interação da criança com o ambiente em que está inserida (da Costa, Savelsbergh & Rocha, 2010). Além disso, este movimento é realizado inúmeras vezes na rotina diária (Janssen et al., 2002). Desta forma, a presença de limitações em sua realização trazem sérias repercussões funcionais às atividades de vida diária do indivíduo.

Para uma melhor compreensão, alguns autores dividem o movimento ST-DP em fases. A divisão em três fases é uma das mais utilizadas, a qual envolve: a fase de preparação, que parte do início do movimento de flexão anterior do tronco até a sua máxima flexão; a fase de transição inicia-se no momento de máxima flexão anterior do tronco e finaliza-se no início do levantar, quando as nádegas começam a se desprender da cadeira; e a fase de extensão, que vai do levantar até o estar em pé em uma condição quase-estacionária, ou seja, aparentemente imóvel (da Costa et al., 2010; Riddiford-Harland, Steele & Baur, 2006).

A realização deste movimento requer do corpo a capacidade de manter um nível estável de coordenação neuromuscular para regular a transferência anterior e superior do centro de massa, em seu início, de forma que fique à frente dos pés, e em seguida posterior a fim de que se alcance a postura ereta (Seven, Akalan & Yucesoy, 2007).

Desta forma, o movimento ST-DP, é uma atividade desafiadora e de grande demanda biomecânica, por requer produção de grandes momentos extensores nas articulações de joelho e tornozelo (Yoshioka, Nagano, Hay & Fukashiro, 2009; Hennington et al., 2004) e fazer com que o indivíduo passe de uma postura estável e de base ampla como a sentada, para uma menos estável e de base menor, como a em pé (Seven et al., 2007).

No entanto, apesar de sua relevância e da determinação do nível de funcionalidade que sua avaliação permite realizar (Janssen et al., 2002), esta atividade tem sido pouco estudada na população infantil (da Costa et al., 2010), especialmente em populações com disfunções neuromotoras, como a paralisia cerebral, havendo uma carência de metodologias padronizadas em sua abordagem (dos Santos, Pavão & Rocha, 2011).

Em vista da elevada demanda biomecânica que sua realização impõe, o desempenho adequado no movimento ST-DP requer elevados níveis de controle postural. Num primeiro momento há a necessidade de controle postural estático para dominar a estabilidade e alinhamento corporal nas posturas sentada (Yoshioka et al., 2009; Gan, Tung, Tang & Wang, 2008; Shumway-Cook & Woollacott, 2003), em seguida controle postural dinâmico para garantir o alinhamento dos segmentos corporais durante a transição de postura (Mourey, Grishin, d'Athis, Pozzo & Stapley, 2000) e por fim controle estático para manutenção da postura em pé (Yoshioka et al., 2009; Gan, Tung, Tang & Wang, 2008; Shumway-Cook & Woollacott, 2003).

O controle postural relaciona-se ao controle da posição do corpo no espaço com objetivo de manter estabilidade e alinhamento entre os segmentos corporais (Brogren, Hadders-Algra & Forsberg, 1998) tanto em posturas estáticas, quanto em dinâmicas, o que confere ao indivíduo independência e funcionalidade (Gan et al., 2008; Woollacott & Shumway-Cook, 2005).

O conceito de estabilidade relaciona-se à manutenção do Centro de Massa (CoM) dentro dos limites da base de suporte (Corrêa, Corrêa, Franco & Bigongiari, 2007). No entanto, devido a forças externas e perturbações auto-geradas o CoM é constantemente projetado para além dos limites da base de suporte, como é o caso do movimento ST-DP, requerendo para tanto a ação dos mecanismos de controle postural (Burtner, Woollacott, Craft & Roncesvalles, 2007; Pollock, Durward & Rowe, 2000).

As demandas impostas ao sistema de controle postural são determinadas pela tarefa a ser realizada e pelo ambiente em que ela deve ser desempenhada (Huxham, Goldie & Patla, 2001). Desta forma, tarefas dinâmicas como o movimento ST-DP tendem a desafiar mais os mecanismos de controle postural por expor o corpo mais diretamente a forças externas que perturbam seu estado de quase-equilíbrio (Pollock et al., 2000). Tarefa e ambiente determinam as demandas de equilíbrio por alterar as características biomecânicas da atividade e, além disso, por interferirem com a quantidade de informações sensoriais que devem ser processadas a fim de se alcançar a estabilidade e sucesso na tarefa realizada (Huxham et al., 2001). No entanto, embora desafiadoras, tratam-se de tarefas precocemente capazes de serem desempenhadas pela criança, e amplamente realizadas na rotina diária, fatores que facilitam seu aprimoramento ainda na infância.

Desta forma, o controle postural tem a função de manter uma relação estável entre o indivíduo e o ambiente e permitir uma troca de informações por meio da interação com sistemas sensoriais, tais como o visual, vestibular e somatosensorial, sistema nervoso central e músculo-esquelético (Côrrea et al. 2007), garantindo a manutenção do equilíbrio durante a realização de atividades tanto estáticas, quanto dinâmicas (Shumway-Cook & Woollacott, 2003; Barela, 2000).

Estas interações entre os sistemas são importantes para manutenção do equilíbrio uma vez que o corpo é afetado por forças externas, como a gravidade, além das forças decorrentes de movimentos auto-gerados, durante a maioria das atividades (Huxham et al., 2001), requerendo para isso adaptações a diferentes contextos e tarefas para que tenha performances adequadas nas atividades funcionais (Barela, 2000; Liao, Jeng, Lai, Cheng & Hu, 1997).

O controle postural na postura ortostática, por envolver a capacidade de permanecer na postura vertical mantendo a estabilidade e o alinhamento entre os segmentos corporais

(Shumway-Cook & Woollacott, 2003), é componente fundamental do movimento e requisito para uma performance adequada em uma série de atividades funcionais da rotina diária (Gan et al., 2008; Chen & Woollacott, 2007; Graaf-Peters et al., 2007; Rose et al., 2002). Desta forma, déficits de equilíbrio decorrentes de alterações no controle estático podem gerar perdas funcionais significativas para o indivíduo, restringindo seu nível de atividade e de equilíbrio (Reilly, Woollacott & Donkelaar, 2008).

Lesões como a Paralisia Cerebral (PC), definida como um grupo de desordens que afetam o desenvolvimento do movimento e postura atribuídas a distúrbios não progressivos no cérebro infantil ou em desenvolvimento (Green & Hurvitz, 2007), causam alterações nos mecanismos de controle motor (Bandholm, Rose, Slok, Sonne-Holm & Jensen, 2009) determinando alterações no desempenho de atividades dinâmicas como passar da postura sentada para em pé (Liao, Gan, Lin & Lin, 2010; Park, Park, Chang, Choi & Lee, 2004; Park et al., 2003), e de permanência na postura ortostática por alguns segundos sem desequilibrar-se (Donker, Ladebt, Roerdink, Savelsbergh, & Beek, 2008; Rose et al., 2010).

Em vista de seus comprometimentos nos padrões de postura e movimento, limitadores da mobilidade (Mancini et al., 2002), crianças com PC possuem comprometimento no desempenho funcional (Mancini et al., 2004). A disfunção motora, nestas crianças, é sempre acompanhada por anormalidades no tônus muscular (Quinby & Abraham, 2005), perda de força (Verschuren et al., 2011; Tammik, Matlep, Erelina, Gapeyeva & Päsuke, 2007), reduzida ativação das unidades motoras (Rose & McGill, 2005), déficits da coordenação e do controle postural (Barela et al., 2011; Liao et al., 2010; Burtner et al., 2007; Woollacott & Burtner, 1996), alterações estruturais que em conjunto determinam um menor nível de habilidades funcionais (Ostensjo, Carlberg & Vollestad, 2004) e acabam por determinar um desempenho alterado no movimento ST-DP

(Hennington et al., 2004; Park et al., 2004) e nos mecanismos de controle postural (Ju, You & Cherng, 2010).

Em relação ao movimento ST-DP, crianças com PC apresentam menor velocidade de execução, caracterizado por maior tempo concentrado na fase de extensão do movimento (Park et al., 2004; Park et al., 2003). Além disso, apresentam maior anteversão pélvica no fim do ST-DP, aumento do momento de flexão plantar e redução no momento extensor dos joelhos observados na fase de transição nestas crianças (Park et al., 2003). Os autores atribuem tais características à fraqueza muscular verificada na PC e às limitações na capacidade de manter o alinhamento dos segmentos corporais durante a atividade.

Quanto ao controle postural, crianças com PC apresentam maiores valores de excursão de seu centro de pressão (CoP) (Cherng, Hsu, Chen & Chen, 2007) para retomar a estabilidade após perturbações (Shumway-Cook & Woolacott, 2005), sequência alterada de recrutamento muscular para manutenção da estabilidade, com contração inicial da musculatura de quadril e posteriormente de tornozelo (Nashner, Shumway-Cook & Marin, 1983), atrasos neste recrutamento, elevada taxa de co-contracção muscular agonista-antagonista em membros inferiores (Burtner, Woollacott & Qualls, 1999; Burtner, Quall & Woollacott, 1998) e dificuldades em aumentar seu recrutamento muscular com aumentos do nível de perturbação (Roncesvalles, Woollacott & Burtner, 2002).

Em vista dos déficits na regulação postural apresentados por crianças com PC e da bem estabelecida relação entre controle postural e funcionalidade encontrada na literatura surgiu a motivação para a realização do Estudo I, intitulado “Controle postural em atividades funcionais na Paralisia Cerebral: Uma revisão”. Este estudo buscou verificar o enfoque que se tem dado à avaliação do controle postural durante a realização de atividades funcionais pela criança em sua

rotina diária. Para isso foi desempenhada uma ampla busca na literatura sobre o tema controle postural na PC.

Nesta busca foram encontrados estudos que analisaram isoladamente o controle postural ortostático de crianças com PC (Bandholm et al., 2009; Donker et al., 2008; Ferdjalla, Harris, Smith & Wertsch, 2002) e alguns poucos estudos que o relacionam à atividade da marcha (Hsue, Miller & Su, 2009; Laio et al., 1997) ou ao alcance manual (Zaino & Mccoy, 2008). Foram encontrados na literatura pesquisada estudos avaliando a atividade ST-DP na PC com inferências sobre controle postural dinâmico nessa população a partir do comportamento dos segmentos corporais e momentos de forças nas várias articulações requeridas na atividade (Liao et al., 2010; Hennington et al., 2004; Park et al., 2004; 2003). No entanto, em nenhuma destes estudos o objetivo foi o de avaliação do controle postural.

Assim, a partir da identificação da escassez de estudos abordando o comportamento do controle postural durante a execução de atividades funcionais, especialmente atividades como o movimento ST-DP, surgiu a motivação para estudar o controle postural durante a execução deste movimento. Por não terem sido encontrados estudos que descrevessem o comportamento do CoP durante a realização do ST-DP pensou-se em realizar um primeiro estudo que caracterizasse este comportamento em crianças típicas. Para depois ser realizada a comparação entre o desempenho destas crianças e de crianças com PC.

Para o estudo do controle postural durante o movimento ST-DP foi analisado o comportamento do CoP durante sua execução, que envolve controle postural estático e dinâmico. No entanto, os estudos que avaliaram o movimento ST-DP iniciam suas análises no ponto de início do movimento dos marcadores de tronco e as finalizam no ponto em que esses marcadores cessam seu movimento vertical (Yoshioka et al., 2009; Seven et al., 2008; Hennington et al.,

2004). O fim do movimento vertical indica a aquisição da postura em pé, representando um tempo insuficiente para uma análise do controle postural estático, uma vez que é bem discutida na literatura a necessidade de ao menos 20 segundos em postura semi-estática para análise deste controle em populações como a infantil (Ferdjallah et al., 2002) sendo necessário um tempo maior, entre um e dois minutos, para a análise na população adulta (Freitas & Duarte, 2006).

Desta maneira, em vista da estruturação da análise realizada, o movimento ST-DP foi considerado como uma atividade que requer controle postural dinâmico (Mourey et al., 2000), uma vez que seu componente estático final não é avaliado em tempo prolongado. Por outro lado, o controle postural ortostático, componente necessário ao fim do movimento ST-DP, é também requisito fundamental para o desempenho em atividades funcionais da rotina diária (Gan et al., 2008) e manutenção do equilíbrio na postura em pé, podendo ser avaliado de maneira independente, após o encerramento desta atividade dinâmica.

Por ser um componente necessário à performance em tarefas dinâmicas (Gan et al, 2008; Chen & Woollacott, 2007; Rose et al., 2002), o controle postural ortostático e sua inferência do equilíbrio (Freitas & Duarte, 2006), podem ser um dos principais determinantes do desempenho alterado na atividade ST-DP.

No entanto, não foram encontrados na literatura pesquisada estudos que avalie diretamente o comportamento do CoP durante a permanência na postura ortostática de crianças relacionando-o ao seu comportamento durante o desempenho do movimento ST-DP, uma atividade funcional amplamente utilizada na rotina diária da criança.

Dessa forma, foi conduzido o Estudo II, intitulado “Controle postural no movimento sentado para de pé e na postura ortostática em crianças típicas”. Este estudo buscou caracterizar o comportamento do CoP em crianças típicas divididas por grupos de idade para verificar se as

oscilações do CoP sofriam modificações relacionadas à idade da criança, e avaliar a relação entre o comportamento do CoP na postura estática e no movimento ST-DP.

A partir do conhecimento do comportamento do CoP na realização das atividades de permanência na postura ortostática e movimento ST-DP em crianças típicas, decidiu-se avaliar o comportamento do CoP nestas atividades em crianças com PC, uma vez que o Estudo I havia destacado a escassez de estudos abordando controle postural durante a execução de atividades funcionais nesta população.

Assim foi conduzido o Estudo III, intitulado “Controle postural estático e dinâmico e funcionalidade em crianças com PC”, que teve como objetivo comparar o comportamento do CoP durante a execução destas atividades entre crianças típicas e com PC, e verificar a relação destes comportamentos com escalas de funcionalidade e equilíbrio.

Na literatura pesquisada não foram encontrados estudos que tenham relacionado os componentes estáticos e dinâmicos do controle postural com o nível de função e equilíbrio apresentado pela criança. E como se sabe, o controle estático é pré-requisito para o desempenho funcional em tarefas dinâmicas (Gan et al., 2008).

Assim, partir destas evidências, um dos objetivos do presente estudo foi o de estabelecer uma relação entre as variáveis relacionadas ao CoP na permanência estática e no movimento ST-DP que serão analisadas com o nível de funcionalidade das crianças, pelo instrumento validado *Pediatric Evaluation of Disability Inventory* (PEDI) (Mancini, 2005) e com o equilíbrio da criança pela escala *Pediatric Balance Scale* (PBS) (Franjone, Gunther & Taylor, 2003). A utilização destas escalas fundamenta-se pela abordagem do nível de funcionalidade e participação social que permitem, gerando uma visão mais completa do estado de saúde da criança com paralisia cerebral, determinado pela lesão focal não progressiva (Mancini et al., 2004; Nevitt, Cummings, Kidd & Blak, 1989).

Considera-se que os estudos desenvolvidos possam contribuir para um melhor entendimento dos padrões de movimento relacionados ao controle de movimento entre crianças de diferentes grupos etários e também para uma melhor compreensão das relações entre controle postural estático e dinâmico, e de sua relação com funcionalidade. Espera-se ainda que a compreensão do movimento ST-DP e do controle postural na postura ortostática em crianças com PC possam beneficiar a comunidade científica no sentido de orientação e estabelecimento de novas abordagens de tratamento, buscando comportamento que garantam maiores níveis de funcionalidade a estas crianças.

ESTUDO I



CONTROLE POSTURAL DURANTE ATIVIDADES FUNCIONAIS NA PARALISA CEREBRAL: UMA REVISÃO

Título: Controle postural durante atividades na paralisia cerebral: Uma revisão

Autores: Silvia Leticia Pavão¹; Adriana Neves dos Santos¹; Marjorie H. Woollacott²; Nelci Adriana Cicuto Ferreira Rocha¹

Instituição

¹Universidade Federal de São Carlos

Departamento de Fisioterapia, Setor de Neuropediatria. Rod. Washington Luis, km 235, 13565-905, São Carlos-SP.

²Universidade do Oregon, Departamento de Fisiologia Humana. Eugene, Oregon, USA

Discente

Silvia Leticia Pavão

Aluna de mestrado, bolsista FAPESP (2010-12594-4)

Orientador: Nelci Adriana Cicuto Ferreira Rocha

1. INTRODUÇÃO

O controle postural envolve a habilidade de controlar a posição do corpo no espaço a fim de se alcançar orientação e estabilidade durante a execução de atividades estáticas e dinâmicas (Liao, Jeng, Lai, Cheng & Hu, 1997; Shumway-Cook and Woollacott, 2011).

Desta forma, estabilidade é um dos aspectos dentro da definição de controle postural. Ela é tipicamente definida como a capacidade de manutenção do centro de massa (CoM) do corpo dentro dos limites da base de suporte (Corrêa, Corrêa, Franco & Bigonginari, 2007). No entanto, o CoM nem sempre é mantido dentro destes limites, especialmente durante a realização de atividades dinâmicas como a marcha. Assim, os mecanismos de controle postural estão continuamente atuando para retomar o equilíbrio à medida que o CoM é movimentado, tanto durante posturas estáticas, quanto durante atividades de locomoção e envolvendo a movimentação dos membros superiores (Pollock, Durward & Rowe, 2000).

De fato, mesmo a manutenção da postura ortostática é um desafio a ser vencido, uma vez que a estabilidade demanda complexas interações entre o sistema sensorial, sistema nervoso central (SNC) e sistema músculo-esquelético para manter o CoM dentro dos limites da base de suporte (Shumway-Cook & Woollacott, 2011; Corrêa et al., 2007; Porro, van der Linden, van Nieuwenhuizen & Wittebol-Post, 2005; Cherng, Su, Chen & Kuan, 1999; Burtner, Qualls & Woollacott, 1998; Woollacott, Jensen, Jasiewicz, Roncesvalles & Sveistrup; 1998; Newell, Slobounov, Slobounova & Molenaar, 1997). Essas interações são importantes porque o corpo é afetado por forças externas (incluindo a gravidade) e forças resultantes da atividade muscular durante a maioria das atividades que realiza, necessitando para isso da capacidade de adaptar-se a diferentes tarefas e contextos. A capacidade de adaptar-se a diferentes condições contribui para o sucesso na performance da maioria das atividades (Barela, 2000; Liao et al., 1997).

No entanto, são observadas limitações na produção de ajustes posturais apropriados quando o alinhamento biomecânico (Burtner, Qualls & Woollacott, 1998) e a coordenação inter-articular (Graaf-Peters, Blauw-Hospers, Dirks, Bakker, Bos, Hadders-Algra, 2007) estão comprometidos, este é o caso de muitas crianças com disfunções neuromotoras como a paralisia cerebral (PC).

O controle postural é fundamental para a manutenção do equilíbrio durante a execução das atividades de vida diária, tendo uma forte relação com a funcionalidade (Chen & Woollacott, 2007). Seu desenvolvimento é fundamental para a emergência de habilidades motoras complexas como as transferências posturais, marcha e alcance manual (Näslund, Sundelin & Hirschfeld, 2007). Quando o controle postural encontra-se comprometido verifica-se limitações tanto no equilíbrio quanto na coordenação do movimento durante a execução habilidades funcionais.

Em distúrbios do SNC como a PC, o controle postural está comprometido e uma serie de limitações funcionais são observadas como resultado deste comprometimento. De fato, estas são as principais restrições observadas em crianças com PC, as decorrentes do pobre controle postural (Brogren, Hadders-Algra & Forssberg, 1998).

Em crianças PC com comprometimento de leve a moderado os ajustes posturais direção-específicos em respostas a forças externas de perturbação estão presentes (Carlberg & Hadders-Algra, 2005). No entanto, o recrutamento muscular e a coordenação inter-articular, responsáveis pelo controle refinado dos ajustes já mencionados, encontram-se comprometidos (Roncesvalles, Woollacott & Burtner, 2002). Este comprometimento causa limitação nas respostas motoras relacionadas à manutenção da estabilidade e retomada do equilíbrio (Nashner, Shumway-Cook & Marin, 1983). Assim, a principal disfunção postural verificada na PC é a baixa capacidade de

coordenar de maneira ordenada a ativação dos músculos posturais a fim de desempenhar diferentes tarefas em diferentes contextos (Graaf-Peters et al., 2007).

Devido à importância do controle postural para uma adequada performance de tarefas motoras durante atividades funcionais e para adaptação do indivíduo às demandas do ambiente, a presente revisão teve por objetivo realizar uma ampla busca na literatura para encontrar estudos que tenham avaliado o controle postural em crianças com PC, avaliando-o durante atividades funcionais. Ela pretendeu descrever os procedimentos metodológicos utilizados para a análise do controle postural, o desempenho das crianças durante estas análises, os fatores que influenciam esse desempenho e o uso de habilidades funcionais na avaliação do controle postural em crianças PC.

2. MÉTODOS

2.1. Identificação e seleção dos estudos

Estudos científicos realizados entre janeiro de 1983 e julho de 2010 foram obtidos a partir de uma busca eletrônica em uma série de bases de dados, incluído Medline, Science Direct, Scielo and Lilacs. A busca foi realizada por um único revisor combinando todas as palavras chaves: controle postural, paralisia cerebral, crianças, equilíbrio e funcionalidade, em seguida foi repetida para confirmação dos resultados encontrados.

Os artigos encontrados foram inicialmente selecionados pela leitura dos títulos e resumos. Os critérios de inclusão foram: estudos que tivessem *design* comparativo ou experimental com foco na análise do controle postural em crianças com paralisia cerebral, com menos de 18 anos de idade. Foram incluídos estudos com crianças de todos os níveis de função motora grossa pelo

Gross Motor Function Classification System (GMFCS). A seleção foi completada após a leitura na íntegra dos artigos de interesse.

Estudos cujo objetivo da análise não fosse o controle postural, aqueles em que os sujeitos tivessem mais de 18 anos ou que não apresentassem PC, incluindo estudos de caso e revisões não foram incluídos.

A qualidade metodológica dos estudos não foi levada em consideração porque não era a intenção da presente revisão julgar a validade e confiabilidade dos estudos (Campos, Rocha & Savelsbergh, 2009).

2.2.Extração e análise dos dados

Os dados dos estudos incluídos na presente revisão foram extraídos e resumidos de acordo com os seguintes títulos: 1) Design experimental e características dos participantes; 2) Postura de avaliação utilizada (em pé ou sentada) e atividade utilizada para avaliação do controle postural (posturas estáticas ou atividades funcionais como marcha, alcance manual, movimento sentado para de pé); 3) Aspectos metodológicos: ferramentas de mensuração (vídeo análise, dinamometria, eletromiografia) utilizadas na análise do controle postural, e variáveis utilizadas (ângulos articulares, deslocamentos do centro de pressão, início da latência muscular); 4) Caracterização do controle postural em PC: com descrição da performance dessas crianças em avaliações do controle postural; 5) Manipulação de fatores extrínsecos: descrição da forma de manipulação de contexto utilizada na avaliação do controle postural (perturbações posturais, manipulações sensoriais visuais e proprioceptivas).

3. RESULTADOS

A busca a partir das palavras chaves inicialmente resultou em 1015 estudos, dos quais 423 eram do PubMed, 565 do Science Direct, 6 do Scielo e 21 do Lilacs. Depois da leitura dos títulos e resumos 998 estudos foram excluídos. As razões para exclusão foram as seguintes: os estudos não tinham como objetivos a avaliação do controle postural (118), envolviam programas de reabilitação (96), eram estudos de caso (370) ou estudos de revisões (414). Das revisões encontradas, somente 10 abordavam controle postural na PC e nenhuma delas tinha como objetivo avaliar o controle postural em crianças com PC durante a execução de atividades funcionais, um dos objetivos delineados pelo presente estudo.

Desta forma, 20 artigos foram selecionados, 15 dos quais publicados nos últimos 10 anos. A tabela I apresenta os dados desses estudos: anos de publicação, *design* experimental, amostra. A tabela II mostra os dados relacionados às posturas e atividades usadas para avaliação do controle postural, fatores extrínsecos à tarefa, instrumentos de mensuração e variáveis utilizadas na análise.

Tabela 1. Dados de caracterização da amostra dos estudos.

AUTOR	ANO	DESIGN EXPERIMENTAL	POPULAÇÃO				
			TAMANHO DA AMOSTRA	PC	TÍPICOS	IDADE	GMFCS
J. ROSE et al.	2002	Transversal	115	23	92	5-18 anos	
W.Y. LIU et al.	2007	Transversal	14	7	7	8-12 anos	II
H.F. LIAO et al.	1997	Transversal	24	8	16	5-12 anos	
S. SAAVEDRA et al.	2010	Transversal	52	15	26 and 11 adults	4-16 anos e adultos de 22- 30 anos	I, II e III
J.C.F. CORRÊA	2007	Transversal	20	10	10	5-10 anos	I e II
R.J. CHERNG	1999	Transversal	21	7	14		
P.A. BURTNER et al.	1998	Transversal	14	7	7	1-14 anos	
A. NÄSLUND et al.	2007	Transversal	12	6	6	5-12 anos	III e IV
C.A. ZAINO & S.W. MCCCOY	2007	Transversal	40	20	20	8-14 anos	I, II, III
P.A. BURTNER et al.	1999	Transversal	8	4	4	3,5-15 anos	
P.A. BURTNER et al.	2007	Transversal	44	8	36	9 meses a 10 anos	I, II, III
FERDJALLAH et al.	2002	Transversal	19	11	8	5-18 anos	
S.F. DONKER et al.	2008	Transversal	19	10	9	5-11 anos	
D.S. REILLY et al.	2008	Transversal	14	8	6	7-14 anos	I, II, III
B.J. HSUE et al.	2009	Transversal	42	32	10	8-14 anos	
J. CHEN & M.H. WOOLLACOTT	2007	Transversal	15	7	8	4-13 anos	I, II, III
R.J. CHERNG et al.	2009	Transversal	26	10	16	6-10 anos	
L. M. NASHNER et al.	1983	Transversal	20	10	10	7-9 anos	
H. F. LIAO & A. W. HWANG	2003	Transversal	15	15		5-12 anos	
M. N. RONCESVALESS et al.	2002	Transversal	48	8	40	9 meses a 10 anos	

Tabela 2. Dados de caracterização metodológica dos estudos

AUTOR	POSTURA	ATIVIDADE	EXTRINSECOS FACTORES	INSTRUMENTOS AVALIAÇÃO	VARIÁVEIS DEPENDENTES	OUTRAS ANÁLISES
J. ROSE et al. 2002	Em pé	Permanência ortostática	Manipulação visual (olhos abertos/ olhos fechados).	Análise dos sinais da plataforma de força.	Cálculos do deslocamento do CoP por segundo, média do deslocamento radial, frequência média de oscilação, medidas do movimento aleatório do coeficiente curto tempo de difusão e expoente de escala de longo prazo.	
W.Y. LIU et al. 2007	Em pé	Alcance manual	—	Análise dos sinais da plataforma de força.	Excursão CoP, amplitude de excursão AP e ML do CoP, Velocidade de oscilação do CoP, tempo de início da primeira excursão do CoP.	Análise temporal do movimento com interruptores eletrônicos.
H.F. LIAO et al. 1997	Em pé	Marcha e permanência ortostática	Perturbações posturais com deslocamento da base de suporte associada à manipulação visual.	Dispositivo comercial associado à plataforma de força.	Amplitude de excursão AP e ML do CoP, Área de oscilação do CoP.	Análise da velocidade da marcha e índice de custo fisiológico.
S. SAAVEDRA et al. 2010	Sentado	Permanência ortostática	Manipulação visual (olhos abertos/ olhos fechados) e suporte externo de tronco.	Rastreamento magnetico.	Medida de deslocamento da cabeça, velocidade média de deslocamento da cabeça, variabilidade dessa velocidade, frequência de deslocamento da cabeça.	—
J.C.F. CORRÊA 2007	Em pé	Permanência ortostática	Ausência de perturbações em ambos grupos associados a manipulação proprioceptiva no grupo controle.	Análise dos sinais de plataforma de pressão.	Amplitude de excursão AP e ML do CoP, Velocidade de oscilação do CoP.	—
R.J. CHERNG 1999	Em pé	Permanência ortostática	Perturbações posturais com movimento da base de suporte associado a manipulação visual.	Análise dos sinais da plataforma de força.	Amplitude de excursão AP e ML do CoP, Área de oscilação do CoP.	—

P.A. BURTNER et al. 1998	Em pé	Permanência ortostática	Perturbações posturais com movimento da base de suporte para ambos grupos associado a manutenção da postura agachada no controle.	Eletromiografia de superfície.	Tempo de latência para a contração muscular.	—
A. NÄSLUND et al. 2007	Em pé	Alcance manual	—	Análise dos sinais da plataforma de força.	Amplitude A-P da força de reação ao solo durante o alcance manual.	Análise cinemática em 3D e eletromiografia de superfície.
C.A. ZAINO & S.W. MCCOY 2007	Em pé	Alcance manual	—	Análise dos sinais da plataforma de força.	Amplitude de excursão AP e ML do CoP, Velocidade de oscilação do CoP.	Eletromiografia de superfície.
P.A. BURTNER et al. 1999	Em pé	Permanência ortostática	Perturbações posturais com movimento da base de suporte.	Eletromiografia de superfície.	Tempo de latência para a contração muscular e tempo entre a perturbação e o início da resposta muscular.	Análise cinemática com sistema óptico-eletrônico de análise do movimento.
P.A. BURTNER et al. 2007	Em pé	Permanência ortostática	Perturbações posturais com movimento da base de suporte.	Análise dos sinais da plataforma de força.	Trajetória do COP, mudanças direcionais em sua trajetória e porcentagem de seu deslocamento total depois da retomada do equilíbrio.	—
FERDJALLAH et al. 2002	Em pé	Permanência ortostática	Manipulação visual (olhos abertos/ olhos fechados).	Análise dos sinais da plataforma de força.	Amplitude de excursão AP e ML do CoP.	—
S.F. DONKER et al. 2008	Em pé	Permanência ortostática	Manipulação visual (olhos abertos/ olhos fechados).	Análise dos sinais da plataforma de força.	Amplitude de excursão AP e ML do CoP e regularidade da oscilação do CoP.	—
D.S. REILLY et al. 2008	Em pé	Permanência ortostática	Manipulação proprioceptiva (base de suporte estreita e aumentada) e trabalho com memória visual.	Análise dos sinais da plataforma de força.	Amplitude de excursão AP e ML do CoP e RMS da velocidade de deslocamento do CoP nas direções AP e ML.	—
B.J. HSUE et al. 2009	Em pé	Marcha	—	Análise dos sinais da plataforma de força.	Amplitude de excursão AP e ML do CoP.	Análise cinemática em 3D

J. CHEN & M.H. WOOLLACOTT 2007	Em pé	Permanência ortostática	Perturbações posturais com movimento da base de suporte.	Análise dos sinais da plataforma de força.	Tempo de latência para o torque articular, máximo torque articular e taxa de geração do torque.	Dados cinemáticos coletados
R.J. CHERNG et al. 2009	Sentado	Alcance manual	Perturbações posturais com diferentes inclinações para sentar.	Análise dos sinais da plataforma de força.	Magnitude do pico de força de reação ao solo vertical e amplitude de excursão AP e ML do CoP.	—
L. M. NASHNER et al 1983	Em pé	Permanência ortostática	Manipulação visual (olhos abertos/ olhos fechados e visão estável), perturbações posturais com movimento da base de suporte e manipulação postural com movimentos dos braços.	Análise dos sinais da plataforma de força e eletromiografia de superfície.	Forças torsionais, força vertical total exercida pelos pés sobre uma superfície, força horizontal exercida pela criança durante o movimento dos braços e tempo de latência muscular.	—
H. F. LIAO & A. W. HWANG 2003	Em pé	Permanência ortostática	Manipulação visual (olhos abertos/ olhos fechados/ oscilação da visão) e perturbações posturais com movimento da base de suporte.	Análise dos sinais da plataforma de força.	Amplitude de excursão AP e ML do CoP e área de oscilação.	Análise da habilidade motora grossa e teste clínico de equilíbrio
M. N. RONCESVALESS et al. 2002	Em pé	Permanência ortostática	Perturbações posturais com movimento da base de suporte.	Eletromiografia de superfície.	Tempo de latência muscular, frequência do reflexo de estiramento, taxa de co-contracção e atividade muscular basal.	—

4. DISCUSSÃO

A busca revelou que o controle postural tem sido amplamente estudado na literatura. No entanto, há poucos estudos abordando habilidades funcionais na análise do controle postural, como ficou evidenciado pelo pequeno número de artigos com essa abordagem incluídos nessa revisão. Dentre os 20 artigos selecionados somente seis avaliaram o controle postural durante a execução de habilidades funcionais. Este tipo de abordagem é importante porque o equilíbrio é desafiado durante a execução de habilidades funcionais. Assim, essa carência de estudos com uma abordagem funcional pode ser um indicativo de que a avaliação do controle postural durante a execução de tarefas da rotina diária é um campo promissor para futuras pesquisas.

4.1.Design experimental e características dos participantes

Todos os estudos selecionados eram do tipo transversal envolvendo uma única avaliação. Este tipo de estudo é importante por permitir a identificação e caracterização das estratégias motoras utilizadas pelas crianças na regulação do controle postural (Thelen & Smith, 1998). Isto é especialmente importante em crianças com PC, porque um melhor conhecimento das estratégias de movimento utilizadas por estas crianças para o controle do equilíbrio pode levar à criação de programas de reabilitação mais efetivos.

O tamanho da amostra nos estudos variou entre 8 e 115 crianças ($M= 29,35; \pm 25,51$). A grande quantidade de estudos com amostras pequenas reflete a dificuldade em se obter grandes amostras de características homogêneas para esta população, resultante da alta variabilidade de características presente na PC. A análise do controle postural ortostático, além disso, requer complexos níveis de controle motor envolvendo a manutenção da postura em pé por ao menos 20 segundos (Ferdjallah, Harris, Smith & Wertsch, 2002) o que não pode ser desempenhado por

crianças com comprometimento severo. A idade das crianças avaliadas variou entre 9 meses e 18 anos, com nenhum estudo enfocando a análise em uma idade específica.

Em todos os estudos as crianças PC foram comparadas a crianças típicas de mesma idade, objetivando analisar as repercussões de injúrias no SNC na regulação do controle postural. Alguns autores dividiram sua amostra em diferentes grupos de idade (Saavedra, Woollacott & van Donkelaar, 2010; Rose et al., 2002; Burtner et al., 1998) buscando com isso estabelecer uma relação entre idade e performance motora postural tanto em crianças típicas quanto nas com PC.

Os estudos têm tipicamente observado um retardo na aquisição de tarefas posturais em crianças com PC devido a comprometimentos posturais (contrações de início retardado na musculatura de tornozelo, alta co-contracção de musculatura agonista-antagonista em torno das articulações, sequência alterada de ativação da musculatura postural, com recrutamentos próximos-distais) (Woollacott & Shumway-Cook, 2005). Essas crianças apresentam maiores dificuldades em retomar o equilíbrio após perturbações do que crianças típicas (Burtner, Woollacott, Craft, & Roncesvalles, 2007).

Esses achados são importantes para demonstrar os atrasos na aquisição de habilidades motoras e posturais em crianças com PC. Os padrões motores posturais nestas crianças diferem dos controles da mesma idade. E como resultado esses retardos motores posturais tem repercussões relacionadas ao desenvolvimento de habilidades funcionais como o alcance e a marcha (Burtner et al., 2007).

Com relação ao nível de comprometimento, todos os autores, com exceção de Näslund et al. (2002), avaliaram crianças de comprometimento leve a moderado. O nível de comprometimento motor foi tanto baseado nos níveis de GMFCS (Saavedra et al., 2010; Reilly et al., 2008; Burtner et al., 2007; Chen & Woollacott, 2007; Corrêa et al., 2007; Liu et al., 2007;

Zaino & McCoy, 2008) como em outros critérios de classificação da PC (Rose et al., 2002; Cherng et al., 1999; Burtner et al., 1998; Liao et al., 1997).

Crianças com PC de comprometimento leve em geral são mais escolhidas para estudos do controle postural na postura ortostática. Isto ocorre devido à necessidade de que a criança consiga manter-se nessa postura de forma independente para completar a tarefa necessária à análise nestes estudos.

Assim os estudos que enfatizam a avaliação da performance postural das crianças, em geral, avaliam-na de acordo com o seu nível de função motora. A avaliação pelo GMFCS considera comprometimentos estruturais e permite o estabelecimento de uma relação entre controle postural e nível de funcionalidade. No entanto, dos estudos que utilizaram o GMFCS, somente Liu, Zaino e McCoy (2007) analisaram o controle postural por meio de habilidades funcionais (ex. alcance manual). Assim, parece haver uma carência de estudos que avaliem controle postural em habilidades funcionais classificando as crianças de acordo com os níveis do GMFCS.

4.2. Análises de posturas e atividades

A maioria dos estudos da presente revisão avaliou o controle postural durante a permanência na postura ortostática (Donker, Ladebt, Roerdink, Savelsbergh & Beek, 2008; Reilly, Woollacott & Donkellar, 2008; Burtner et al., 2007; Chen & Woolacott, 2007; Corrêa et al., 2007; Ferdjallah et al., 2002; Rose et al., 2002; Burtner et al., 1999; Cherng et al., 1999; Burtner et al., 1998). Somente dois autores usaram a permanência na postura estática sentada (Saavedra et al., 2010; Cherng, Lin, Ju & Ho, 2009). Além disso, poucos estudos estabeleceram uma relação entre controle postural e habilidades funcionais da rotina diária em crianças com PC

(Cherng et al., 2009; Hsue, Miller & Su, 2009; Liu et al., 2007; Näslud et al., 2007; Zaino & McCoy, 2007; Liao et al., 1997).

O alto grau de comprometimento motor verificado em muitas crianças com PC faz da postura sentada a mais apropriada para o estudo desses indivíduos (Carlberg & Haddens-Algra, 2005). Como a maioria dos indivíduos com PC apresentam um comprometimento motor importante, o estudo do controle postural na postura sentada é bastante relevante. No entanto, a permanência nesta postura implica menores níveis de funcionalidade, mobilidade e exploração do ambiente comparada à postura ortostática e à locomoção, sendo dessa forma menos estudada.

Um grande nível de controle do equilíbrio é necessário na postura ortostática, porque nela há mais segmentos a serem controlados. Além disso, a manutenção da estabilidade e alinhamento corporal quando o corpo é submetido a altos níveis de perturbações internas (movimentos auto-iniciados) e externas (gravidade), como no ortostatismo, torna mais difícil a manutenção do equilíbrio. Somando-se a isso, trata-se de uma postura com maior relevância funcional em muitas atividades de vida diária relacionadas ao auto-cuidado e à mobilidade. Assim, ela é importante para a avaliação do controle postural, especialmente quando associada a atividades funcionais.

Habilidades funcionais foram utilizadas em algumas análises do controle postural. Liu et al. (2007) verificou os ajustes antecipatórios ao alcance manual na postura ortostática, pesquisadores verificaram a confiabilidade das medidas do CoP em atividades de alcance (Zaino & McCoy, 2007), realizaram a observação das respostas motoras a perturbações durante estas tarefas (Cherng et al., 2009), a relação entre controle postural ortostático e controle postural dinâmico na marcha (Liao et al., 1997), e verificaram a relação entre déficits de equilíbrio e medidas do CoP e CoM durante a marcha (Hsue et al., 2009). No entanto, ainda há poucos

estudos que enfatizam as restrições em habilidades funcionais causadas por comprometimentos no controle postural.

Explorar estas relações pode permitir a criação de uma visão ampla das capacidades das crianças e uma série de inferências sobre as repercussões dessas injúrias específicas na funcionalidade. Mais do que isso, essas inferências podem mais claramente especificar a melhor intervenção clínica a ser escolhida para uma criança orientando os padrões da reabilitação para suas necessidades a fim de promover melhoras nas habilidades posturais e funcionais.

O uso de uma abordagem funcional para a avaliação do controle postural foi utilizado em poucos estudos, com as habilidades estudadas restritas à marcha e alcance manual. Nenhuma outra atividade foi encontrada.

Habilidades como o movimento de transição da postura sentada para a de pé (ST-DP) estão integradas em muitas outras tarefas, permitindo a exploração do ambiente após a adoção da postura em pé. O movimento ST-DP é um pré-requisito para o andar, correr e pular (Janssen, Bussmann & Stam, 2002), atividades frequentes na rotina diária de uma criança típica (da Costa, Savelsbergh & Rocha, 2010). O estudo do controle postural durante o movimento ST-DP pode contribuir para avanços em reabilitação (dos Santos, Pavão & Rocha, 2011) por estabelecer uma relação entre o comprometimento (ex. controle postural alterado) e performance na atividade (ex. levantar-se de uma cadeira).

Alguns estudos avaliaram o movimento ST-DP em crianças com PC por meio de análise cinemática dos ângulos articulares (Hennington et al., 2004; Park, Park, Chang, Choi & Lee, 2004), momentos de força em torno das articulações requeridas para a atividade (Park et al., 2003), ou nível de ativação muscular em diferentes cargas utilizadas para realizar a atividade (Liao, Gam, Lin & Lin, 2010). Estes estudos verificaram que crianças com PC levam um maior

tempo que crianças típicas para realizar o movimento ST-DP (Hennington et al., 2004; Park et al., 2004), e mostraram uma maior taxa de co-contração muscular agonista-antagonista comparadas ao grupo controle (Liao, Gam, Lin & Lin, 2010). Além disso, essas crianças apresentam uma estratégia de flexão total do corpo durante a transição para a postura em pé, possivelmente para alcançar uma maior estabilidade postural (Park et al., 2003).

No entanto, estes estudos avaliaram o movimento ST-DP sem estender sua análise para uma avaliação do controle postural e busca de estabilidade durante o movimento. Assim, parece haver uma carência de estudos que avaliem o controle postural durante habilidades funcionais como o movimento ST-DP. O estudo deste movimento é importante porque a rotina diária oferece uma série de conflitos sensoriais e de estabilidade em que as crianças necessitam levantar-se de diferentes superfícies para explorar o ambiente à sua volta.

4.3. Ferramentas de mensuração e variáveis dependentes

O controle postural tem sido avaliado nos artigos já mencionados em uma variedade de condições incluindo na postura sentada (Saavedra et al., 2010; Cherng et al., 2009), ortostática (Donker et al., 2008; Reilly et al., 2008; Chen & Woollacott, 2007; Corrêa et al., 2007; Liu et al., 2007; Näslund et al., 2007; Zaino & McCoy, 2007; Ferdjallah et al., 2002; Rose et al., 2002; Burtner et al., 1999; Cherng et al., 1999; Burtner et al., 1998) e durante a locomoção (Hsue et al., 2009; Liao et al., 1997). Além disso, três tipos de controle postural têm sido analisados na postura sentada e em pé, incluindo o controle postural estático, o controle postural reativo presente na retomadas de perturbações inesperadas ao equilíbrio (geralmente causado por deslocamentos de plataformas de força moveis sobre as quais a criança se encontra em pé ou sentada), e controle postural antecipatório em que a criança ativa os músculos posturais

anteriormente ao início de um movimento como o alcance, para estabilizar o corpo durante sua realização.

Algumas ferramentas utilizadas pelos estudos para análise do controle postural tem sido eletromiografia (Burtner et al., 1999; Burtner et al., 1998), para monitoramento da ativação muscular em tarefas de manutenção da estabilidade e alinhamento corporal, e rastreamento magnético dos movimentos da cabeça no espaço (Saavedra et al., 2010).

No entanto, a maioria dos estudos tem empregado a plataforma de força para avaliação dos momentos de força em torno das articulações (Chen & Woollacott, 2007), amplitude da força de reação ao solo (Cherng et al., 2009; Näslund et al., 2007; Ferdjallah et al., 2002), e deslocamento do CoP dentro de um determinado período de tempo (Cherng et al., 2009; Hsue et al., 2009; Donker et al., 2008; Reilly et al., 2008; Burtner et al., 2007; Corrêa et al., 2007; Liu et al., 2007; Zaino & McCoy, 2007; Rose et al., 2002; Cherng et al., 1999; Liao et al., 1997).

As medidas de análise do deslocamento do CoP associado com os momentos de força em torno das articulações por meio de cálculo de dinâmica inversa permite uma avaliação mais completa do controle postural (Chen & Woollacott, 2007). Essa análise também permite a identificação da performance motora de crianças bem como das estratégias motoras utilizadas para conseguir alinhamento corporal (Newell et al., 1997).

A associação entre análise por plataforma de força e eletromiografia permite que se observe reações de desequilíbrio e as sinergias musculares envolvidas nestas respostas (Nashner et al., 1983). Assim, podem ser definidas as estratégias posturais mais comumente utilizadas.

Apesar da existência de uma metodologia bem definida para o estudo do controle postural, a comparação dos resultados do grande número de estudos analisados é limitada pelo grande

número de variáveis, parâmetros de normalização das respostas e procedimentos de processamento de dados utilizados pelos autores (Raymakers, Samson & Verhaar, 2005). Essas diferenças podem afetar a confiabilidade das comparações e as conclusões estabelecidas.

4.4. Caracterização do Controle Postural na Paralisia Cerebral

4.4.1. Controle Postural Sentado

Estudos anteriores mostraram que em crianças com PC de comprometimento leve a moderado ajustes posturais direção-específicos estão presentes na retomada do equilíbrio após perturbações quando na postura sentada, e os ajustes secundários, relacionados às características das respostas musculares, estão comprometidos (Carlberg & Hadders-Algra, 2005). Quando perturbadas nesta postura as crianças exibem padrões de ativação muscular proximal-distal, ativando primeiramente musculatura de quadril, excessiva co-ativação da musculatura antagonista, bem como uma pobre modulação da amplitude das respostas (Carlberg & Hadders-Algra, 2005; Brogren et al, 2001). Durante movimentos auto-iniciados nesta postura como o alcance, os ajustes posturais antecipatórios raramente exibem co-ativação antagonista. Assim, em crianças com PC a co-ativação da musculatura postural parece ser tarefa específica. Quando sentadas de forma semi-estática, essas crianças exibem uma maior oscilação da cabeça que crianças típicas, mesmo com suporte de tronco (Saavedra et al., 2010).

4.4.2. Controle Postural Ortostático

Pesquisadores demonstraram que crianças com PC apresentam uma maior oscilação postural na postura ortostática e reportaram que a estabilidade na condição de olhos fechados é o melhor preditor da função motora grossa nessas crianças (Liao & Hwang, 2003). No entanto, tem sido demonstrado que nem todas as crianças PC apresentam um padrão de oscilação alterado na postura ortostática. Rose et al. (2002) em um estudo com crianças PC deambuladoras

demonstrou que a maioria delas apresentou padrões de oscilação do CoP semelhantes ao de crianças típicas. Em outro estudo examinando a estrutura das trajetórias do CoP em crianças PC na postura ortostática na condição de olhos abertos, olhos fechados e durante tarefas de manipulação de *feedback* visual (requerendo um foco externo de atenção) pesquisadores reportaram que a amplitude da oscilação foi maior e mais regular em crianças com PC comparadas a crianças típicas (Donker et al, 2007). A regularidade da oscilação do CoP é inversamente relacionada à automaticidade do controle postural, o que sugere que as respostas posturais são menos automáticas para crianças com PC (Donker et al., 2007; Roerdink et al., 2006). Os pesquisadores também verificaram que a criação de um foco externo de atenção, desviando o foco do controle da postura gerou uma redução na regularidade de oscilação do CoP e no valor total dessa oscilação (Wulf, McNevin & Shea, 2001). Isto suporta a idéias de que a adoção de um foco externo de atenção pode aprimorar a performance em habilidades motoras, permitindo a geração de respostas posturais mais automáticas.

4.4.3. Controle Postural Reativo

Estudos usando plataformas de força móveis para perturbar o equilíbrio de crianças com PC (simulando o ato de estar em um ônibus em movimento) encontraram que estas crianças (hemiplégicas e diplégicas espásticas) utilizam a estratégia do passo para manutenção da estabilidade a menores velocidades de deslocamento da plataforma comparadas a crianças típicas; levam um maior período de tempo para retomar a estabilidade após perturbações, e apresentam maiores deslocamentos do CoP no restabelecimento do equilíbrio (Chen & Woollacott, 2003; Woollacott & Shumway-Cook, 2005). Embora sejam crianças que mostrem ajustes posturais direção-específicos, apresentam maiores excursões do CoP quando comparadas

a crianças típicas (Woollacott & Shumway-Cook, 2005), pela dificuldade em coordenar estes ajustes.

Alguns dos fatores responsáveis pelas limitações apresentadas por crianças com PC na retomada do equilíbrio são restrições nas respostas neuromusculares, tais como maiores níveis de atividade muscular basal quando na postura em pé, maior tempo de latência para respostas de equilíbrio na presença de perturbações posturais (Burtner et al 1998), desorganização no tempo e na sequência das respostas neuromusculares (aumento da ativação muscular proximal-distal e do índice de co-contração muscular agonista-antagonista) (Burtner et al, 1998; Woollacott & Shumway-Cook, 2005). Alguns pesquisadores também verificaram protrusão/retração do quadril e um menor índice de ativação na articulação do tornozelo (Ferdjallah et al., 2002). Com relação às restrições biomecânicas que afetam a recuperação do equilíbrio após perturbações, Burtner & Woollacott (1998) verificaram que crianças típicas, quando colocadas na posição de *crouch*, comumente adotada por crianças PC, passam a exibir padrões de recrutamento muscular e de oscilação do CoP similares aos adotados por estas crianças.

Assim, não apenas a lesão central, mas também as restrições biomecânicas podem contribuir para os déficits verificados para a retomada do controle postural em crianças com PC. Outro fator que pode contribuir para este comprometimento nas respostas na PC é a incapacidade para aumentar as amplitudes da contração muscular à medida que a intensidade da perturbação aumenta (Roncesvalles et al., 2002)

4.4.4. Controle Postural Antecipatório

Crianças com PC do tipo hemiplégicas espásticas apresentam problemas na ativação da musculatura para gerar respostas posturais anteriores à atividade muscular voluntária (a fim de estabilizar o corpo durante a realização do movimento) (Nashner et al., 1983; Zaino & McCoy,

2008). Quando é solicitado que essas crianças puxem ou empurrem uma alça na postura em pé há uma menor ativação da musculatura postural do lado parético comparado ao lado contralateral. Do lado parético a ativação da musculatura do membro superior antecede a ativação dos músculos posturais e de membros inferiores, ao passo que do lado íntegro há uma ativação antecipatória destes músculos na busca estabilizar o corpo para a realização do movimento com o membro superior (Nashner et al., 1983).

Em outros estudos que avaliaram criança com outras formas de PC, a análise do movimento de alcance na postura em pé (Liu et al., 2007) revelou a presença de atividade muscular anterior ao início do movimento nestas crianças, porém, com uma alta variabilidade de atividade muscular. Este comportamento pode ser resultante de padrões anormais de recrutamento muscular, altos níveis de co-contração muscular, e sequência alterada de recrutamento muscular (Zaino & McCoy, 2008).

Um estudo avaliou crianças com PC do tipo diplégicas espásticas para comparar a relação entre controle postural ortostático e performance na marcha. Foi verificado que o equilíbrio dinâmico tinha correlação significativa com a função da marcha. A análise da marcha também revelou que quanto maior o deslocamento do CoP nestas crianças, pior foi o alinhamento corporal e a coordenação inter-membros e menor a velocidade da marcha (Liao et al., 1997).

Apesar de esses estudos fornecerem uma detalhada descrição do controle postural em crianças com PC, poucos deles avaliaram o controle postural durante a realização de atividades funcionais desempenhadas na rotina diária e descreveram as restrições nas atividades funcionais causadas por comprometimentos no controle postural. Esta relação é importante devido ao papel desempenhando pela funcionalidade na reabilitação do controle postural.

4.5.Manipulação de Fatores Extrínsecos

Em relação à influência de fatores extrínsecos sobre o controle postural, foram encontrados estudos utilizando manipulação visual (Saavedra et al., 2010; Donker et al., 2008; Ferdjallah et al., 2002; Rose et al., 2002; Cherng et al., 1999; Liao et al., 1997), proprioceptiva (Saavedra et al., 2010; Cherng et al., 2009; Reilly et al., 2008; Corrêa et al., 2007; Burtner et al., 1998), perturbações posturais com deslocamento da base de suporte (Burtner et al., 2007; Chen & Woollacott, 2007; Burtner et al., 1999; Cherng et al., 1999; Burtner et al., 1998; Liao et al., 1997) e manipulações da superfície sobre a qual se está sentado com diferentes níveis de inclinação (Cherng et al., 2009).

Os resultados dos estudos que manipularam a disponibilidade de visão para modulação do controle visual mostraram que crianças com PC exibem um maior deslocamento do CoP com os olhos fechados comparadas a crianças típicas (Rose et al., 2002). A privação da visão também aumenta o uso das estratégias de quadril e tornozelo nesta população (Ferdjallah et al., 2002). No entanto, as estratégias de tornozelo encontram-se limitadas pelo menor nível de ativação em dorsiflexores decorrente da lesão. Assim, a privação da visão parece exacerbar os déficits do controle postural ortostático, o que sugere que os *inputs* visuais são importantes para o controle da postura nesta população.

A disponibilidade de informação sensorial foi manipulada pela mudança da disposição da base de suporte nas crianças com PC. Verificou-se que na permanência ortostática com os pés paralelos, alinhados com os ombros, crianças com comprometimento leve tinham desempenho semelhante ao de crianças típicas de mesma idade. No entanto, quando a distância entre seus pés era reduzida, as respostas motoras por elas apresentadas eram similares às verificadas em crianças típicas de idade inferior, o que sugere que há um comprometimento motor, que dificulta a permanência na postura em pé com bases de suporte reduzidas (Reilly et al., 2008). Este

comprometimento decorre de déficits centrais, e é percebido pela dificuldade das crianças em integrar informações sensoriais.

Perturbações da superfície de suporte geram maiores índices de instabilidade em crianças com PC que nas típicas (Burtner et al., 2007), especialmente quando ocorrem sobre ausência de informação visual. O comprometimento na habilidade de integração sensorial (Cherng et al., 1999) gera um aumento na taxa de co-contracção agonista-antagonista na tentativa de prover maior estabilidade para estas crianças (Burtner et al., 1998). No entanto, nem sempre estas adaptações motoras provêm sucesso na manutenção da estabilidade e alinhamento corporal em diferentes posturas. Assim, tem sido demonstrado que a incoordenação entre as articulações contribuem para o retardo no desenvolvimento do controle postural em crianças com PC (Chen & Woollacott, 2007).

De forma sucinta, os fatores extrínsecos têm um importante papel no controle dos ajustes posturais, especialmente em crianças com PC, dado o déficit de integração verificado nestas crianças. Isto faz com que o controle postural seja constantemente desafiado na rotina diária, uma vez que diferentes situações e ambientes sensoriais requerem diferentes ajustes.

Assim, a manipulação de fatores extrínsecos durante a realização de habilidades funcionais parece ser um campo de pesquisa promissor, não só pela carência de estudos abordando o comportamento postural de crianças com PC em atividades da rotina diária, mas também pelos inúmeros conflitos sensoriais e de estabilidade que a criança precisa vencer em seu dia-a-dia para desempenhar tarefas em diferentes situações e poder explorar o ambiente à sua volta.

5. CONCLUSÃO

O estudo do controle postural na PC tem sido amplamente realizado e descrito na literatura, com uma metodologia bem definida. Os estudos revelam que crianças com PC apresentam restrições em suas respostas posturais, especialmente com a manipulação de ambientes sensoriais. No entanto, em relação aos estudos existentes sobre o controle postural em PC, poucos exploram a análise do comportamento postural nestas crianças durante a realização de habilidades funcionais. Assim, há uma carência de estudos com essa abordagem na literatura, o que representa um campo promissor de pesquisas na área de controle postural. Este tipo de investigação é importante porque o controle postural é desafiado durante a realização de atividades funcionais, e crianças com PC apresentam restrições que podem interferir com a manutenção do equilíbrio durante a realização destas tarefas.

6. AGRADECIMENTOS DE FINANCIAMENTOS

O presente estudo recebeu apoio financeiro da FAPESP (2010/12594-4 e 2010/15010-3).

ESTUDO II



**CONTROLE POSTURAL NO MOVIMENTO SENTADO PARA
DE PÉ E NA POSTURA ORTOSTÁTICA EM CRIANÇAS
TÍPICAS**

Título: Controle postural no movimento sentado para de pé e na postura ortostática em crianças típicas

Autores: Silvia Leticia Pavão¹; Adriana Neves dos Santos¹; Ana Beatriz de Oliveira¹; Fernanda Pereira dos Santos Silva¹; Nelci Adriana Cicuto Ferreira Rocha¹

Instituição

¹Universidade Federal de São Carlos

Departamento de Fisioterapia, Setor de Neuropediatria. Rod. Washington Luis, km 235, 13565-905, São Carlos-SP.

Discente

Silvia Leticia Pavão

Aluna de mestrado, bolsista FAPESP (2010-12594-4)

Orientador: Nelci Adriana Cicuto Ferreira Rocha

1. INTRODUÇÃO

A avaliação do controle postural por meio do comportamento do centro de pressão (CoP) é uma valiosa ferramenta de medidas do desenvolvimento deste controle (Kyvelidou, Harbourne, Shostrom & Stergiou, 2010) que permite a verificação de alterações no comportamento postural (Donker, Ladebt, Roerdink, Savelsbergh & Beek, 2008), seja em posturas estáticas ou atividades dinâmicas.

Ao longo da primeira década de vida da criança, o controle postural passa por mudanças (Shumway-Cook & Wollacott, 1985) relacionadas à sua capacidade de adaptar-se às múltiplas fontes de informações sensoriais que lhe estão disponíveis e que são constantemente modificadas (Rinaldi, Polastri & Barela, 2009).

A maioria dos estudos sobre o desenvolvimento do controle postural em crianças atém-se à identificação da capacidade de integração das informações sensoriais, utilizando para isso perturbações do equilíbrio e analisando as respostas a estas perturbações (Fujiwara, Kiyota, Mammadova & Yaguchi, 2011; Rinaldi et al., 2009; Casselbrant, Mandel, Sparto, Redfern & Furman, 2007; Godoy & Barela, 2007; Peterson, Christou & Rosengren, 2006; Shumway-Cook e Woollacott, 1985), que são essenciais para identificar respostas adaptativas da criança. Porém, são poucos os estudos que avaliam o comportamento postural na postura ortostática sem a manipulação de informações sensoriais (Sobera et al., 2011; Kirshenbaum, Riach & Starks, 2001; Barela, Polastri & Godoi, 2000). Esta avaliação é importante, pois permite analisar o controle postural estático, considerando o controle de habilidades fechadas, ou seja, sem modificações complexas do ambiente (Magill, 2000), essencial para a realização de atividades funcionais na postura ortostática (Näslund, Sundelin & Hirschfeld, 2007; van der Heide & Hadders-Algra, 2005; Woollacott & Shumway-Cook, 2005).

Pesquisadores ao avaliarem o desenvolvimento do controle postural na postura ortostática com (Fujiwara et al., 2011; Rinaldi et al., 2009; Godoy & Barela, 2007; Shumway-Cook & Woollacott, 1985) ou sem manipulação sensorial (Sobera, Siedlecka & Syczewska, 2011; Kirshenbaum, Riach & Starks, 2001) ao longo da primeira década de vida têm identificado um aumento da estabilidade postural. Entretanto, poucos estudos avaliaram tais comportamentos relacionando-os ao estudo do controle postural em atividades funcionais executadas na rotina diária. Autores avaliaram o controle postural em crianças em atividades como a marcha (Hsue, Miller & Su, 2009; Liao et al., 1997) e alcance manual (Cherng et al., 2009; Liu et al., 2007; Näslund et al., 2007; Zaino & McCoy, 2007) porém, não foram encontrados na literatura pesquisada, estudos que avaliassem durante atividades como o movimento sentado para de pé (ST-DP), uma atividade funcional amplamente utilizada na rotina diária da criança (Janssen et al., 2002).

Durante o movimento ST-DP, o corpo desempenha funções em que deve vencer as forças externas que o desestabilizam requerendo para isso controle postural dinâmico (Yoshioka, Nagano, Hay & Fukashiro, 2009). Este movimento, além de requerer grandes momentos articulares, exige que o centro de massa (CoM) seja movido de uma base mais estável (sentada) para uma menos estável (em pé) (Janssen, Bussmann & Stam, 2002; Vander Linden, Brunt & McCulloch, 1994), exigindo sua transferência anterior e superior (Seven, Akalan & Yucesoy, 2007). Desta forma, movimentos como o ST-DP exigem altos níveis de controle postural para sua realização.

No entanto, apesar de amplamente executado e essencial à independência e funcionalidade da criança (dos Santos, Pavão & Rocha, 2011), poucos estudos avaliaram esse movimento na população infantil (Liao, Gan, Lee & Kim, 2010; Yonetsu, Nitta, & Surya, 2009; Seven et al.,

2008; Liao, Liu, Liu & Lin, 2007; Park, Park, Chang, Park & Lee, 2006; Guarrera-Bowlby & Gentile, 2004; Park, Park, Chang, Choi & Lee 2004; Park, Park, Lee & Kim, 2003; Papa & Cappozzo, 2000), especialmente com foco no controle postural necessário à sua realização.

Desta forma, faltam estudos que caracterizem o desenvolvimento do controle postural estático e dinâmico ao longo dos anos em crianças, e que permitam o entendimento do comportamento do CoP nestas atividades.

Além disso, a discutida relação entre controle postural e funcionalidade (van der Heide & Hadders-Algra, 2005; Woollacott & Shumway-Cook, 2005), faz com que o comportamento do CoP na postura ortostática possa ser um determinante do desempenho em atividades dinâmicas como o movimento ST-DP. Assim, o estabelecimento de tal relação parece importante por permitir a inferência do quanto os déficits de controle postural estático podem interferir com a realização de atividades relevantes na rotina diária das crianças, além de proporcionar um maior entendimento do comportamento do CoP em ambas as tarefas, gerando subsídios para orientação da prática clínica e detecção de problemas no controle postural em crianças com distúrbios neuromotores. Este tipo de estudo é importante especialmente em crianças na faixa etária entre 5 e 12 anos, fase em que o controle postural está em desenvolvimento (Rinaldi et al., 2009) e após esse período passa a ter comportamento semelhante ao de adultos (Godoy & Barela, 2008).

Em vista disso, os objetivos do presente estudo foram caracterizar o comportamento do CoP em crianças entre cinco e 12 anos nas posturas ortostática e no movimento ST-DP; e avaliar a relação entre o comportamento do CoP nestas tarefas estática e dinâmica, respectivamente.

Acredita-se que ao longo dos anos o comportamento do CoP apresente uma menor oscilação, tanto na postura ortostática, como no movimento ST-DP. Além disso, dada a importância do controle postural na postura ortostática para a movimentação e mobilidade,

acredita-se que as crianças que apresentam padrões mais estáveis de oscilação nesta postura, apresentarão também padrões mais estáveis durante o movimento de ST-DP, uma vez que o controle postural estático é requisito para a execução de tarefas dinâmicas (Prosser, Lee, VanSant, Barbe & Lauer, 2010; Gam, Tung, Tang & Wang, 2008).

2. MÉTODOS

2.1.Participantes

Os responsáveis por 65 crianças foram convidados a participar do estudo. Destes, 34 se recusaram a participar, 2 crianças foram excluídas por não adequação dos critérios de inclusão. Desta forma, 29 crianças típicas, sendo 14 meninos e 15 meninas, com idade entre 5 e 12 anos ($M= 8,33 \pm 2,3$) anos participaram do estudo, duas dessas crianças foram excluídas por não executarem tentativas válidas, totalizando 27 crianças participantes. Estas crianças foram recrutadas em escolas da rede municipal e particular do município de São Carlos. Não foram incluídas crianças nascidas com idade gestacional inferior a 37 semanas, com incapacidade de entender comandos simples, deformidades ortopédicas ou que estivessem fora do percentil de peso e altura esperado para suas idades (Riddiford-Harland, Steele & Baur, 2006).

As crianças foram divididas em quatro grupos de acordo com sua faixa de idade: (a) G1: formado por seis crianças de 5 e 6 anos de idade; (b) G2: formado por oito crianças de 7 e 8 anos; (c) G3: formado por sete crianças de 9 e 10 anos; (d) G4: formado por seis crianças de 11 e 12 anos.

A formalização da participação no estudo foi realizada por meio da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido pelos pais ou responsáveis pela criança. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de São Carlos parecer 363/2010.

2.2.Equipamentos e Materiais

Os responsáveis pelas crianças foram entrevistados para preenchimento do “Protocolo para Coleta de Dados das Mães e Crianças” a fim de obter informações sobre a gestação e o desenvolvimento pós-natal da criança, as quais direcionaram os critérios de inclusão e não inclusão no estudo.

As crianças também foram avaliadas por meio do “Protocolo de Avaliação Inicial” para a obtenção de seus dados ortopédicos e antropométricos.

Para captação dos dados cinéticos durante a execução do movimento ST-DP e para manutenção da postura ortostática, bem como para avaliação cinética dos componentes vertical, ântero-posterior e médio-lateral do deslocamento do centro de pressão foi utilizada uma plataforma de força BERTC 400 (IBertec[®]), com frequência de aquisição de 1000 Hz.

A realização das tarefas foi filmada por uma câmera filmadora da marca Sony, sem a utilização de *zoom*, modelo HDR-XR150, com frequência de aquisição de 30 Hz, que registra imagens no formato HDD, com um tipo de imagem progressivo que não divide as imagens capturadas em quadros separados, como na captura entrelaçada. A câmera esteve acoplada a um tripé, posicionado póstero-lateralmente ao banco no qual a criança estava sentada. Um iluminador foi posicionado ao lado da câmera para obtenção de iluminação adequada (Figura 1). As imagens foram abertas no Sistema de videogrametria Dvideow[®] (*Digital Video for Biomechanics for Windows 32 bits*) versão 5.0 (Figuroa, Leite & Barros, 2003).

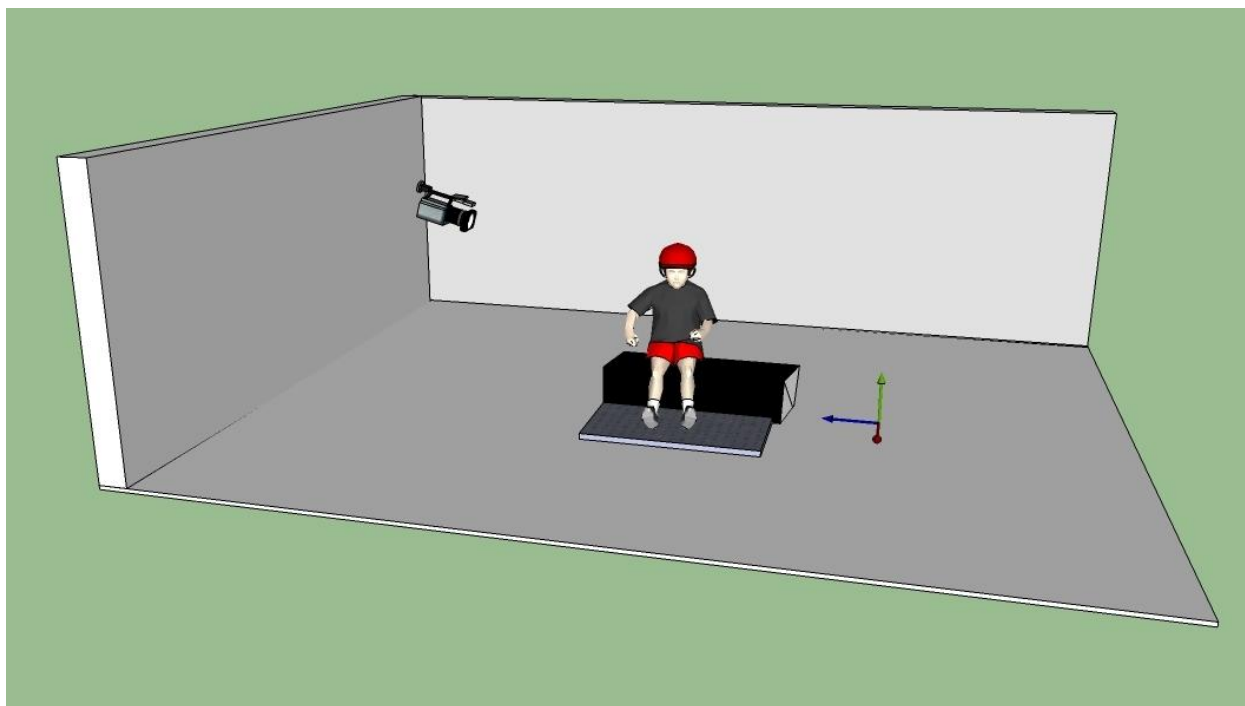


Figura 1. Desenho esquemático do arranjo laboratorial para a coleta dos dados do estudo.

2.3.Procedimentos

Durante a coleta de dados as crianças permaneciam descalças para que seus calçados não interferissem em seu comportamento motor durante as atividades; e parcialmente despidas na parte superior do corpo para o correto posicionamento de um marcador reflexivo na altura de sua vértebra torácica T1 para determinação do início e fim do ST-DP.

A determinação de início e fim do movimento ST-DP foi realizada a partir dos dados de imagem da câmera filmadora. O início do movimento foi determinado a partir da utilização do *software* Dvideow®, como o primeiro movimento à frente e para cima do marcador posicionado na altura de T1, e seu fim como o movimento final do marcador (Hennington et al., 2004).

Tendo em vista que a frequência de aquisição dos dois sistemas de aquisição era diferente, o evento utilizado para sincronização foi considerado em unidade de tempo. Para a sincronização entre os dados de imagem e os dados da plataforma, anteriormente a cada tentativa, um interruptor manual, que acionava uma lâmpada de LED, era pressionado pelo pesquisador sobre

a plataforma, de modo a gerar um pico no componente vertical da força de reação ao solo para a plataforma, e um sinal luminoso para a câmera. Desta forma, a cada tentativa, a partir da utilização do Dvideow®, eram determinados os quadros de início do sinal luminoso, início e fim do movimento. A partir da determinação destes quadros, foi implementada uma rotina em ambiente Matlab para o corte dos dados cinéticos no momento exato da tentativa.

2.3.1. Teste sentado para de pé e postura ortostática

A partir da postura sentada em um banco com altura e inclinação ajustáveis, de modo a posicionar as articulações de quadril, joelho e tornozelo a 90°, com os pés alinhados na direção dos quadris, cada uma das crianças foi instruída a assumir a postura ortostática, sem a utilização das mãos e em velocidade auto-selecionada. As mãos deveriam estar posicionadas sobre as coxas das crianças durante a realização do ST-DP. O movimento foi executado sete vezes, sendo as duas vezes iniciais consideradas tentativas de adaptação e as cinco vezes finais tentativas válidas (Figura 2).

Para garantir a consistência do posicionamento dos pés das crianças na plataforma foi desenhado um círculo em seu centro e, no momento anterior a cada tentativa, os pés da criança eram posicionados no interior do círculo. No, entanto, ela poderia realizar ajustes para iniciar a atividade.

Apenas foram consideradas como válidas as tentativas nas quais as crianças não retiravam os pés da plataforma durante a execução do movimento, uma vez que a retirada ao gerar valores nulos de CoP inviabilizaria o cálculo das variáveis (Duarte & Freitas, 2010). Em decorrência de metade das crianças terem realizado uma única tentativa válida durante o movimento ST-DP, retirando seus pés da plataforma no início do movimento. Para análise do CoP no movimento ST-DP foi utilizada uma única tentativa válida. Para as crianças que realizaram mais do que uma

tentativa sem a retirada dos pés foi realizado um sorteio para determinação da tentativa a ser utilizada para análise estatística. Tendo atingido a postura ortostática, as crianças permaneciam nela por 5 segundos, antes de sentarem-se novamente.

Após a execução do movimento ST-DP, as crianças puderam descansar sentadas por um período de cinco minutos e em seguida foi realizada uma coleta dos dados referente à permanência na postura ortostática. Nesta, a criança deveria permanecer em pé sobre a plataforma, com os pés alinhados na direção dos quadris, os membros superiores ao longo do corpo, o mais imóvel possível e olhando para um ponto fixo na altura dos seus olhos a uma distância de um metro, por 30 segundos. Foram realizadas cinco tentativas, sendo as duas primeiras consideradas adaptação, e as três últimas tentativas válidas. Entre cada uma das tentativas foi dado um período de descanso de dois minutos.

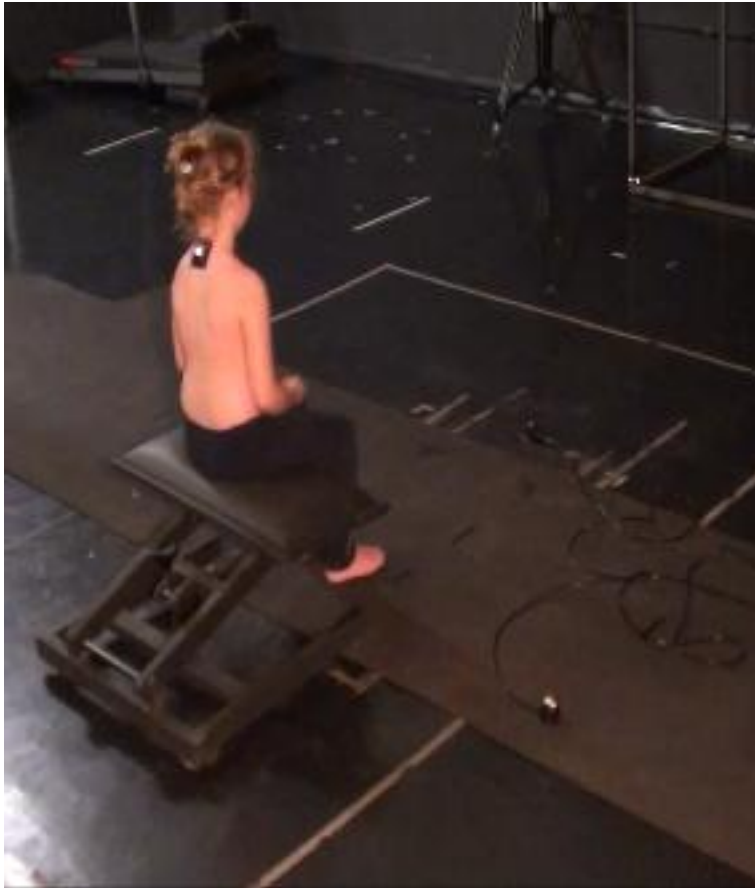


Figura 2. Posicionamento da criança para a realização das tentativas relativas ao movimento sentado para de pé (ST-DP)

Por motivos de padronização da análise dos dados, o mesmo procedimento de sorteio foi realizado para as tentativas de permanência na postura ortostática. Assim, das três tentativas válidas realizadas pela criança, apenas uma foi escolhida para análise.

2.4.Descrição das variáveis dependentes do estudo

Para cada uma das atividades analisadas foram utilizadas as mesmas variáveis de análise:

a) Oscilação total – Relaciona-se ao tamanho ou comprimento da trajetória do CoP sobre a base de suporte. Sua unidade de medida é dada em cm.

b) Amplitude de deslocamento Ântero Posterior (AP) – Verifica o total da oscilação do CoP na direção AP. Corresponde à variância dos valores do CoP entre o deslocamento máximo e mínimo nesta direção. Sua unidade de medida é dada em cm.

c) Amplitude de deslocamento Médio Lateral (ML) - Verifica o total da oscilação do CoP na direção ML. Corresponde à variância dos valores do CoP entre o deslocamento máximo e mínimo nesta direção. Sua unidade de medida é dada em cm.

d) Área de oscilação do CoP – Corresponde à dispersão da oscilação considerando de forma conjunta as direções AP e ML. A área de deslocamento foi calculada a por meio de método estatístico envolvendo análise dos componentes principais. Nele é possível o cálculo de uma elipse que engloba 95% dos dados do CoP, sendo que os dois eixos da elipse são calculados a partir das medidas de dispersão dos sinais do CoP. Sua unidade de medida é dada em cm^2 .

e) Velocidade Média Total de oscilação do CoP – Reflete o quão rápido ocorreu a oscilação corporal nas direções AP e ML, no domínio do tempo. A velocidade média foi calculada a partir da trajetória de deslocamento do CoP nas direções AP e ML separadamente, dividindo o valor da trajetória pelo tempo total da tentativa. Sua unidade de medida é dada em cm/s.

f) Frequência Média de oscilação do CP – Identifica o número de oscilações do CoP em um determinado tempo. Esta variável é obtida estimando a densidade espectral (PSD – Método Welch), com segmentos de 1024 pontos e 50% de sobreposição destes segmentos, do deslocamento do CoP nas duas direções. A frequência de oscilação foi calculada obtendo a área correspondente a 50% da área total do espectro, e a frequência em que este valor de área foi alcançado. A unidade de medida da frequência é dada em Hz.

2.5. Análise dos Dados

Os dados obtidos com a plataforma de força foram processados e filtrados (filtro digital Butterwoth de 4ª ordem, passa baixa com frequência de corte de 5 Hz) por meio do *software* Matlab (*Mathworks Inc, Natick, MA, USA*) para a determinação das variáveis. A normalização dos dados foi realizada por meio dos valores de peso corporal das crianças.

2.6. Análise Estatística

Das três tentativas válidas realizadas pelas crianças no movimento ST-DP e na permanência na postura ortostática, apenas uma tentativa em cada condição foi escolhida para análise. Para estes dados, foi aplicado o teste de normalidade de *Ryan-Jones* ($p < 0,01$), com o qual se verificou a não normalidade dos dados.

Desta maneira, o teste não-paramétrico de *Kruskal-Wallis* foi utilizado para a comparação dos grupos etários de crianças para cada uma das variáveis analisadas no estudo. O Coeficiente de Variação (CV) foi calculado para determinar a variabilidade em cada grupo etário para cada uma das variáveis. Os valores de CV foram expressos em porcentagem. Um CV menor ou igual a 15% é indicativo de baixa dispersão, apontando homogeneidade dos dados; um CV entre 15 e 30% indica média dispersão; e um CV maior ou igual a 30% indica uma alta dispersão, apontando para heterogeneidade dos dados. A correlação de *Spearman* (r) foi utilizada para demonstrar a relação entre a estabilidade na postura ortostática e o movimento ST-DP. O nível de significância de 5% foi considerado nas análises. O software utilizado nas análises foi o SPSS 17.

3. RESULTADOS

As 29 crianças realizaram um total de 145 tentativas do movimento ST-DP e 87 tentativas de permanência na postura ortostática. No entanto, duas dessas crianças durante a realização do movimento ST-DP não realizaram nenhuma tentativa válida, pois retiraram seus pés da plataforma inviabilizando o cálculo das variáveis. Dessa forma, foram retiradas do estudo, sendo também desconsiderados os dados referentes à sua permanência na postura ortostática.

Assim, foram escolhidas uma tentativa do movimento ST-DP e uma tentativa de permanência na postura ortostática de cada criança, sendo, portanto, analisadas 27 tentativas para cada uma das atividades.

Comportamento do CoP no Movimento ST-DP

Em relação ao comportamento do CoP durante o movimento ST-DP não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos etários para nenhuma das variáveis estudadas. Os gráficos expressando as médias e desvios padrão para cada uma das variáveis utilizadas na análise do movimento ST-DP em cada um dos grupos etários, encontram-se na Figura 3.

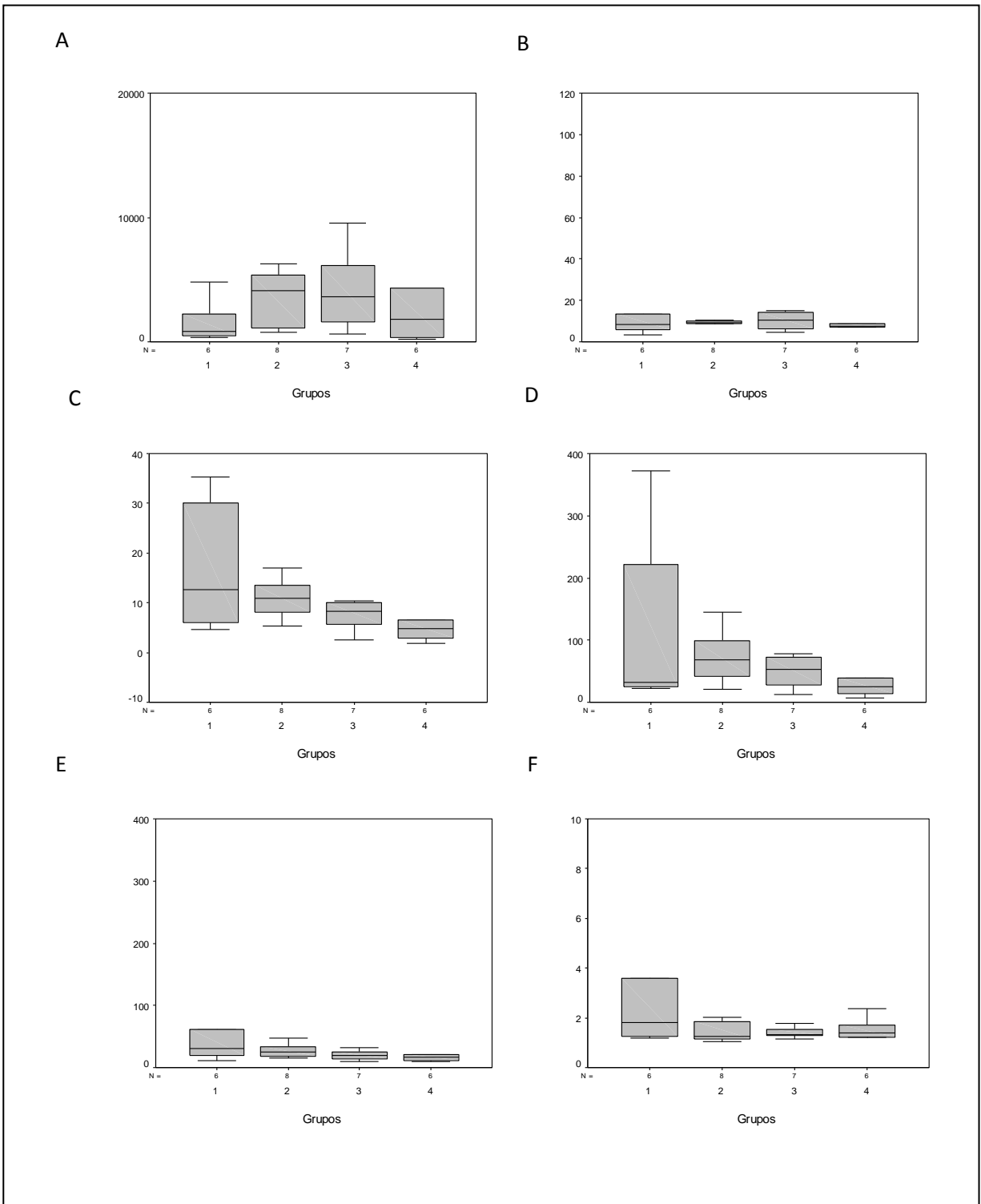


Figura 3. Média e desvio padrão das variáveis do movimento ST-DP para os Grupos 1 (5-6 anos), 2 (7-8 anos), 3 (9-10 anos) e 4 (11-12 anos). A: Oscilação total do CoP; B: Amplitude de deslocamento do CoP AP; C: Amplitude de deslocamento do CoP ML; D: Área de oscilação do CoP; E: Velocidade média de oscilação do CoP; F: Frequência média de oscilação do CoP.

Comportamento do CoP na Postura ortostática

Quanto ao comportamento do CoP na postura ortostática, também não foram observadas diferenças significativas entre os grupos etários para nenhuma das variáveis estudadas. Os gráficos expressando as médias e desvios padrão para cada uma das variáveis utilizadas na análise da permanência na postura ortostática em cada um dos grupos etários encontram-se na Figura 4.

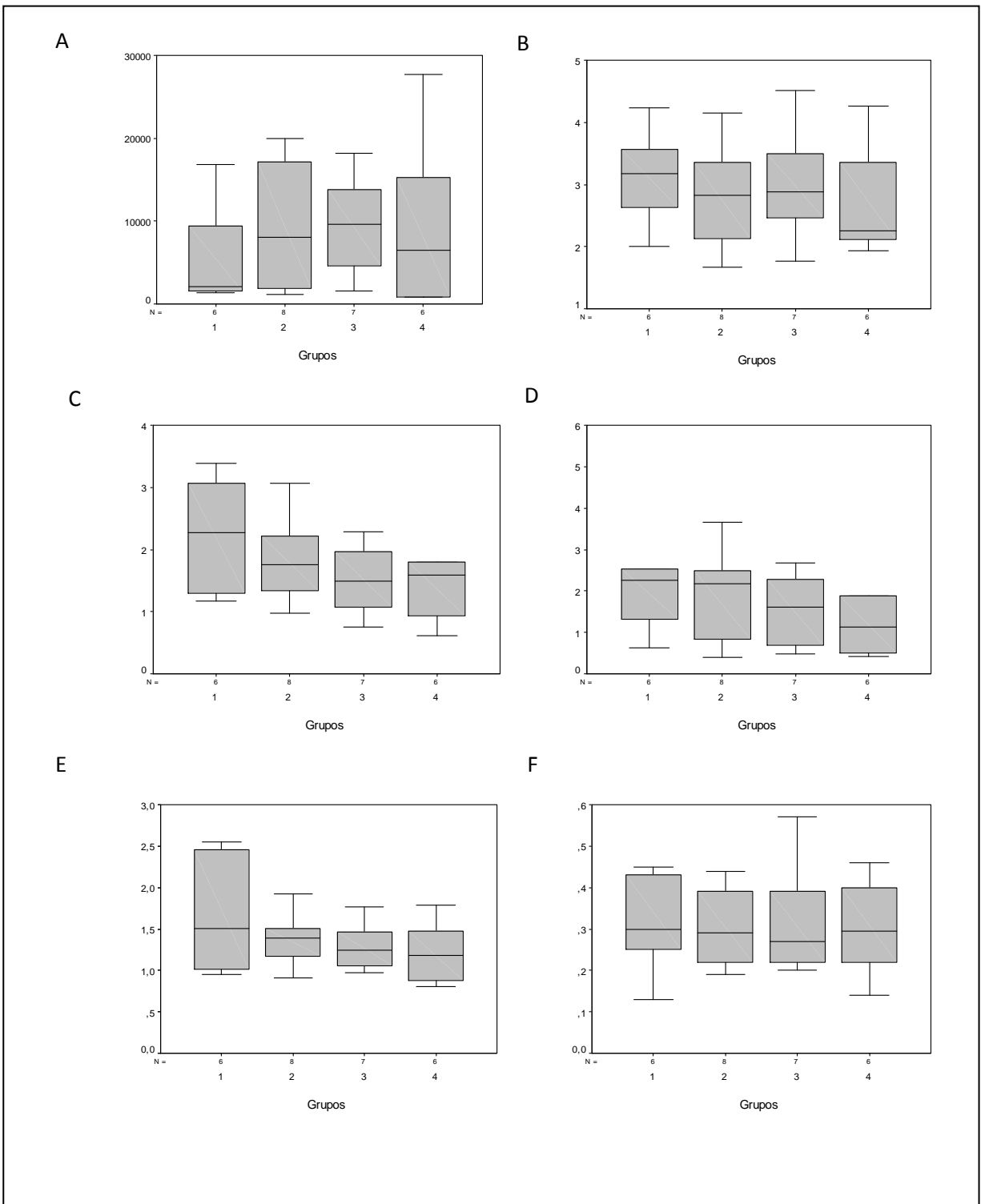


Figura 4. Média e desvio padrão das variáveis na postura ortostática para os Grupos 1 (5-6 anos), 2 (7-8 anos), 3 (9-10 anos) e 4 (11-12 anos). A: Oscilação total do CoP; B: Amplitude de deslocamento do CoP AP; C: Amplitude de deslocamento do CoP ML; D: Área de oscilação do CoP; E: Velocidade média de oscilação do CoP; F: Frequência média de oscilação do CoP.

Quanto à variabilidade observada entre os grupos etários em cada variável, não foi possível estabelecer um padrão regular de comportamento do CV ao longo dos grupos etários. Pôde-se apenas observar uma tendência aos maiores valores de CV estarem presentes no G1 e G4, indicando grande dispersão dos dados e, portanto, heterogeneidade no comportamento das crianças. Os valores do CV para cada uma das variáveis em cada grupo encontram-se descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Coeficiente de Variação das variáveis analisadas nos Grupos 1 (5-6 anos), 2 (7-8 anos), 3 (9-10 anos) e 4 (11 a 12 anos), para cada tarefa, movimento sentado para de pé (ST-DP) e permanência na postura ortostática (CP).

Movimento ST-DP	G1	G2	G3	G4	Postura Ortostática	G1	G2	G3	G4
Oscilação Total ST-DP	108%	65%	77%	154%	Oscilação Total CP	113%	82%	69%	113%
Amplitude AP ST-DP	166%	31%	43%	78%	Amplitude AP CP	29%	36%	36%	42%
Amplitude ML ST-DP	76%	35%	56%	134%	Amplitude ML CP	40%	37%	40%	57%
Área ST-DP	125%	56%	57%	132%	Área CP	67%	59%	61%	105%
Velocidade Média ST-DP	157%	41%	41%	88%	Velocidade Média CP	42%	22%	23%	30%
Frequência Média ST-DP	91%	46%	17%	28%	Frequência Média CP	39%	32%	43%	40%

Relação entre o CoP Estático e Dinâmico

A correlação estabelecida entre as variáveis da permanência na postura ortostática e as do movimento ST-DP foi significativa, positiva e forte apenas entre as variáveis de oscilação total do CoP em cada uma das posturas ($r=0,806$; $p<0,0001$), indicando que crianças que apresentam maiores valores do deslocamento do CoP na postura ortostática, também apresentam maiores valores de deslocamento do CoP no movimento ST-DP, isto para todas as idades observadas, conforme observado na Figura 3.

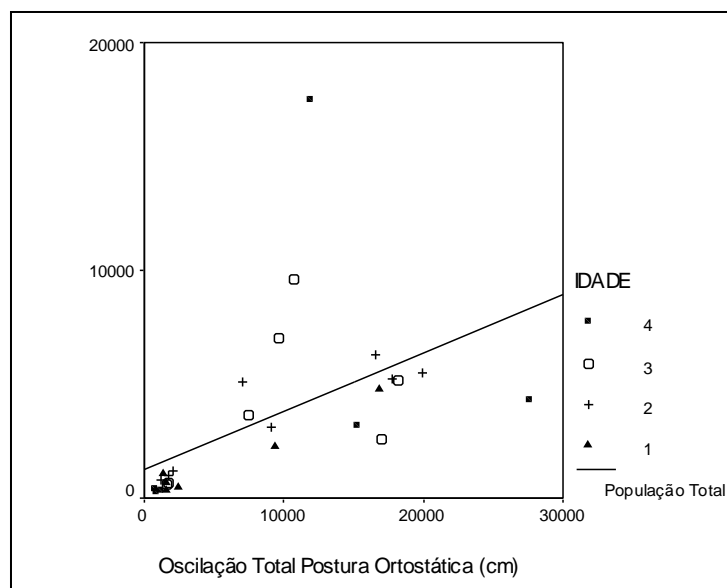


Figura 5. Correlação entre a oscilação total do COP na postura ortostática e no movimento ST-DP entre os Grupos 1: (5-6 anos); 2: (7-8 anos); 3: (9- 10 anos); 4: (11 e 12 anos).

As demais comparações não foram significativas. Os valores de todas as correlações encontram-se descritos na Tabela 2.

Tabela 2. Correlação de Spearman entre as variáveis de permanência na postura ortostática (CP) e do movimento sentado para de pé (ST-DP).

Comparações	Correlação (r)	p-valor
Oscilação Total CP vs Oscilação Total ST-DP	0,806	0,000
Amplitude AP CP vs Amplitude AP ST-DP	-0,032	0,873
Amplitude ML CP vs Amplitude ML ST-DP	0,121	0,549
Area CP vs Area ST-DP	0,213	0,287
Velocidade Média CP vs Velocidade Média ST-DP	0,003	0,989
Frequência Média CP vs Frequência Média ST-DP	0,282	0,154

4. DISCUSSÃO

O objetivo geral do presente estudo foi o de caracterizar o comportamento do CoP durante a permanência na postura ortostática e durante a execução do movimento de ST-DP em crianças

típicas entre 5 e 12 anos de idade. Pôde-se observar que não houve diferenças nos padrões de comportamento do CoP mesmo com o ganho de idade, uma vez que os resultados dos grupos etários avaliados são semelhantes.

Autores como Kirshenbaum et al. (2001), em um estudo longitudinal, verificaram que o controle postural na postura ortostática de crianças entre cinco e oito anos modificou-se ao longo das idades para as variáveis de Velocidade Média e Deslocamento A-P do CoP. O desenho longitudinal do estudo (Kirshenbaum et al., 2001), pode ser um dos determinantes das diferenças encontradas entre as idades, uma vez que a avaliação de um mesmo indivíduo ao longo do tempo permite a identificação de mudanças ocorridas no mesmo sistema em desenvolvimento, durante o refinamento de habilidades motoras (Thelen, 1995).

Sobera et al. (2011), ao avaliarem a permanência na postura ortostática, também observaram diferenças entre os grupos etários nas variáveis Área e Velocidade Média de oscilação do CoP de crianças de dois aos sete anos de idade. Os autores verificaram que com o aumento da idade as crianças reduzem a variabilidade das variáveis entre as tentativas, refletindo um aprimoramento do controle postural. No entanto, a faixa etária escolhida pelos autores pode ter influenciado os resultados, uma vez que, Woollacott, Debu e Mowatt (1987) verificaram que entre as idades de seis e oito anos se inicia uma reorganização das fontes de informações sensoriais utilizadas para regulação do controle postural. Assim, ao avaliarem crianças mais novas, os autores puderam observar diferenças relativas a esta reorganização.

Além disso, estes estudos (Sobera et al., 2011; Kirshenbaum et al., 2001) utilizaram várias tentativas realizadas pelas crianças para análise dos dados, ao passo que o presente estudo, por conta de tentativas não válidas, utilizou uma única.

Somando-se a isso, o presente estudo, embora tenha utilizado fontes de informações externas, como a fixação do olhar em um ponto, não manipulou as informações visuais, não exigindo a capacidade de integração das informações manipuladas para manutenção de alinhamento e estabilidade postural. A maioria dos estudos que avaliaram o desenvolvimento do controle postural em pé durante a primeira década de vida verificando diferenças entre os grupos etários (Fujiwara et al., 2011; Sobera et al., 2011; Rinaldi et al., 2009; Casselbrant et al., 2007; Peterson et al., 2006; Kirshenbaum et al., 2001), utilizou tarefas de manipulação visual (Rinaldi et al., 2009; Casselbrant et al., 2007) ou sensorial (Peterson et al., 2006) que requerem ajustes específicos do corpo para emergência de comportamentos adaptativos e de sucesso (Fujiwara et al., 2011). O presente estudo, apenas avaliou a permanência na postura ortostática, sem manipulações.

A manipulação de tarefas determina um alto grau de complexidade para sua execução (Thelen & Smith, 1994). Como é conhecido, durante a primeira década de vida o sistema de referência postural modifica-se, passando de um modelo predominantemente egocêntrico, baseado no próprio corpo, para um allocêntrico, baseado principalmente em referências externas, como a gravidade (Roncesvalles, Schmitz, Zedka, Assaiante & Woollacott, 2005).

Análises do controle postural durante o movimento ST-DP por meio do comportamento do CoP em crianças ainda não haviam sido encontradas na literatura pesquisada. A ausência de diferenças entre os grupos para a realização desta tarefa aponta para o fato de que em crianças entre cinco e 12 anos não ocorrem mudanças abruptas no comportamento postural durante esta atividade.

Desta forma, os resultados encontrados parecem indicar a ausência de mudanças dramática no intervalo entre cinco e 12 anos, indicando uma aparente estabilidade. Estes comportamentos

motores observados, podem ter sido influenciados pela experiência ao longo dos anos (Peterson et al., 2006; Hadders-Algra, 2002), uma vez que as atividades avaliadas eram executadas e exploradas pelas crianças há bastante tempo. A permanência na postura ortostática é uma tarefa simples, capaz de ser desempenhada antes mesmo da criança completar 12 meses (Woollacott et al., 1998). O movimento ST-DP além de estar presente ao fim do primeiro ano (da Costa, Savelsbergh & Rocha, 2010), é um movimento amplamente executado na rotina diária (dos Santos et al., 2011; Janssen et al., 2002) para a exploração do ambiente na postura em pé (Seven et al., 2007) e funcionalidade nesta postura (Chou et al., 2003).

O desenvolvimento do comportamento motor é um processo auto-organizado, em que há uma busca constante pela criação e dissolução de padrões de estabilidade dinâmica para adaptação ao meio (Spencer et al., 2007; Smith & Thelen, 2003). Em vista da relevância funcional das atividades avaliadas, a repetição de experiências ao longo dos anos (Peterson et al., 2006; Hadders-Algra, 2002) pode ter permitido a criação de padrões de estabilidade, dissolvendo eventuais conflitos de adaptação por meio da prática em crianças já com a idade de cinco anos.

O processo de aprendizado de habilidades motoras é dinâmico e formado por componentes de estabilização e adaptação (Manoel & Connolly, 1995). A ausência de diferenças para o comportamento do CoP entre os diferentes grupos etários reflete a igual condição entre eles ao que se refere a fatores como força muscular necessária para execução da atividade, sequenciamento da contração muscular. Fatores que podem ser alcançados com a experiência e exploração de uma habilidade motora.

No entanto, apesar da ausência de diferenças nas variáveis do CoP observada entre os grupos, constatou-se uma alta variabilidade entre as crianças de cada um deles, indicando um comportamento motor inter-indivíduo variável para todas as variáveis analisadas. A magnitude

da variabilidade inter-indivíduos é um fator dificilmente controlado, uma vez que sua natureza no movimento é determinada pela interação entre várias fontes de restrição durante a ação (Granata, Padua e Abel, 2005; Newell & Slifkin, 1998), gerando uma especificidade do sistema para os sujeitos em tarefas particulares (Newell & Slifkin, 1998).

A existência de correlação entre controle postural estático, no ortostatismo, e dinâmico no movimento ST-DP para a oscilação total do CoP permite inferir que crianças que apresentam menores valores de oscilação do CoP durante a permanência ortostática, apresentam também menores valores para essa variável na execução do movimento ST-DP e reforça a importância do controle postural na funcionalidade (Gam et al., 2008).

A importância do controle estático para a execução de tarefas funcionais é discutido na literatura. Estudos verificaram a importância de se trabalhar a permanência em posturas estáticas para a obtenção de ganhos em atividades como a marcha (Ledebt et al., 2005), ou para melhora em parâmetros de controle postural (Shumway-Cook, Hutchinson, Kartin, Price & Woollacott 2003; Butler, 1998). No entanto, em nenhum estudo pesquisado tinha-se verificado a relação do controle estático com o movimento ST-DP.

Essa relação pode ser explicada pelo fato de que ao realizar o movimento ST-DP e projetar seu CoP à frente e acima (Seven et al., 2007), as crianças estão também (em alguns momentos do movimento) projetando-o para além dos limites da base de suporte (Yoshioka et al., 2009), e com isso acionando estratégias de controle postural para manutenção da estabilidade e alinhamento entre os segmentos corporais. Possivelmente, isso traz repercussões diretas sobre a manutenção da postura ortostática, que também requer esses mecanismos para evitar a queda do indivíduo.

Além disso, por tratar-se de uma tarefa dinâmica o movimento ST-DP, quando realizado, estimula principalmente os receptores vestibulares uma vez que há a movimentação da cabeça, e

proprioceptivos, pois há descarga de peso e movimento nas articulações de membros inferiores. Como se sabe a modulação do controle postural é realizada por meio da integração de estímulos somatosensoriais, vestibulares e visuais (Newell, Slobounov, Slobounova & Molenaar, 1997). Desta forma, sua execução pode favorecer o aprimoramento de componentes vestibulares e proprioceptivos que também contribuem para o desempenho de tarefas que exigem a manutenção da postura ortostática.

Assim, com os resultados do presente estudo pode-se inferir que, o controle postural ortostático como um dos principais determinantes do desempenho no movimento ST-DP em crianças, e não apenas a força muscular como atestado por alguns autores (Park et al., 2003). Além disso, pode-se inferir a necessidade do controle sobre os segmentos corporais na postura estática para a realização do movimento, essencial à funcionalidade.

Os resultados trazem importantes avanços para a prática clínica, pois permite a inferência de que se deva trabalhar o controle postural dinâmico e estático concomitantemente, uma vez que, melhor desempenho na postura em pé, está relacionado ao melhor desempenho na habilidade ST-DP, bem como o inverso é verdadeiro.

5. CONCLUSÃO

O comportamento do CoP durante a permanência na postura ortostática e na execução do movimento ST-DP não se altera entre os diferentes grupos etários analisados, indicando uma aparente estabilidade para este comportamento neste período. No entanto, as crianças avaliadas apresentam uma alta variabilidade em seu comportamento motor, o que pode ser consequência da interação de várias fontes de restrição durante a ação culminando com o uso de diferentes estratégias de movimento para alcançar um mesmo objetivo funcional. Além disso, há uma

relação direta entre o comportamento do CoP em posturas estáticas e em atividades dinâmicas como o ST-DP, com maiores valores de deslocamento do CoP na postura ortostática sendo acompanhados por maiores valores de deslocamento durante o ST-DP.

O presente estudo traz algumas limitações como o número reduzido da amostra e o fato de fazer uma caracterização do controle postural entre grupos etários diferentes sem se valer para isso de uma análise longitudinal.

6. AGRADECIMENTOS DE FINANCIAMENTOS

O presente estudo recebeu apoio financeiro da FAPESP (2010/12594-4 e 2010/15010-3).

ESTUDO III



CONTROLE POSTURAL ESTÁTICO E DINÂMICO E FUNCIONALIDADE EM CRIANÇAS COM PARALISIA CEREBRAL

Título: Controle postural estático e dinâmico e funcionalidade em crianças com paralisia cerebral

Autores: Silvia Leticia Pavão¹; Adriana Neves dos Santos¹; Ana Beatriz de Oliveira¹; Nelci Adriana Cicuto Ferreira Rocha¹

Instituição

¹Universidade Federal de São Carlos

Departamento de Fisioterapia, Setor de Neuropediatria. Rod. Washington Luis, km 235, 13565-905, São Carlos-SP.

Discente

Silvia Leticia Pavão

Aluna de mestrado, bolsista FAPESP (2010-12594-4)

Orientador: Nelci Adriana Cicuto Ferreira Rocha

1. INTRODUÇÃO

A paralisia cerebral refere-se a um grupo de desordens do desenvolvimento do movimento e postura, causando limitação da atividade, atribuídas a um distúrbio não progressivo que ocorre no cérebro imaturo ou em desenvolvimento (Bax et al., 2005).

Os distúrbios motores observados na PC envolvem anormalidades no tônus muscular (Quinby & Abraham, 2005), perda de força muscular (Verschuren et al., 2011; Tammik, Matlep, Erelina, Gapeyeva & Pääsuke, 2007), reduzida ativação das unidades motoras (Rose & McGill, 2005), déficits da coordenação e do controle postural (Barela et al., 2011; Burtner, Woollacott, Craft & Roncesvalles, 2007; Woollacott & Burtner, 1996), tendo este último um papel central na disfunção motora observada nestas crianças (Carlberg & Hadders-Algra, 2005).

Estudos abordando o controle postural na PC verificaram que as causas dos déficits posturais encontrados são atrasos no recrutamento muscular da musculatura de tornozelo (Nashner, Shumway-Cook & Marin, 1983), ordem alterada desse recrutamento, com ativações próximo-distais (Burtner, Qualls & Woollacott, 1998), aumento da taxa de co-contracção muscular agonista-antagonista (Woollacott & Burtner, 1996; Nashner et al., 1983) e alterações no nível de ativação basal da musculatura postural (Girolami, Shiratori & Aruin, 2011; Roncesvalles, Woollacott & Burtner, 2002).

Em conjunto, estes fatores fazem com que a criança PC apresente restrições em suas atividades funcionais da rotina diária (Ostensjo, Carlberg & Vollestad, 2004) como tarefas de mobilidade e transferência, uma vez que a manutenção da estabilidade postural é pré-requisito para a realização de qualquer movimento (Ju, You & Cherng, 2011; Liao & Hwang, 2003).

O controle postural é importante para a realização de atividades funcionais por permitir que a criança retome o equilíbrio após perturbações inesperadas, e ainda que mantenha a estabilidade

quando tem de realizar tarefas que levem seu centro de massa (CoM) além de seu limite de estabilidade (Prosser, Lee, VanSant, Barbe & Lauer, 2010; Woollacott & Shumway-Cook, 2005).

O controle postural na postura ortostática sem manipulação de tarefa (Côrrea, Côrrea, Franco & Bigongiari, 2007) e com manipulação da visão (Donker, Ledebt, Roerdink, Savelsbergh & Beek, 2008; Ferdjallah, Harris, Smith & Wertsch, 2002) foi estudado em crianças com PC, com deambulação independente, sendo observada uma alteração nas sinergias de controle de tornozelo e quadril (Ferdjallah et al., 2002), uma maior velocidade de oscilação CoP (Côrrea et al., 2007) e um padrão de oscilação mais regular, indicando uma menor capacidade de adaptação às perturbações posturais (Donker et al., 2008).

No entanto, apesar da existência de estudos de controle postural na PC, não foram encontrados estudos nesta população que o avaliassem na postura ortostática, relacionando-o ao nível de funcionalidade, avaliado por meio de escalas como a *Pediatric Evaluation of Disability Inventory* (PEDI), ou com o equilíbrio, avaliado por meio de escalas como o instrumento adaptado *Pediatric Balance Scale*. O estabelecimento de tais relações é fundamental para consolidar a importância do controle estático para a funcionalidade e para a manutenção do equilíbrio, permitindo avanços nos protocolos empregados em programas de reabilitação.

O controle postural dinâmico, avaliado durante a realização de atividades que envolvem a movimentação do corpo, embora estudado em crianças com PC, ainda é pouco explorado, com estudos restritos à análise do controle durante atividades de marcha (Hsue, Miller & Su, 2009; Liao, Jeng, Lai, Cheng & Hu, 1997), alcance manual (Bigongiari et al., 2011; Girolami et al., 2011; Cherng, Lin, Ju & Ho, 2009; Liu, Zaino & McCoy, 2007; Näslud, Sundelin & Hirschfeld, 2007; Zaino & McCoy, 2007). Portanto, nota-se uma escassez de estudos que avaliem o controle

postural durante a realização de atividades executadas na rotina diária, especialmente em atividades como a transferência da postura sentada para a de pé (ST-DP) que envolvem uma grande demanda biomecânica (Yoshioka, Nagano & Fukashiro, 2009).

Amplamente realizado na rotina diária (Janssen, Bussmann & Stam, 2002), o movimento ST-DP antecede a aquisição da marcha independente e permite a exploração do ambiente na postura em pé conferindo à criança funcionalidade e independência (da Costa, Savelsbergh & Rocha, 2010). Ele requer o deslocamento do centro de massa (CoM) para além dos limites de estabilidade (Mourey, Grishin, d'Áthis, Pozzo & Stapley, 2000), fazendo o corpo passar de uma base mais estável (sentada) para uma menos estável (em pé) impondo para isso uma grande demanda biomecânica (Yoshioka et al., 2009).

Sua realização requer o movimento do CoM nas direções, horizontal (anteriormente) e vertical no início do movimento, e posterior em seu final. Trata-se, portanto, de um movimento que requer estratégias de controle postural dinâmico (Mourey et al., 2000) e estático, para manter a estabilidade e o alinhamento corporal na postura em pé, exigindo grandes momentos articulares e coordenação inter-articular enquanto o corpo se encontra em movimento (Sibella, Galli, Romei, Montesano & Crivellini, 2003). Desta forma, disfunções neuromotoras como as verificadas na PC, podem trazer restrições em sua realização, determinando sérias limitações às atividades de vida diária da criança.

Estudos que avaliaram este movimento em crianças com PC verificaram a presença de déficits em sua realização, especialmente relacionados ao tempo de realização da atividade (Hennington et al., 2004), capacidade de gerar os momentos articulares necessários para assumir a postura em pé, alterações no alinhamento biomecânico para desempenhá-la (Park, Park, Lee & Kim, 2003) e maior variabilidade nas estratégias de alinhamento corporal (Rodby-Bousquet &

Hagglund, 2010; Yonetsu, Nitta & Surya, 2009) quando comparadas a crianças típicas. Esses déficits podem também estar relacionados a uma menor performance funcional em crianças com PC.

No entanto, apesar de sua importância para a funcionalidade, e do equilíbrio necessário à sua realização, seu estudo na PC ainda tem sido pouco explorado na literatura (dos Santos, Pavão & Rocha, 2011), especialmente com ênfase na descrição do comportamento postural destas crianças, por meio da oscilação do centro de pressão (CoP), durante sua realização. Estudar o comportamento do CoP de crianças com PC por meio do paradigma de avaliação do controle postural durante perturbações causadas por movimentos voluntários (Carlberg & Hadders Algra, 2005), permite a criação de situações próximas às vivenciadas pela criança em sua rotina diária, e uma melhor compreensão dos comprometimentos do controle postural presentes na PC, possibilitando inclusive uma potencial predição da prevalência de quedas nessa população.

Neste sentido, a avaliação do controle postural durante o movimento ST-DP e sua relação com o nível de funcionalidade e equilíbrio da criança pode ser uma forma de melhor guiar a reabilitação para as posturas e atividades que devem ser priorizadas no tratamento a fim de se alcançar ganhos funcionais com esse movimento de transição entre posturas.

Desta forma, dada a relevância funcional da capacidade de permanecer de forma estática na postura ortostática e a importância do movimento ST-DP na rotina diária, o objetivo do presente estudo foi o de verificar o controle postural, por meio do comportamento do CoP, na postura ortostática e durante o movimento ST-DP em crianças típicas e com PC. Além disso, o estudo objetivou comparar o desempenho entre os grupos nos instrumentos PEDI e PBS. Por fim, objetivou avaliar as relações entre o comportamento do CoP na postura ortostática e durante a realização do movimento ST-DP com o nível de funcionalidade e equilíbrio de crianças típicas e

com PC, para determinar o quanto déficits de controle postural podem interferir na realização das atividades diárias e na capacidade de manutenção do equilíbrio.

Espera-se encontrar diferenças entre os grupos para o comportamento do CoP, tanto na permanência em postura ortostática, quanto para o movimento ST-DP, em decorrência do déficit de postura e movimento verificado em crianças com PC, bem como diferenças nos escores dos instrumentos entre os grupos. Além disso, espera-se encontrar relações entre o comportamento do CoP na postura ortostática e no movimento ST-DP com a funcionalidade e equilíbrio, uma vez que ambas atividades exigem equilíbrio e são componentes necessários à funcionalidade.

2. MÉTODOS

O presente estudo é um desdobramento do estudo anterior. Desta forma, os dados foram coletados com o mesmo procedimento experimental adotado no Estudo 2. As características dos “Equipamentos e Materiais” e “Procedimentos”, portanto, encontram-se descritas no estudo anterior. Os aspectos específicos relacionados ao presente estudo serão destacados a seguir.

2.1.Participantes

Os responsáveis por 65 crianças típicas e 20 crianças com PC foram convidados a participar do estudo. Destes, 34 responsáveis por crianças típicas e um responsável por PC se recusaram a participar, e 2 crianças típicas e 9 com PC foram excluídas por não adequarem-se aos critérios de inclusão, 2 crianças típicas foram excluídas por não realizarem nenhuma tentativa válida no movimento ST-DP e duas por não terem sido avaliadas pelos instrumentos PEDI e PBS. Desta forma, 25 crianças típicas com idade entre cinco e 12 anos ($M= 7,5\pm 2,11$) e 10 PC, sendo três diparéticos e sete hemiparéticos espásticos com nível de GMFCS I e II, na mesma faixa etária ($M= 7,5\pm 2,11$) foram avaliadas. Estas crianças foram recrutadas em escolas da rede municipal e

particular e centros de reabilitação do município de São Carlos. Para o grupo típico não foram incluídas crianças nascidas com idade gestacional inferior a 37 semanas e que não compreendessem comandos simples e para ambos os grupos, crianças que estivessem fora do percentil de peso e altura esperado para suas idades (Riddiford-Harland, Steele & Baur, 2006).

Também não foram incluídas crianças com PC cujo nível de *Gross Motor Classification System* (GMFCS) fosse III, IV ou V, com características atáxicas, discinéticas ou de quadriplegia, que não realizassem fisioterapia ao menos duas vezes na semana, que tivessem sido submetidas à cirurgia ortopédica em membros inferiores há menos de um ano, ou aplicação de toxina botulínica há seis meses, que não conseguissem compreender comandos simples e que não conseguissem permanecer em pé sem apoio por ao menos 30 segundos.

Para participação no estudo as crianças com PC também não deveriam apresentar encurtamentos ou deformidades que impedissem a realização do movimento ST-DP de forma independente, ou permanência na postura em pé sem apoio por ao menos 30 segundos.

As crianças foram divididas em dois grupos: um grupo composto por crianças típicas e um grupo composto por crianças com PC.

2.2. Teste sentado para de pé e postura ortostática

A avaliação das tentativas para o movimento ST-DP e para a permanência na postura ortostática seguiram os mesmos procedimentos descritos no Estudo 2. Para sua análise foram utilizadas as mesmas variáveis dependentes, tais como Oscilação Total do CoP, Amplitude AP de deslocamento do CoP, Amplitude ML de deslocamento do CoP, Área de oscilação do CoP; Velocidade Média Total de oscilação do CoP e Frequência Média de oscilação do CoP.

Para a obtenção de sucesso nas tentativas do movimento ST-DP, as crianças deveriam levantar-se do banco realizando ajustes nos pés sem, no entanto, permitir que eles perdessem o

contato com a plataforma de força afim de não gerarem valores de CoP iguais a zero, o que inviabilizaria o cálculo das variáveis (Duarte & Freitas, 2010).

2.3.Desempenho Funcional

Todas as crianças foram avaliadas por meio do *Pediatric Evaluation of Disability Inventory* (PEDI), um instrumento padronizado e validado para a avaliação de habilidades funcionais em crianças em atividades da rotina diária (Mancini, 2005). O instrumento, aplicado por meio de uma entrevista estruturada com os pais ou cuidadores de crianças entre 6 meses e sete anos e meio, é dividido em três partes: habilidades funcionais (Parte I), assistência do cuidador (Parte II) e modificações adaptativas do ambiente físico da criança (Parte III).

A Parte I é composta por 197 itens e subdivida em três outras partes: auto cuidado (73), mobilidade (59) e função social (65). Sua pontuação é feita somando-se um ponto para cada uma das tarefas capazes de serem realizadas pela criança nas três áreas. A parte II é composta por 20 itens também subdivididos em três partes: auto cuidado (8), mobilidade (7) e função social (5). Nesta parte cada item é pontuado de 0 a 5, em que 5 indica a máxima independência e 0 a máxima necessidade de assistência. A última parte informa sobre as modificações necessárias para o desempenho das tarefas funcionais nas áreas descritas e não entra na pontuação da escala.

Para o presente estudo foi utilizada apenas os domínios de mobilidade da parte I e II do instrumento. Em virtude do estudo ter englobado crianças com idades superiores a sete anos e meio foram utilizados apenas os valores do escore bruto fornecido pelo instrumento. Maiores valores de escore indicam um melhor desempenho funcional da criança.

As avaliações foram realizadas pela avaliadora previamente treinada na aplicação da escala.

2.4.Equilíbrio

Para a avaliação do equilíbrio das crianças foi utilizada a escala *Pediatric Balance Scale* (PBS) um instrumento validado, adaptado da *Berg Balance Scale* (BBS) que avalia o equilíbrio em um conjunto de atividade e posturas em crianças com distúrbios motores, por meio de 14 itens reordenados em ordem crescente de dificuldade e readaptados da escala original BBS, com um menor tempo de permanência nas posturas (Franjoine, Gunther & Taylor, 2003). Os escores da escala variam de 0 a 56, com os maiores escores indicando melhores condições de equilíbrio.

As avaliações com os instrumentos PEDI e PBS foram sempre realizadas pelo mesmo avaliador.

2.5. Análise Estatística

No presente estudo foi considerada uma única tentativa válida para cada um dos indivíduos nas tarefas avaliadas. Para estes dados, foi aplicado o teste de normalidade de *Ryan-Jones* ($p < 0,01$), com o qual se verificou a não normalidade dos dados.

Desta forma, foi utilizado o teste não paramétrico de *Mann-Whitney* para comparação dos dados entre os grupos. O teste de *Levene* foi aplicado para a comparação da variabilidade entre os grupos para cada uma das variáveis. A correlação de *Pearson* foi empregada para verificar as relações existentes entre controle postural na postura ortostática e no movimento ST-DP com o desempenho das crianças nas escalas que avaliaram funcionalidade e equilíbrio funcional. O nível de significância de 10% foi considerado nas análises. O software utilizado nas análises foi o SPSS 17.

3. RESULTADOS

No total, foram avaliadas 25 tentativas em cada uma das condições para o grupo típico e 10 para o grupo PC. O mesmo número amostral foi mantido para a análise das correlações entre o comportamento do CoP nas atividades e os instrumentos de Funcionalidade e Equilíbrio.

3.1.Comparação entre os grupos no movimento ST-DP

Em relação ao comportamento do CoP durante a execução do movimento ST-DP, não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos típico e PC para nenhuma das variáveis analisadas. Os gráficos ilustrando os resultados encontrados podem ser encontrados na Figura 1.

Na comparação da variabilidade entre os grupos também não foi constatada diferenças significativas do comportamento do CoP no grupo típico e PC durante a execução do movimento ST-DP.

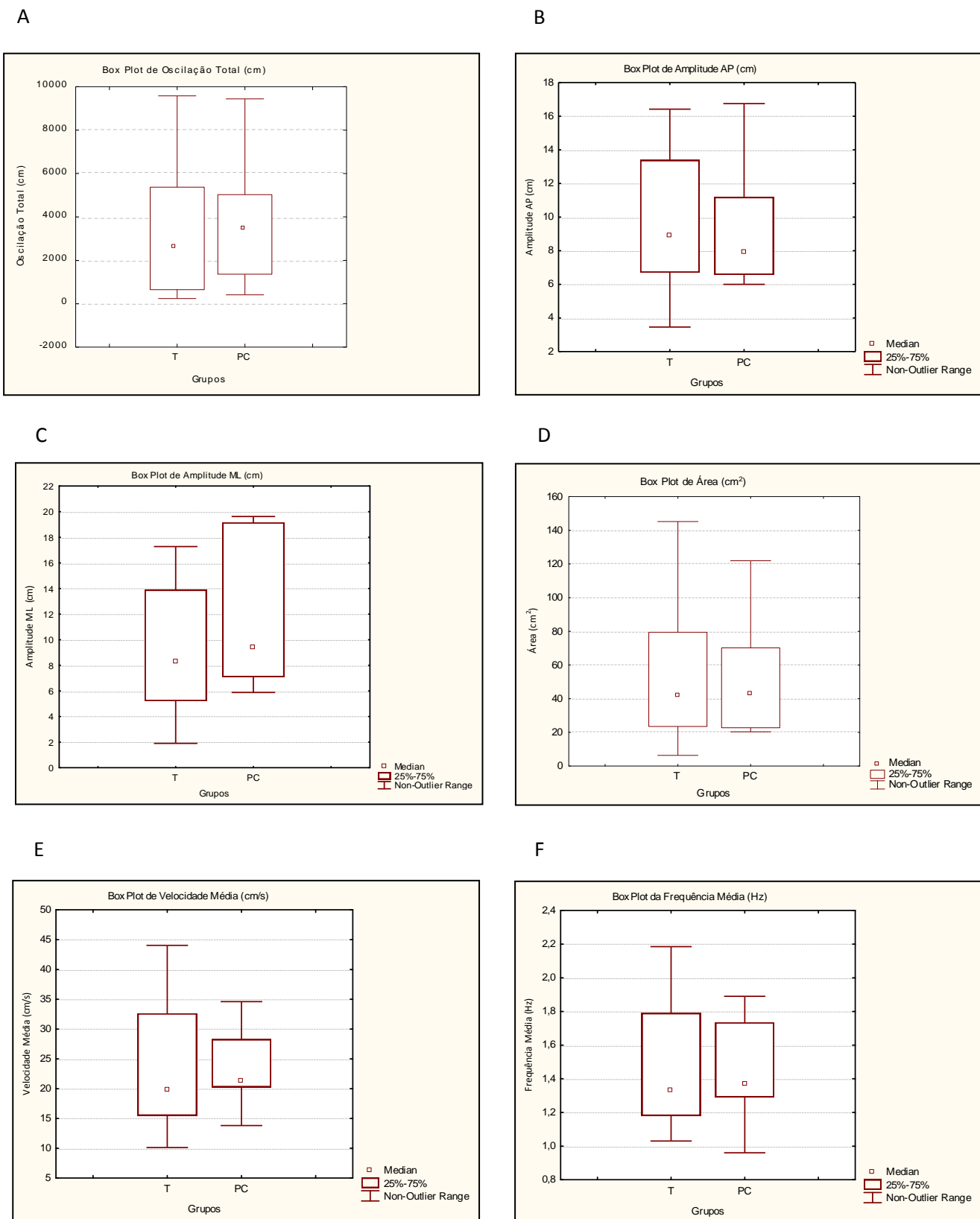


Figura 1. Média e desvio padrão das variáveis do movimento ST-DP para os grupos típico (T) e com paralisia cerebral (PC). A: Oscilação Total; B: Amplitude Antero-Posterior de deslocamento; C: Amplitude Médio-Lateral de deslocamento; D: Área de oscilação; E: Velocidade Média Total de oscilação; F: Frequência de oscilação.

3.2.Comparação entre os grupos na permanência na postura ortostática

Foram observadas diferenças significativas entre o grupo típico e o PC apenas para as variáveis Amplitude ML de deslocamento ($U=79$; $p=0,0554$) e Área de oscilação do CoP ($U=77$; $p=0,0473$) (Figura 2).

O teste de comparação da variabilidade entre os grupos revelou diferenças significativas entre os grupos na variabilidade para as variáveis Amplitude AP de deslocamento ($L=3,36$; $p=0,075$), Amplitude ML de deslocamento ($L=3,34$; $p=0,076$), Área de oscilação do CoP ($L=3,04$; $p=0,09$) e Velocidade Média de oscilação do CoP ($L=6,05$; $p=0,019$).

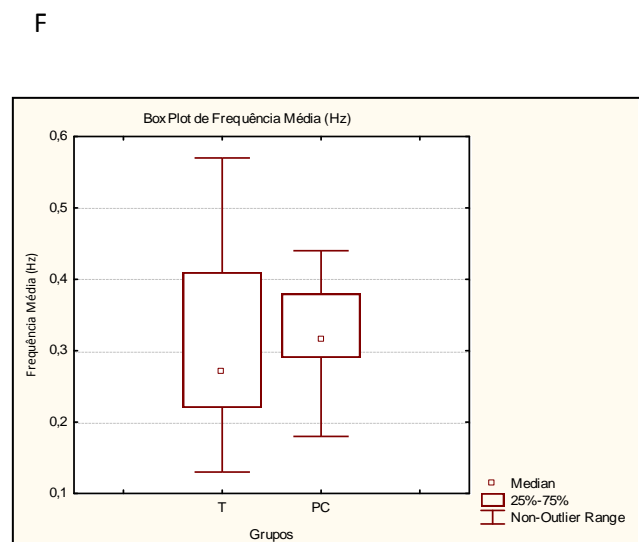
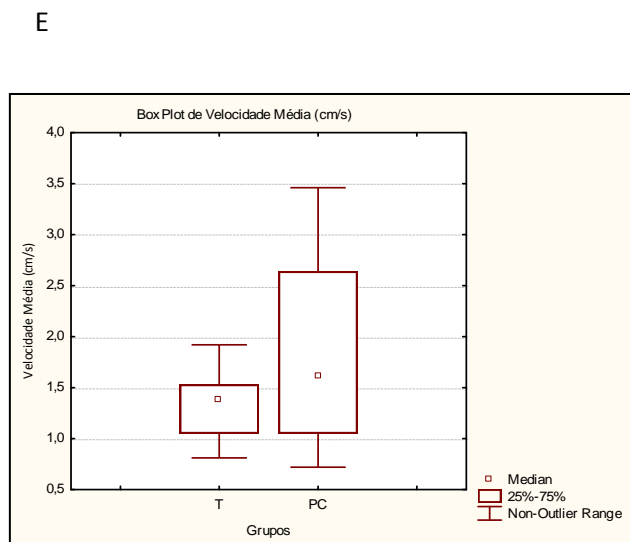
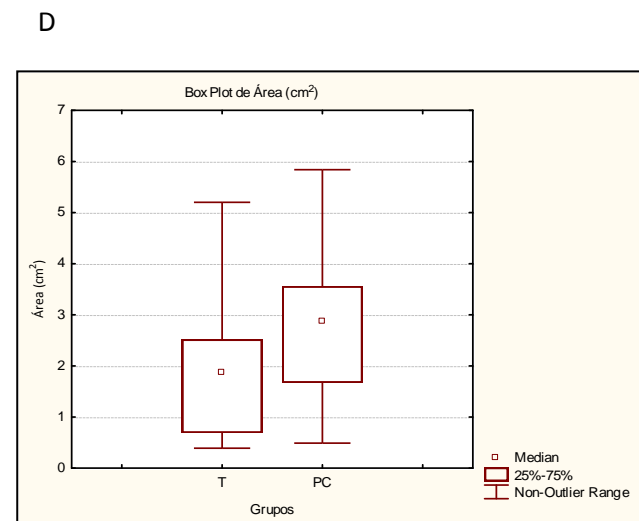
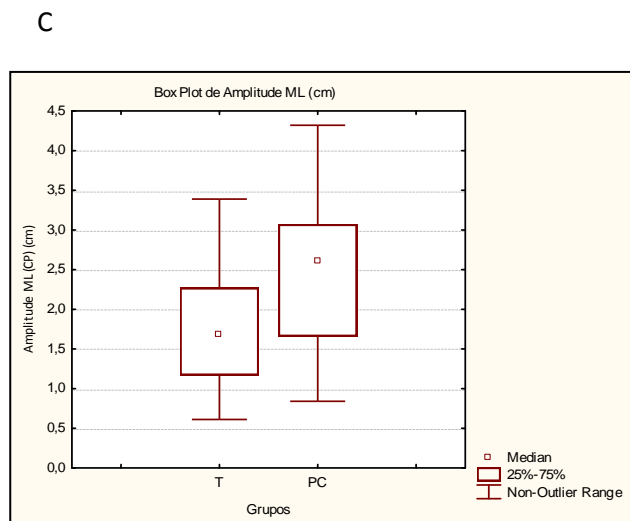
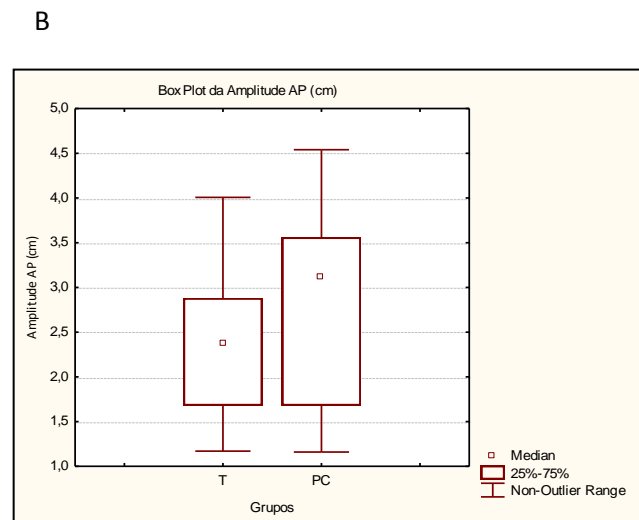
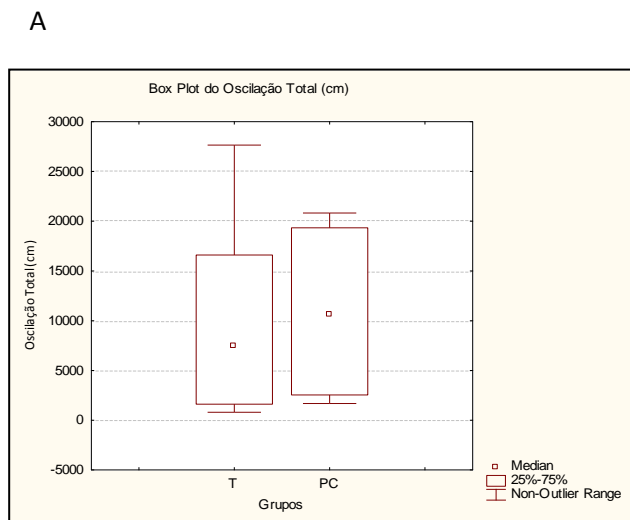


Figura 2. Média e desvio padrão das variáveis da permanência na postura ortostática para os grupos típico (T) e com paralisia cerebral (PC). A: Oscilação Total; B: Amplitude Ântero-Posterior de deslocamento; C: Amplitude Médio-Lateral de deslocamento; D: Área de oscilação; E: Velocidade Média Total de oscilação; F: Frequência de oscilação.

3.3.Comparações entre os grupos para os instrumentos PEDI e PBS.

Foram observadas diferenças significantes entre os grupos Típico e PC na comparação do desempenho das crianças nos instrumentos PEDI na área de Mobilidade, domínio de Habilidades Funcionais ($U=8,53$; $p=0,003$) e de Assistência do Cuidador ($U=8,56$; $p=0,003$).

Também foram observadas diferenças significantes entre os grupos na comparação realizada por meio do instrumento PBS ($U=16,25$; $p<0,001$).

3.4.Relações entre Movimento ST-DP, permanência na postura ortostática e desempenho pelo PEDI e PBS

Foi observada correlação negativa entre o desempenho pelo PEDI na área de Mobilidade, domínio de Habilidades Funcionais e a variável de Frequência Média de oscilação do CoP ($r= -0,642$; $p<0,05$) no movimento ST-DP para o grupo PC.

Verificou-se correlação negativa entre o desempenho pelo PEDI na área de Mobilidade e domínio de Assistência do Cuidador e as variáveis relacionadas ao CoP durante a execução do movimento ST-DP: Amplitude ML de deslocamento ($r= -0,917$; $p<0,05$), Área de oscilação do CoP ($r=-0,9117$; $p<0,05$) e Velocidade Média de oscilação ($r=-0,8762$; $p<0,05$) para o grupo PC.

Foi constatada correlação negativa entre a PBS e a variável de permanência na postura ortostática Velocidade Média ($r= -0,51$; $p<0,05$) para o grupo típico. Também foi verificada, para o grupo PC, correlação negativa entre a PBS e as variáveis relacionadas à permanência na postura ortostática: Amplitude AP de deslocamento ($r= -0,812$; $p<0,05$), Amplitude ML de deslocamento ($r= -0,7659$; $p<0,05$), Área de oscilação do CoP ($r= -0,7387$; $p<0,05$) e Velocidade Média de oscilação do CoP ($r= -0,8251$; $p<0,05$).

A distribuição das correlações pode ser visualizada na Tabela 1.

Tabela 1. Correlação de Pearson (r) entre as variáveis do movimento sentado para de pé (ST-DP) e de permanência na postura ortostática, com os escores dos instrumentos *Pediatric Evaluation of Disability Inventory* (PEDI) no domínio de Mobilidade para as áreas de Habilidades Funcionais (HF) e Auto-Cuidado (AC) e *Pediatric Balance Scale* (PBS) nos grupos típico (T) e paralisia cerebral (PC).

Movimento	PEDI				PBS		Postura	PEDI				PBS		
	HF		AC		T	PC		Ortostática	HF		AC		T	PC
	T	PC	T	PC					T	PC	T	PC		
(r)	(r)	(r)	(r)	(r)	(r)	(r)	(r)	(r)	(r)	(r)	(r)	(r)	(r)	
Oscil Total	0,25	0,403	(*)	0,154	0,22	0,397	Oscil Total	0,28	0,254	(*)	0,395	0,22	0,321	
Amp AP	-0,03	-0,308	(*)	-0,618	0,17	-0,489	Amp AP	0,05	-0,608	(*)	-0,327	-0,33	-0,812	
Amp ML	0,07	-0,384	(*)	-0,917	-0,11	-0,476	Amp ML	-0,17	-0,578	(*)	-0,168	-0,38	-0,7659	
Área	0,07	-0,422	(*)	-0,9117	0,00	-0,55	Área	-0,01	-0,519	(*)	-0,124	-0,41	-0,7387	
Vel Média	-0,03	-0,417	(*)	-0,8762	0,10	-0,534	Vel Média	-0,18	-0,576	(*)	-0,227	-0,51	-0,8251	
Freq Média	-0,06	-0,642	(*)	0,261	0,15	0,512	Freq Média	-0,06	0,006	(*)	0,073	-0,04	-0,287	

4. DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi o de verificar o controle postural, por meio do comportamento do CoP na postura ortostática e durante a realização do movimento ST-DP em crianças típicas e com PC, bem como verificar a relação entre o controle postural das crianças nessas atividades com seu nível de funcionalidade e equilíbrio.

Os resultados indicaram uma semelhança do comportamento do CoP entre crianças típicas e com PC, durante a atividade de levantar-se de um banco com posicionamento inicial de quadris, joelhos e tornozelo a 90°. Essa falta de diferença entre os grupos se mantém mesmo quando é analisada a variabilidade no comportamento do CoP presente em cada um deles.

Diferenças relativas ao controle postural durante a realização do movimento ST-DP eram esperadas, por tratar-se de uma atividade de grande demanda biomecânica (Yoshioka et al., 2009) e que coloca o CoP além dos limites das base de suporte durante sua realização (Seven, Akalan & Yucesoy, 2007), requerendo adequados níveis de controle neuromuscular e coordenação inter-articular para manutenção do equilíbrio (Roncesvalles et al., 2002; Schultz, Alexander & Ashton-Miller, 1992), componentes comprometidos na PC (Roncesvalles et al., 2002).

Estudos envolvendo a análise do movimento ST-DP em crianças típicas e com PC por meio de dados cinemáticos e fotografia verificaram diferenças na forma de realização do movimento entre os dois grupos, com crianças PC apresentando maior *tilt* pélvico anterior no início do movimento, redução nos momentos extensores de joelho (Park et al., 2003), maior tempo para a realização da atividade e uma maior flexão anterior de tronco, antes do início da fase de extensão (Yonetsu et al., 2009; Park et al., 2003).

A maior flexão anterior do tronco antes do início do movimento observada em crianças com PC por Yonetsu et al. (2009) e Park et al. (2003) é atribuída a possíveis alterações nos mecanismos de controle postural destas crianças, uma vez que ao realizar uma maior flexão de tronco no início do movimento, a criança aproxima seu CoP do chão (Hennington et al., 2004), ganhando com isso maior estabilidade na execução do movimento (Papa e Capozzo, 2000). Entretanto, nestes estudos foram incluídas crianças com maiores comprometimentos motores, níveis de GMFCS III (Yonetsu et al., 2009), além disso, neles um maior número de crianças diplégicas foram avaliadas comparadas a hemiplegicas (Yonetsu et al., 2009; Park et al., 2003). No presente estudo, foram avaliadas apenas três crianças com diplegia espástica e as demais foram hemiplégicas, e os níveis de GMFCS inclusos foram somente I e II.

Desta forma, apesar das crianças avaliadas apresentarem um processo patológico que por definição inclui déficits no controle postural, não foram observados déficits na realização do movimento ST-DP na avaliação pelo comportamento do CoP. Uma provável explicação para estes resultados pode ser a existência de uma compensação inter-membros durante a realização da atividade, em que o membro de apoio, responsável pela estabilidade e, portanto, o menos acometido compensa os déficits do membro contra-lateral (Sadeghi, Allard, Prince & Labelle, 2000; Gabbard & Hart, 1996), determinando comportamentos semelhantes aos observados em crianças típicas.

A possível existência dessa compensação não impediu a presença de diferenças entre os grupos na permanência na postura ortostática. As diferenças observadas nessa postura justificam-se pelo fato de que a própria existência de compensação inter-membros poderia gerar forças internas no corpo resultantes das contrações musculares na busca de estabilização do CoM, resultando em uma maior oscilação do CoP na permanência estática, como foi verificado no

estudo. As forças internas resultantes desta compensação podem não ter causado uma maior oscilação do CoP no movimento ST-DP em crianças com PC por tratar-se de uma tarefa dinâmica e que, portanto, já coloca o CoM em movimento.

Outra possível causa da semelhança entre os grupos na realização do movimento ST-DP decorre da utilização, no presente estudo, da excursão total do CoP durante o movimento ST-DP para avaliação do controle postural. Neste estudo, o ST-DP não foi dividido em fases como o fizeram diversos autores (Slaboda, Barton & Keshner, 2009; Yonetsu et al., 2009; Hiddiford-Harland et al., 2006; Park et al., 2003; Mourey et al., 2000). Desta forma, possíveis déficits concentrados em fases específicas do movimento podem ter sido mascarados por sua análise como um todo.

Na tarefa de permanência na postura ortostática, o grupo PC apresentou comportamento diferente do típico apenas para as variáveis de Amplitude ML de deslocamento e Área de oscilação do CoP. A comparação entre a variabilidade deste comportamento do CoP apresentada por cada um dos grupos revelou que o grupo PC difere do típico para todas as variáveis, exceto para a Frequência Média de Oscilação do CoP, apresentando, portanto, uma maior variabilidade de comportamento nesta postura.

A diferença na amplitude ML de deslocamento do CoP encontrada em crianças com PC pode ser decorrente do maior uso, por parte destas crianças, da estratégia de quadril para manutenção do corpo em equilíbrio na postura em pé (Carlberg & Hadders-Algra, 2005). Isto se justifica pelo fato de crianças com PC apresentarem alterações nas sinergias de controle de tornozelo (Ferdjallah et al., 2002) resultando uma ordem alterada de recrutamento muscular, com respostas musculares próximo-distais para manutenção de estabilidade e alinhamento corporal na posição em pé (Burtner et al., 1998; Nashner et al., 1983). Estudos indicam que as oscilações

corporais ML são dominantes durante o uso das estratégias proximais, ao passo que as oscilações AP o são no uso de estratégias distais (Ferdjallah, Harris, Smith & Wertsch 2002), o que pode, portanto, explicar as diferenças encontradas nesta variável.

Também foram observadas diferenças em relação à Área de oscilação do CoP, com crianças PC apresentando valores superiores a crianças típicas. Esta maior Área de oscilação verificada na PC pode estar relacionada aos déficits de controle motor verificados nesta população, tais como maior índice de co-ativação agonista-antagonista em membros inferiores (Burtner et al., 1998; Nashner et al., 1983), que embora seja uma estratégia utilizada por essas crianças para aumento da estabilidade na postura em pé, gera forças internas decorrentes da ativação muscular que podem aumentar a oscilação do CoP (Berger, Altenmuller & Dietz, 1984); dificuldades em aumentar a taxa de recrutamento muscular em tornozelo em respostas a perturbações (Roncesvalles et al., 2002) e retardo no recrutamento muscular para ativação da musculatura, garantindo a manutenção do equilíbrio (Woollacott & Shumway-Cook, 2005), causando uma maior oscilação mesmo na postura ortostática na tentativa de melhor explorar a base de suporte e evitar perturbações inesperadas (Patla, Frank & Winter, 1990). Em conjunto, estes são fatores que determinam menor eficiência na manutenção do alinhamento entre os segmentos corporais, podendo levar a excursões mais amplas do CoP.

As demais variáveis apresentaram comportamento semelhantes entre os grupos, possivelmente porque o menor déficit motor apresentado pelas crianças com PC avaliadas (GMFCS I e II) permite que elas, embora apresentem uma maior Área de oscilação corporal consigam controlar essa oscilação, o que é expresso pela semelhança na Velocidade de oscilação do CoP. Além disso, o possível déficit na ativação de tornozelo nelas observado resulta em uma menor exploração da estratégia de tornozelo para manutenção do equilíbrio (Carlberg &

Hadders-Algra, 2005; Ferdjallah et al., 2002), tendo como consequência um menor Deslocamento AP, semelhante à apresentada por crianças típicas.

Os valores semelhantes de Frequência Média de oscilação, indica que embora as crianças possam ter maiores valores para o Deslocamento do CoP em algumas direções (ML) resultando em uma maior Área de oscilação, a quantidade de oscilações em um determinado período de tempo, é a mesma entre os grupos. Provavelmente crianças com PC não apresentam um número maior de oscilações pela dificuldade de recrutamento muscular nelas observados (Woollacott & Shumway-Cook, 2005).

As crianças também apresentaram valores semelhantes de Deslocamento Total do CoP. Esse comportamento pode ser resultado do grande desvio padrão observado nesta variável para o grupo típico. Dessa forma, a grande variabilidade observada em ambos os grupos para esta variável pode ter impossibilitado a detecção de diferenças significativas entre os grupos.

Além disso, em decorrência destes déficits motores observados na PC, as crianças acometidas podem apresentar maior dificuldade em buscar estratégias para manutenção da estabilidade, determinando uma maior variabilidade no comportamento do CoP.

A manutenção da postura ortostática é bastante desafiadora para crianças com disfunções neuromotoras como a PC. Nela o corpo é moldado como um segmento rígido e simples, um pêndulo invertido, que oscila especialmente em torno da articulação do tornozelo (Corrêa et al., 2007). No entanto, os déficits de ativação da musculatura de tornozelo (Carlberg & Hadders-Algra, 2005; Ferdjallah et al., 2002) apresentados por estas crianças, embora permitam a permanência na postura em pé, o fazem as custas de maiores oscilações do CoP, gerando um comportamento motor nesta postura demasiado variável.

Desta forma, de acordo com os resultados do presente estudo, a permanência em posturas estáticas para estas crianças parece ser mais desafiadora que a transição entre posturas, como o movimento ST-DP, uma vez que na postura ortostática seus comportamentos apresentam maior variabilidade comparados ao de crianças típicas. Isto porque durante a permanência em posturas estáticas, a oscilação do CoP para além dos limites da base de suporte não pode ser compensado com movimentos do corpo, deslocando a base de suporte adiante (com a estratégia do passo, por exemplo). Em posturas estáticas, o deslocamento constante do CoP deve ser compensado com o uso de estratégias neuromusculares eficientes, que encontram-se comprometidas na PC. Desta forma, ainda que as estratégias adotadas por esta população garantam sucesso na atividade, elas são distintas e mais variáveis que as adotadas pela população típica.

Quanto às avaliações por meio dos instrumentos de funcionalidade e equilíbrio, as diferenças encontradas entre os grupos eram esperadas, uma vez que a literatura destaca a presença de comprometimento funcional em crianças com PC (Ostensjo et al., 2004), bem como de déficits de equilíbrio (Donker et al., 2008).

O uso dos instrumentos também permitiu observar que somente para o grupo PC foram observadas relações fortes significativas entre as variáveis e os escores dos instrumentos.

Para o grupo PC no movimento ST-DP níveis mais altos de Habilidades Funcionais obtidos com a PEDI relacionaram-se a menores valores de frequência média de oscilação. Da mesma forma, quanto menor foi a Assistência do Cuidador durante as atividades de vida diária, menores foram os valores de Amplitude ML de deslocamento, Área de oscilação e Velocidade Média de oscilação do CoP. Quanto ao instrumento PBS, quanto maior a capacidade de equilíbrio, menores foram os valores de Amplitude AP e ML de deslocamento, Área de oscilação e Velocidade Média de oscilação do CoP.

Para o grupo típico, foram observados que maior capacidade de equilíbrio pelo PBS estiveram relacionados a menores valores de Velocidade Média de oscilação do CoP na permanência na postura ortostática.

Como pôde ser observado o instrumento PEDI, que avalia habilidades funcionais desempenhadas durante as atividades de vida diária, esteve mais relacionado a variáveis ligadas ao controle postural dinâmico, como o movimento ST-DP. As atividades de mobilidade que compõe o PEDI são atividades dinâmicas e que, portanto, exigem a movimentação da criança, transições posturais e deslocamentos do CoP no espaço, levando-o muitas vezes, além dos limites de sua base de suporte. Desta forma, a realização destas atividades exige componentes do controle postural dinâmico: como a presença de respostas antecipatórias e compensatórias (Bigongiari et al., 2011) para evitar que perturbações inesperadas durante as atividades comprometam o equilíbrio, resultando em quedas, e coordenação inter-articular, para manter o alinhamento corporal e a estabilidade.

Em crianças com PC, que possuem déficits motores determinando comprometimentos nos mecanismos de controle postural (Nashner et al., 1983), maiores oscilações do CoP, interpretados como déficits de controle postural (Duarte e Freitas, 2010) parecem determinar um pior desempenho nas capacidades funcionais.

Por outro lado, o instrumento PBS, que avalia o equilíbrio, apresentou maior relação com variáveis do controle postural estático, da permanência na postura ortostática. A presença dessa relação pode justificar-se pelo fato deste instrumento ser composto em sua maior parte por atividades de permanência estática, especialmente na postura em pé (Franjone et al., 2003). Desta forma, o sucesso na realização deste instrumento requer componentes de movimento

comuns ao sucesso na permanência ortostática pelo tempo de 30 segundo, o que pode justificar as relações encontradas para ambos.

A relação entre as limitações no controle postural e os déficits funcionais em crianças com PC são discutidas na literatura (Gam, Tung, Tang & Wang., 2008), no entanto são poucos os estudos que a verificaram. Liao et al (2003) avaliaram a relação entre equilíbrio e função motora grossa na PC por meio de plataforma de força e do instrumento *Motor Age Test*, encontrando forte relação entre a estabilidade postural e a idade motora de crianças PC que deambulavam. Quanto menor a oscilação postural, maiores as idades motoras apresentadas pelas crianças. No entanto, os autores não avaliaram a capacidade das crianças de realizarem as tarefas de sua rotina diária, como as relacionadas à mobilidade.

Desta forma, o presente estudo buscou verificar a relação entre a oscilação do CoP e o nível de funcionalidade e equilíbrio das crianças, tanto do grupo típico quanto do PC aproximando-se, desta forma, das funções e atividades pertinentes em sua rotina diária. O propósito de avaliar a oscilação corporal nestas crianças é o de verificar o quanto uma restrição em suas funções corporais pode se refletir na realização de atividades (Liao et al., 2003), podendo inclusive gerar limitações em sua participação social.

Estrutura e função do corpo, atividades e participação social são componentes que determinam o estado de saúde de um indivíduo de acordo com a Classificação Internacional de Funcionalidade (Badley, 2008; Di Nublia & Buchalla, 2008). Ao se estabelecer a relação entre estes componentes, consegue-se obter uma visão mais abrangente do estado de saúde da criança, sendo possível determinar as repercussões das alterações nas funções e estruturas corporais, e a partir dessas interações abordar os aspectos relevantes a serem implementados no processo de reabilitação.

No presente estudo, embora os grupos avaliados não diferissem em relação ao comportamento do CoP na execução do movimento ST-DP, foram encontradas diferenças entre eles em sua relação com o nível de funcionalidade e equilíbrio. Isto se explica porque embora semelhantes na execução do movimento, os grupos diferiram nos instrumentos PEDI e PBS. Estas diferenças encontradas direcionam o processo de intervenção, pois embora crianças com déficits neurológicos apresentem-se semelhantes às típicas quanto a um componente de estrutura e função do corpo, diferenças podem ser encontradas na realização de suas atividades. Por isso a realização de avaliações amplas e abrangentes faz-se necessária.

Transpondo os resultados do presente estudo para a prática clínica, crianças com PC necessitam de intervenções focadas na permanência em posturas estáticas. Também pode-se considerar que o ganho em habilidades funcionais em crianças com PC pode estar mais ligado ao trabalho terapêutico com tarefas dinâmicas como o treino de transições posturais, tarefa que além de mais atrativas á criança podem ser facilmente transpostas para sua rotina diária; e o ganho de equilíbrio, pode estar principalmente relacionado ao treino de permanência em posturas estáticas.

5. CONCLUSÃO

As crianças típicas e PC avaliadas no presente estudo apresentam controle postural semelhante durante a realização do movimento ST-DP, no entanto, as crianças com PC apresentam desempenho inferior na permanência na postura ortostática e maior variabilidade em seu comportamento, tanto para a realização do movimento ST-DP quanto para a permanência na postura ortostática. Além disso, para estas crianças, quanto melhor o controle postural no movimento ST-DP, melhor o desempenho durante a execução de atividades funcionais da área

de mobilidade, pelo PEDI, e quanto melhor o controle postural na postura ortostática, melhor o equilíbrio, avaliado por meio do instrumento PBS.

O presente estudo traz como limitações o número reduzido da amostra e a análise do controle postural de forma geral, sem sua divisão em fases.

6. AGRADECIMENTOS DE FINANCIAMENTOS

O presente estudo recebeu apoio financeiro da FAPESP (2010/12594-4 e 2010/15010-3).



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos com os estudos conduzidos sugerem que:

- Crianças típicas entre cinco e 12 anos não apresentam mudanças bruscas no comportamento do centro de pressão (CoP) durante a permanência na postura ortostática e na realização do movimento ST-DP ao longo dos anos. A experiência ao longo dos anos vivenciada pelas crianças nestas atividades pode ter contribuído para os resultados encontrados.

- Crianças típicas com maiores oscilações do CoP na permanência na postura ortostática apresentam também uma maior oscilação na realização do movimento ST-DP, demonstrando que déficits nas funções corporais, como problemas de controle postural podem interferir na realização de atividades funcionais como o movimento ST-DP.

- As crianças com PC avaliadas apresentam comportamento do CoP no movimento ST-DP semelhantes ao de crianças típicas, no entanto apresentam déficits na permanência em ortostatismo, com maiores Deslocamento médio-laterais e maior Área de oscilação que indica a necessidade de uma maior oscilação corporal para terem respostas satisfatórias de manutenção do equilíbrio.

- Nas crianças com PC avaliadas quanto melhor o controle postural no ST-DP, melhor o desempenho na execução de atividades funcionais da área de Mobilidade, pelo PEDI, e quanto melhor o controle postural na postura ortostática, melhor o equilíbrio, avaliado por meio do instrumento PBS.

Desta forma, a partir do conhecimento das relações entre os déficits de controle postural estático e dinâmico em crianças com PC, e alterações na funcionalidade e equilíbrio podem ser traçadas estratégias de tratamento com maiores ênfases na funcionalidade a fim de se obter melhores resultados com a reabilitação.



REFERÊNCIAS

- Badley, E. M. (2008). Enhancing the conceptual clarity of the activity and participation components of the International Classification of Functioning, Disability, and Health. *Social Science and Medicine*, 66, 2335-2345.
- Bandholm, T., Rose, M.T., Slok, R., Sonne-Holm, S., Jensen, B.R. (2009). Ankle torque steadiness is related to muscle activation variability and co activation in children with cerebral palsy. *Muscle Nerve*, 40, 402–410.
- Barela, J. A., (2000). Estratégias de controle em movimentos complexos: Ciclo percepção-ação no controle postural. *Revista Paulista de Educação Física*, supl, 3, 79-88.
- Barela, J. A., Polastri, P. F., & Godoi, D. (2000). Controle postural em crianças: Oscilação corporal e frequência de oscilação. *Revista Paulista de Educação Física*, 14 (1), 55-64.
- Barela, J. A. (2000). Estratégias de controle em movimentos complexos: Ciclo percepção-ação no controle postural. *Revista Paulista Educação Física, suplemento*, 3, 79-88.
- Barela, J. A., Focks, G. M. J., Hilgeholt, T., Barela, A. M. F., Carvalho, R. P., & Savelsbergh, G. J. P. (2011). Perception–action and adaptation in postural control of children and adolescents with cerebral palsy. *Research in developmental disabilities*, 32, 2075-2083.
- Bax, M., Goldstein, M., Rosenbaum, P., Leviton, A., Paneth, N., Dan, B., Jacobsson, B., & Damiano, D. (2005). Proposed definition and classification of cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 47, 571-576.
- Berger, W., Altenmuller, E., & Dietz, V. (1984). Normal and impaired development in children's gait. *Human Neurobiology*, 34, 163–70.
- Bigongiari, A., Souza, F. A., Franciulli, P. M., Razi Neto, S. E., Araujo, R. C., Mochizuki, L. 2011. Anticipatory and compensatory postural adjustments in sitting in children with cerebral palsy. *Human Movement Science*, 30, 648-657.
- Brogren, E., Hadders-Algra, M., & Forssberg, H. (1998). Postural control in sitting children with cerebral palsy. *Neuroscience and Biobehavioural Review*, 22(4), 592-596.
- Burtner, P. A., Qualls, C., & Woollacott, M. H. (1998). Muscle activation characteristics of stance balance control in children with spastic cerebral palsy. *Gait and Posture*, 8, 163-174.
- Burtner, P. A., Woollacott, M. H., & Qualls, C. (1999). Stance balance control with orthoses in a group of children with spastic cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 41, 748-757.

- Burtner, P. A., Woollacott, M. H., Craft, G. L., & Roncesvalles, M. N. (2007). The capacity to adapt to change balance threats: A comparison of children with cerebral palsy and typically developing children. *Developmental Neurorehabilitation*, 10(3), 249-260.
- Butler, C. (1998). A preliminary report on the effectiveness of trunk targeting in achieving independent sitting balance in children with cerebral palsy. *Clinical Rehabilitation* 12: 281-293.
- Campos, A. C., Rocha, N. A. C. F., & Savelsbergh, G. J. P. (2009). Reaching and grasping movements in infants at risk: A review. *Research in Developmental Disabilities*, 30, 819-826.
- Carlberg, E. B. & Hadders-Algra, M. (2005). Postural dysfunction in children with cerebral palsy: Some implications for therapeutic guidance. *Neural Plasticity*, 12(2-3), 221-228.
- Casselbrant, M. L., Mandel, E. M., Sparto, P. J., Redfern, M. S., & Furman, J. M. (2007). Contribution of vision to balance in children four to eight years of age. *Annals of Otology, Rhinology and Laryngology*, 116 (9), 653-657.
- Chen, J., & Woollacott, M. H. (2007). Lower extremity kinetics for balance control in children with cerebral palsy. *Journal of Motor Behaviour*, 39(4), 306-316.
- Cherng, R. J., Su, F. S., Chen, J. J. J., & Kuan, T. S. (1999). Performance of static standing balance in children with spastic diplegic cerebral palsy under altered sensory environment. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 78 (4), 336-343.
- Cherng, R. J., Hsu, Y. W., Chen, Y. J., & Chen, J. Y. (2007). Standing balance of children with developmental coordination disorder under altered sensory conditions. *Human Movement Science*, 26 (6), 913-926.
- Cherng, R. J., Lin, H. C., Ju, Y. H., & Ho, C. S. (2009). Effect of seat surface inclination on postural stability and forward reaching efficiency in children with spastic cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities*, 30, 1420-1427.
- Chou, S., Wong, M., Leong, C., Hong, W., Tang, F., & Lin, T. (2003). Postural control during sit-to-stand and gait in stroke patients. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 82, 42-47.

- Corrêa, J. C. F., Corrêa, F. I., Franco, R. C., & Bigongiari, A. (2007). Corporal oscillation during static biped posture in children with cerebral palsy. *Electromyography Clinical Neurophysiology*, 47, 131-136.
- da Costa, C. S. N., Savelsbergh, G., & Rocha, N. A. C. F. (2010). Sit-to-stand movement in children: A review. *Journal of Motor Behavior*, 42 (2), 127-134.
- Di Nublia, H. B. V., Buchalla, C. M. (2008). O papel das classificações da OMS – CID e CIF nas definições de deficiência e incapacidade. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, 11 (2), 324-335.
- Donker, S. F., Ladebt, A., Roerdink, M., Savelsbergh, G. J. P., & Beek, P. J. (2008). Children with cerebral palsy exhibit greater and more postural sway than typically developing children. *Experimental Brain Research*, 184, 363-370.
- dos Santos, A. N., Pavão, S. L., & Rocha, N. A. C. F. (2011). Sit-to-stand movement in children with cerebral palsy: A review. *Research in Developmental Disabilities*, 32, 2243-2252.
- Duarte, M., & Freitas, S. M. S. F. (2010). Revision of posturography based on force plate for balance evaluation. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 14 (3), 183-192.
- Ferdjallah, M., Harris, G. F., Smith, P., & Wertsch, J. J. (2002). Analysis of postural control synergies during quiet standing in health children and children with cerebral palsy. *Clinical Biomechanics*, 17, 203-210.
- Figueroa, P. J., Leite, N. J., & Barros, R. M. (2003). A flexible software for tracking of markers used in human motion analysis. *Comput Methods Programs Biomed*, 75 (2), 155-165.
- Franjoine, M. R., Gunther, J. S., & Taylor, M. J. (2003). Pediatric Balance Scale: A modified version of the berg balance scale for the school-age child with mild to moderate motor impairment. *Pediatric Physical Therapy*, 114-128.
- Freitas, S. M. S. F., & Duarte, M. (2006). *Métodos de Análise do Controle Postural*. São Paulo: Laboratório de Biofísica, Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo.
- Fujiwara, K., Kiyota, T., Mammadova, A., & Yaguchi, C. (2011). Age-related changes and sex differences in postural control adaptability in children during periodic floor oscillation with eyes closed. *J Physiological Anthropology*, 30, 187-194.

- Gabbard, C., & Hart, S. (1996). A question of foot dominance. *The Journal of General Psychology*, 123 (4), 289-296.
- Gan, S.M., Tung, L.C., Tang, Y.H., & Wang, C.H. (2008). Psychometric Properties Of Functional Balance Assessment In Children With Cerebral Palsy. *Neurorehabilitation and Neural Repair*; 22(6), 745-753.
- Girolami, G. L., Shiratori, T., Aruin, A. S. 2011. Anticipatory postural adjustments in children with hemiplegia and diplegia. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 21 (6), 988-997.
- Godoy, D. & Barela, J. A. (2008). Body sway and sensory motor coupling adaptation in children: Effects of distance manipulation. *Developmental Psychobiology*, 50, 77-87.
- Graaf-Peters, V. B., Blauw-Hospers, C. H., Dirks, T., Bakker, H., Bos, A. F., & Hadders-Algra, M. (2007). Development of postural control in typically developing children and in children with cerebral palsy: Possibilities for intervention? *Neuroscience and Biobehavioural Review*, 31, 1191-1200.
- Granata, K. P., Padua, D. A., & Abel, M. F. (2005). Repeatability of surface EMG during gait in children. *Gait and Posture*, 22, 346-350.
- Green, L. B., & Hurvitz, E. A. (2007). *Cerebral Palsy*. Department of Physical Medicine and Rehabilitation, University of Michigan Medical School, Phys Med Rehabil Clin N Am, v. 18, p. 859-882.
- Guarrera-Bowlby, P. L. & Gentile, A. M. (2004). Form and variability during sit-to-stand transitions: Children versus adults. *Journal of Motor Behavior*, 36 (1), 104-114.
- Hadders-Algra, M. (2002). Variability in infant motor behavior: A hallmark of the healthy nervous system. *Infant Behavior and Development*, 25, 433-451.
- Hedberg, A., Brogren-Carlberg, E., Forsberg, H., Hadders-Algra, M. (2005). Development of postural adjustments in sitting position during the first half year of life. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 47, 312-320.
- Hennington, G., Johnson, J., Penrose, J., Barr, K., Mcmulkin, M.L., & Linden, D.W.V. (2004). Effect of Bench Height on Sit-to-Stand in Children Without Disabilities and Children With Cerebral Palsy. [Archives of Physical Medicine and Rehabilitation](#), 85,70-76.

- Howle, J. M. (2002). Current theoretical foundations. In J. M. Howle (Ed.), *Neuro-developmental treatment approach. Theoretical foundations and principles of clinical practice* pp. 1-7.
- Hsue, B. J., Miller, F., & Su, F. C. (2009). The dynamic balance of the children with cerebral palsy and typical developing during gait. Part I: Spatial relationship between COM and COP trajectories. *Gait and Posture*, 29, 465-470.
- Huxham, F. E., Goldie, P. A., & Patla, A. E. (2001). Theoretical considerations in balance assessment. *Australian Journal of Physiotherapy*, 47, 89-100.
- Janssen, W.G.M., Bussmann, H.B.J., & Stam, H.J. (2002). Determinants of the Sit-to-Stand Movements: A Review. *Physical Therapy*. 9 (82), 866-879.
- Ju, Y. H., You, J. J., & Cherng, R. J. (2010). Effect of task constraint on reaching performance in children with spastic diplegic cerebral palsy. *Research in developmental disabilities*, 31, 1076-1082.
- Kirshenbaum, N., Riach, C. L., & Starks, J. L. (2001). Non-linear development of postural control and strategy use in young children: A longitudinal study. *Experimental Brain Research*, 140, 420-431.
- Kyvelidou, A., Harbourne, R. T., Shostrom, V. K., & Stergiou, N. (2010). Reliability of center of pressure measures for accessing the development of sitting postural control in infants with or at risk of cerebral palsy. [*Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*](#), 81, 1593-1601.
- Ledebt, A., Becher, J., Kapper, J., Rozendaal, R. M., Bakker, R., Leenders, I. C., & Savelsberg, G. J. P. (2005). Balance training with visual feedback in children with hemiplegic cerebral palsy: Effect on stance and gait. *Motor control*, 9, 459-468.
- Liao, H. F., Jeng, S. F., Lai, J. S., Cheng C. K., & Hu, M. H. (1997). The relation between standing balance and walking function in children with spastic diplegic cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 39, 106-112.
- Liao, H. F., & Hwang, A. W. (2003). Relations of balance function and gross motor ability for children with cerebral palsy. *Perceptual and Motor Skills*, 96, 1173-1184.

- Liao, H.F., Liu, Y.C., Liu, W.Y., & Lin, Y.T. (2007). Effectiveness of load sit-to-stand resistance exercise for children with mild spastic diplegia: a randomized clinical trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 88, 25 – 31.
- Liao, H.F., Gan, S.M., Lee, H.J., & Kim, D. (2010). Effects of Weight Resistance on the Temporal Parameters and Electromyography of Sit-to-Stand Movements in Children With and Without Cerebral Palsy. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 89, 99 – 106.
- Liu, W. Y., Zaino, C. A., & McCoy, S. W. (2007). Anticipatory postural adjustments in children with cerebral palsy and children with typical development. *Pediatric Physical Therapy*. 19(3), 188-195.
- Magill, R. A. (2000). *Aprendizagem motora: Conceitos e aplicações*. São Paulo: Editora Edgard Blucher.
- Mancini, M. C., Fiúza, P. M., Rebelo, J. M., Magalhães, L. C., Coelho, Z. A. C., Paixão, M. L., Gontijo, A. P. B., Fonseca, S. T. (2002). Comparação do desempenho de atividades funcionais em crianças com desenvolvimento normal e crianças com paralisia cerebral. *Arq Neuropsiquiatr*, 60 (2), 446-452.
- Mancini, M. C., Alves, A. C. M., Schaper, C., Figueiredo, E. M., Sampaio, R. F., Coelho, Z. A., Tirado, M. G. A. (2004). Gravidade da Paralisia Cerebral e Desempenho Funcional. *Rev. bras. fisioter.* 8 (3), 253-260.
- Mancini, M. C. (2005). Inventário de Avaliação Pediátrica de Incapacidade (PEDI): Manual da versão brasileira adaptada. Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, Brasil.
- Manoel, E. J., & Connolly, K. J. (1995). Variability and the development of skilled actions. *International Journal of Psychophysiology*, 19, 129-147.
- Mourey F., Grishin, A., d'Áthis, P., Pozzo, T., Stapley, P. 2000. Standing up from a chair as a dynamic equilibrium task: A comparison between young and elderly subjects. *Journal of Gerontology*, 55 (9). 425-431.
- Nashner, L. M., Shumway-Cook, A., & Marin, O. (1983). Stance posture control in selective groups of children with cerebral palsy: Deficits in sensory organization and muscular coordination. *Experimental Brain Research*, 49, 393-409.

- Näslund, A., Sundelin, G., & Hirschfeld, H. (2007). Reach performance and postural adjustments during standing in children with severe spastic diplegia using dynamic ankle-foot orthoses. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 39, 715-723.
- Nevitt, M. C., Cummings, S. R., Kidd, S., Black, D. (1989). Risk factors for recurrent nonsyncopal falls. A prospective study. *The journal of the American Medical Association*, 261, 2663-2668.
- Newell, K.M., & Slifkin, A. B. (1998). *The nature of movement variability*. In J. P. Piek (Ed.), *Motor behaviour and human skill* (pp. 143–160). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Newell, K. M., Slobounov, S. M., Slobounova, B. S., & Molenaar, P. C. M. (1997). Short term non stationary and the development of postural control. *Gait and Posture*, 6, 56-62.
- Ostensjo, S., Carlberg, E. B., Vollestad, N. K. (2004). Motor impairments in young children with cerebral palsy: Relationship to gross motor function and everyday activities. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 46, 580-589.
- Papa, E. & Cappozzo, A. (2000). Sit-to-stand motor strategies investigated in able-bodied young and elderly subjects. *Journal of Biomechanics*, 33, 1113, 1122.
- Park, E.S., Park, C., Lee, H.J., & Kim, D. (2003). The characteristics of sit-to-stand transfer in young children with cerebral palsy based on kinematic and kinetic data. *Gait and Posture*, 17, 43-49.
- Park, E.S., Park, C., Chang, H.J., Choi, J.E., & Lee, D.S. (2004). The Effect of Hinged Ankle-Foot Orthoses on Sit-to-Stand Transfer in Children With Spastic Cerebral Palsy. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 85, 2053-2057.
- Park, E.S., Park, C., Chang, H.C., Park, C.W., & Lee, D.S. (2006). The effect of botulinum toxin type A injection into the gastrocnemius muscle on sit-to-stand transfer in children with spastic diplegic cerebral palsy. *Clinical Rehabilitation*, 20, 668 - 674.
- Patla, A., Frank, J., Winter, D. (1990). Assessment of balance control in the elderly: major issues. *Physiotherapy Canada*, 42 (2), 89-97.
- Peterson, M. L., Christou, E., & Rosengren, K. S. (2006). Children achieve adult-like sensory integration during stance at 12-years-old. *Gait and posture*, 23, 455-463.

- Pollock, A. S., Durward, B. R. Rowe, P. J. (2000). What is balance? *Clinical Rehabilitation*, 14, 402-406.
- Porro, G., van der Linden, D., van Nieuwenhuizen, O., & Wittebol-Post, B. (2005). Role of visual dysfunction in postural control in children with cerebral palsy. *Neural Plasticity*, 12 (2-3), 205-210.
- Prosser, L. A., Lee, S. C. K., VanSant, A. F., Barbe M. F., & Lauer, R. T. (2010). Trunk and hip muscle activation patterns are different during walking in young children with and without cerebral palsy. *Physical Therapy*, 90 (7), 986-997.
- Quinby, J M., & Abrahan, A. 2005. Musculoskeletal problems in cerebral palsy. *Current Pdiatrics*, 15, 9-14.
- Raymakers, J.A., Samson, M.M., Verhaar, H.J. (2005). The assessment of body sway and the choice of stability parameter(s). *Gait and Posture*, 21, 48–58.
- Reilly, D. S., Woollacott, M. H., & Donkelaar, P. V. (2008). The interaction between executive attention and postural control in dual task conditions: Children with cerebral palsy. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 89, 834-842.
- Riddiford-Harland D. L., Steele J. R., & Baur L. A. (2006). Upper and lower limb functionality: Are these compromise in obese children? *International Journal of Peadiatrics Obesity*, 1, 42-49.
- Rinaldi, N. M., Polastri, P. F., & Barela, J. A. (2009). Age-related changes in postural control sensory reweighting. *Neuroscience letters*, 467, 225-229. 7, 131-147.
- Rodby-Bousquet, E., & Hagglund, G. (2010). Sitting and standing performance in a total population of children with cerebral palsy: A cross-sectional study. *BMC Musculoskeletal Disoreders*, 11(131), 1–8.
- Roerdink, M., de Haart, M., Daffertshofer, A., Donker, S. F., Geurts, A. C., & Beek, P. J. (2006). Dynamical structure of center-of-pressure trajectories in patients recovering from stroke. *Experimental Brain Research*, 174, 256–269.
- Roncesvalles, M. N., Woollacott, M. H., & Burtner, P. A. (2002). Neural factors underlying reduced postural adaptability in children with cerebral palsy. *NeuroReport*, 13(8), 2407-2410.

- Roncesvalles, M. N., Schmitz, C., Zedka, M., Assaiante, C., & Woollacott, M. H. (2005). From egocentric to exocentric spatial orientation: Development of posture control in bimanual and trunk inclination tasks. *Journal of Motor Behavior*, 37, 404-416.
- Rose, J., Wolff, D. R., Jones, V. K., Bloch, D. A., Oehlert, J. W., & Gamble, J.G. (2002). Postural balance in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine Child Neurology*, 44, 58-63.
- Rose, J., & McGill, K. C. 2005. Neuromuscular activation and motor unit firing characteristics in cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 47, 329-336.
- Saavedra, S., Woollacott, M., & van Donkelaar, P. (2010). Head stability during quiet sitting in children with cerebral palsy: *Experimental Brain Research*, 201, 213-223.
- Sadeghi, H., Allarde, P., Prince, F., & Labelle, H. (2000). Symetry and limb dominance in able-bodied gait: A review. *Gait & Posture*, 12, 34-45.
- Seven, Y. B., Akalan, N. E., & Yucesoy, N. A. (2007). Effects of back loading on the biomechanics of sit-to-stand motion in health children. *Human Movement Science*, 27, 65-79.
- Shultz, A. B., Alexander, N. B., & Ashton-Miller, J. A. (1992). Biomechanical analysis of rising from a chair. *Journal of Biomechanics*, 25 (12), 1383-1391.
- Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. H. (2011). *Motor Control: Translating Research into Clinical Practice*. Baltimore: Lippincott/Williams and Wilkins.
- Shumway-Cook, A., Hutchinson, S., Kartin, D., Price, R., & Woollacott, M. (2003). Effect of balance training on recovery of stability in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine Child Neurology*, 45: 591-602.
- Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. H. (1985). The growth of stability: Postural control from a developmental perspective. *Journal of Motor Behavior*, 17, 131-147.
- Sibella, F., Galli, M., Romei, M., Montesano, A, Crivellini, M. (2003). Biomechanical analysis of sit-to-stand movement in normal and obese subjects. *Clinical Biomechanics*, 18, 745-750.
- Slaboda, J. C., Barton, J. E., & Keshner, E. A. (2009). Influence of moving visual environment on sit-to-stand kinematics in children and adults. *Perceptual Motor Skills*, 109, 121-132.

- Smith, L.B., & Thelen, E. (2003). Development as a dynamic system. *Trends in cognitive science*, 7 (8), 343-348.
- Sobera, M., Siedlecka, B., & Syczewska, M. (2011). Posture control development in children aged 2-7 years old, based on the changes of repeatability of the stability indices. *Neuroscience letters*, 491, 13-17.
- Spencer, J. P., Corbetta, D., Buchanan, P., Clearfield, M., Ulrich, B., & Schöner, G. (2007). Moving toward a grand theory of development: In memory of Esther Thelen. *Child Development*, 77 (6), 1521-1538.
- Tammik, K., Matlep, M., Ereline, J., Gapeyeva, H., Pääsuke, M. 2007. Muscle contractile properties in children with spastic diplegia. *Brain and Development*, 29, 553-558.
- Tani, G. (2000). Processo adaptativo em aprendizagem motora: O papel da variabilidade. *Revista Paulista de Educação Física*, supl 3, 55-61.
- Thelen, E., & Smith, L. B. (1994). *A dynamic system approach to the development of cognition and action*. MIT Press: Cambridge, MA.
- Thelen, E. (1995). Motor development: A new synthesis. *American psychologist*, 50 (2), 79-95.
- Thelen, E. & Smith, L. B. (1998). *Dynamic systems theory*. In Handbook of child psychology: Theoretical models of human development. (5th ed., pp. 563-634). New York: Wiley.
- van der Heide, J. C. & Hadders-Algra, M. (2005). Postural muscle dyscoordination in children with cerebral palsy. *Neural plasticity*, 12 (2-3), 197-203.
- Vander Linden, D. W., Brunt, D., & McCulloch, M. U. (1994). Variant and invariant characteristics of the sit-to-stand task in health elderly adults. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 75, 653-660.
- Verschuren, O., Ada, L., Maltais, D. B., Gorter, J. W., Scianni, A., & Ketelaar, M. (2011). Muscle strengthening in children and adolescents with spastic cerebral palsy: Considerations for future resistance training protocols. *Physical Therapy*, 91 (7), 1-10.
- Woollacott, M., Debû, B., & Mowatt, M. (1987). Neuromuscular control of posture in the infant and child: is vision dominant? *Journal of Motor Behavior*, 19, 67-86.

- Woolacott, M. H., & Burtner, P. A. (1996). Neural and musculoskeletal contributions to the development of stance balance control in typical children and in children with cerebral palsy. *Acta Paediatrica. Supplement [Norway]*, 416, 58-62.
- Woolacott, M. H., Burtner, P., Jensen, J., Jasiewicz, J., Roncesvalles, N., & Sveistrup, H., (1998). Development of postural responses during standing in healthy children and children with spastic diplegia. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 22 (4), 583-589.
- Woolacott, M. H., & Shumway-Cook, A., (2005). Postural dysfunction during standing and walking in children with cerebral palsy: What are the underlying problems and what the new therapies might improve balance? *Neural Plasticity*, 12 (2-3), 211-219.
- Wulf, G., McNevin, M., Shea, C. H. (2001). The automaticity of complex motor skill learning as a function of attentional focus. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 54A(4), 1143–1154.
- Yonetsu, R., Nitta, O., & Surya, J. (2009). “Patternizing” standards of sit-to-stand movements with support in cerebral palsy. *NeuroRehabilitation*, 25, 289-296.
- Yoshioka, S., Nagano, A., Hay, D.C., & Fukashiro, S. (2009). Biomechanical analysis of the relation between movement time and joint moment development during a sit-to-stand task. *BioMedical Engineering OnLine*, 8 (27), 1-9.
- Zaino, C. A. & McCoy, S. W. (2008). Reliability and comparison of electromyographic and kinetic measurements during a standing reach task in children with and without cerebral palsy. *Gait and Posture*, 27, 128-137.



APÊNDICES

Apêndice A: Dados antropométricos das crianças referidos no momento da avaliação

Participante	Grupo	Idade (Meses)	Gênero	Massa (Kg)	Estatura (Cm)	Distância EIAS (Cm)	MID (Cm)	MIE (Cm)
1	T	62	M	19,3	110	16	56,5	57
2	T	65	F	20	110,5	18,5	58	57,5
3	T	64	F	20,7	110	19	60	60
4	T	71	M	21,4	120	19,5	65,5	65,5
5	T	67	M	19	115	18	57,5	58
6	T	77	F	27,3	122	19	61	61,5
7	T	81	M	19	118,5	16	61,5	62
8	T	95	F	25,4	128	18	66,5	66,5
9	T	86	M	23,8	125	21,5	65	65,5
10	T	92	M	24,1	130	20	66,5	67
11	T	88	F	22	118,5			
12	T	99	F	34,6	138	20	75,5	76
13	T	99	F	34,3	131	24	69	71
14	T	97	F	27,7	131	18	69,5	69,5
15	T	110	M	40,5	136	21	70,5	69
16	T	119	M	29,4	136	19,5	74	73,5
17	T	114	F	33,3	138	22,5	75	74
18	T		F	36,8	146	21	78	77,5
19	T	128	F	31,9	142	23,5	78	80
20	T	125	M	37,9	148	23,5	80,5	80,5
21	T		M	29,7	137,5	20	73	72
22	T	142	M	52,6	152,5	24,5	86	85
23	T	137	F	46,5	155,5	21	85,5	85,5
24	T	36	F	45,1	151	20	80	80
25	T	131	F	42,4	148	22	81	81,5
26	T	147	M	40,8	144	23	78	76
27	T	152	M	63,2	158	32	84,5	85,5
28	PC	62	F	15,4	106			
29	PC	79	M	18	112,5	17	60	58,5
30	PC	112	F	28,2	129	18,5	86	69
31	PC	121	M	29,4	145		76,5	77
32	PC	128	F	36,4	148	21,5	81	80
33	PC	128	F	50,2	147	22,5	80	80,5
34	PC	123	M	30,2		18	65	67
35	PC	155	M	30,3	147	21	79	78
36	PC	147	M	24,2	127	18,5	68	68
37	PC	79	F	19,8	110,5	19	55	55

Apêndice B: Comportamento do centro de pressão para as variáveis analisadas no Estudo II.

Media e desvio padrão referentes às variáveis do CoP em cada uma das atividades avaliadas: sentado para de pé (ST-DP) e permanência em postura ortostática (CP).

Movimento ST-DP	G1	G2	G3	G4
Oscilação Total ST-DP (cm)	1583,2 (±1709,8)	3524,5 (2286,3)	4186,4 (±3222,9)	4321,3 (±6664,0)
Amplitude AP ST-DP (cm)	24,4 (±40,7)	9,7 (±3,1)	10,1 (±4,4)	10,3 (8,1)
Amplitude ML ST-DP (cm)	16,9 (±12,9)	10,9 (3,8)	8,5 (±4,8)	9,1 (±12,2)
Área ST-DP (cm²)	117,6 (±146,8)	73,1 (±40,9)	49,1 (±27,8)	46 (±60,9)
Velocidade Média ST-DP (cm/s)	84,3 (±132,3)	27,2 (±11,3)	20 (±8,2)	23,2 (20,4)
Frequência Média ST-DP (Hz)	2 (±2,7)	1,6 (±0,7)	1,4 (±0,2)	1,6 (±0,4)
Postura Ortostática (CP)	G1	G2	G3	G4
Oscilação Total Ortostática (cm)	5582,1 (±6324)	9420 (±7755,8)	9485 (±6576,6)	9604,2 (±10847,4)
Amplitude AP Ortostática (cm)	2,6 (±0,8)	2,3 (±0,8)	2,5(±0,9)	2,2 (±0,9)
Amplitude ML Ortostática (cm)	2,2 (±0,9)	1,8 (±0,7)	1,5 (±0,6)	1,6 (±0,9)
Área Ortostática (cm²)	2,4 (±1,6)	1,9 (±1,1)	1,5 (±0,9)	1,7 (±1,8)
Velocidade Média Ortostática (cm)	1,7 (±0,7)	1,4 (±0,3)	1,3 (±0,3)	1,2 (±0,4)
Frequência Média Ortostática (Hz)	0,3 (±0,1)	0,3 (±0,1)	0,3 (±0,1)	0,3 (±0,1)

Apêndice C: Comportamento do centro de pressão para as variáveis analisadas no Estudo

III.

Media e desvio padrão referentes às variáveis do CoP em cada uma das atividades avaliadas: sentado para de pé (ST-DP) e permanência em postura ortostática (CP).

Movimento ST-DP	Grupo Típico	Grupo PC
Oscilação Total ST-DP (cm)	3441,78 ($\pm 724,8$)	3630,99 (± 873)
Amplitude AP ST-DP (cm)	13,24 ($\pm 3,7$)	9,47 ($\pm 1,2$)
Amplitude ML ST-DP (cm)	11,23 ($\pm 1,7$)	14,73 ($\pm 4,4$)
Área ST-DP (cm²)	70,7 ($\pm 15,2$)	71,3 ($\pm 25,9$)
Velocidade Média ST-DP (cm/s)	37,1 ($\pm 12,4$)	26,85 ($\pm 4,4$)
Frequência Média ST-DP (Hz)	1,84 ($\pm 0,2$)	1,5 ($\pm 0,1$)
Postura Ortostática (CP)	Grupo Típico	Grupo PC
Oscilação Total Ortostática (cm)	8.625 (± 1.481)	11.211 (± 2.559)
Amplitude AP Ortostática (cm)	2,4 ($\pm 0,1$)	3,44 ($\pm 0,7$)
Amplitude ML Ortostática (cm)	1,79 ($\pm 0,1$)	4,62 ($\pm 2,1$)
Área Ortostática (cm²)	1,861 ($\pm 0,2$)	9,3 ($\pm 6,5$)
Velocidade Média Ortostática (cm)	1,38 ($\pm 0,08$)	1,76 ($\pm 0,2$)
Frequência Média Ortostática (Hz)	0,31 ($\pm 0,02$)	0,32 ($\pm 0,02$)

Apêndice D: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Nome do Projeto: **CONTROLE POSTURAL ESTÁTICO E DINÂMICO NA ATIVIDADE SENTADO PARA DE PÉ EM CRIANÇAS COM PARALISIA CEREBRAL**

1. Seu filho está sendo convidado para participar da pesquisa “Controle Postural Estático e Dinâmico na Atividade Sentado para de Pé em Crianças com Paralisia Cerebral”.
2. a) Seu filho foi selecionado em escolas e creches, ou em instituições de atendimento a crianças com necessidades especiais da cidade de São Carlos e região. Sua participação nesta pesquisa não é obrigatória.
b) O objetivo deste estudo é comparar as características cinéticas e cinemáticas da atividade sentado pra de pé com o controle postural estático em crianças típicas e com paralisia cerebral para ver a influência do controle postural na dinâmica dessa atividade.
c) Sua participação na pesquisa consistirá em ser submetida, na primeira avaliação, a um questionário acerca dos seus dados gestacionais, dados do nascimento de sua filha e da realização ou não de fisioterapia, a uma avaliação física inicial e a uma escala que avalia equilíbrio funcional.
3. O método apresentado não oferece riscos à criança. Os procedimentos serão indolores e não invasivos, de cunho puramente avaliativo. Os responsáveis pela criança estarão cientes dos procedimentos adotados e poderão participar de todas as fases da pesquisa. Ao autorizar a participação de seu filho neste estudo, você estará ajudando no na investigação de novas relações que possam orientar a prática clínica voltada para crianças com paralisia cerebral.
4. Seu (a) filho (a) será submetido a uma avaliação de peso, altura, comprimento de braços e pernas. Serão então afixados marcadores com 2,5 cm de diâmetro em pontos do tronco, quadril e membros inferiores dele, e ele será colocado em um banco auto-regulável, que permita que esteja sentado com flexão de quadris, joelhos e tornozelos a 90°. Serão então apresentados a ele vários objetos atrativos na altura dos ombros em sua postura em pé e será

pedido que levante da cadeira para alcançá-los. Nesta fase quatro câmeras estarão filmando seus movimentos. Para terminar, em uma última avaliação ele será colocado em pé sobre uma plataforma, onde deve permanecer imóvel por três capturas de 20 segundos com os olhos abertos.

5. Tenho conhecimento que poderei obter informações a respeito da pesquisa diretamente com o pesquisador.
6. Antes de o estudo ter início e no decorrer da pesquisa, você terá todos os esclarecimentos a respeito dos procedimentos adotados, e o responsável pela pesquisa se prontifica a responder todas as questões sobre o experimento.
7. A sua participação nesse estudo é voluntária. A qualquer momento você pode desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa em participar não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição.
8. As informações obtidas neste estudo são confidenciais e asseguramos o sigilo sobre sua participação. Estas informações não poderão ser consultadas por pessoas leigas sem a sua autorização oficial e só poderão ser utilizadas para fins estatísticos ou científicos, desde que fique resguardada a sua privacidade. A divulgação dos dados será feita sem que seja possível a sua identificação e de seu filho.
9. Você não terá despesas ao participar da pesquisa. Também não existe nenhum tipo de seguro de saúde ou de vida em função de sua participação no estudo.
10. Você receberá uma cópia desse consentimento, onde consta o endereço e o telefone do pesquisador principal, em que pode tirar suas dúvidas sobre o projeto e participação de seu filho(a), agora ou a qualquer momento.

Ft. Silvia Letícia Pavão

Endereço: R. Aquidabam, 1080 – Centro, São Carlos - SP

Fone: (14) 81360528

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

O pesquisador me informou que o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética de Pesquisa em Seres Humanos da UFSCar que funciona na Pró-Reitoria de Pesquisa da Universidade de São Carlos, localizada na Rodovia Washington Luís, Km.235-Caixa Postal 676- CEP 13565-905- São Carlos- S.P.- Brasil. Fone: 33518110. Endereço eletrônico: cephumanos@power.ufscar.br

Local e data:

Assinatura do Responsável

Apêndice E: Protocolo para Coleta de Dados da Mãe e da Criança

Protocolo para Coleta de Dados das Mães e Crianças

Nº: _____

BBI: _____

1 – DADOS PESSOAIS

Nome da criança:

Sexo: () M () F Cor:

Idade:..... Data de nascimento:...../...../.....

Endereço.....
.....

Bairro:..... Fone:.....

Nome da mãe:.....

Idade:..... Data de Nascimento:...../...../.....

Grau de escolaridade:..... Profissão:.....

Estado Civil:.....

2- DADOS GESTACIONAIS

Nº de gestações: () 1º () 2º () 3º () + de 3

Doenças da mãe: () Não () Anemia () Sífilis () Diabete () Toxoplasmose ()
Febre () Rubéola () outras:

Anormalidades na gravidez:

() Não () Hemorragias () Hipertensão () Hipotensão () Edema

() Outras:.....

Ingestão de tóxicos:

() Não () Fumo () Alcoolismo () Outros:.....

Ingestão de medicamentos:

() Não () Tranquilizantes () Vitaminas () Outros:

Exposição ao RX: () Sim () Não Mês gestação:.....

Desnutrição e/ou maus tratos: () Sim () Não Época gestação:.....

3 – DADOS AO NASCIMENTO

Tipo de parto: () Espontâneo () Induzido () Fórceps () Cesariana

Cordão Umbilical: () Normal () Circular () Nó

Alguma intercorrência:

4 – DADOS PÓS-NATAL

Idade gestacional:

Peso Nascimento:.....

Estatura:.....cm

PC:cm

Apgar: 1'..... 5'

Icterícia: Duração:.....dias

Doenças: () Eritroblastose () Convulsões () Cardiopatias () Outras:.....

Medicamentos:

4- DADOS À FISIOTERAPIA

Realizou fisioterapia? () sim () não

Se sim, qual a idade que iniciou?

Quanto tempo realizou a fisioterapia?.....

Ainda realiza?.....

Quantas vezes na semana?

Pratica alguma atividade física, ou outro tipo de tratamento?

Qual? (equoterapia, hidroterapia, etc).....

Frequenta escola?.....

Qual? Normal ou especializada?.....

A escola é adaptada para a criança?.....

Apêndice F: Protocolo de Avaliação Física Inicial

Protocolo de Avaliação Inicial

Data da Avaliação: _____

Terapeuta: _____

Dados Pessoais:

1. Nome: _____

Telefone (s): Residencial: _____ Celular: _____

Altura: _____ Peso: _____ IMC: _____

Comprimento Real membro D: _____ Comprimento Real membro E: _____

Comprimento Apar membro D: _____ Comprimento Apar membro E: _____

Comprimento Coxa D: _____ Comprimento Coxa E: _____

Comprimento Perna D: _____ Comprimento Perna E: _____

Comprimento Pé D: _____ Comprimento Pé E: _____

Largura Pé D: _____ Largura Pé E: _____

Distância entre espinhas ilíacas ântero-superiores: _____

Histórico de Tratamento:

2. Médico (s): _____

Cirurgias: _____

Tratamentos Anteriores: _____

Hábitos da Criança:

Alimentação (tipo: líquido, pastoso, sólido): _____

Sono (horário?, dorme tranqüilamente?, acorda muitas vezes?): _____

Brinquedos preferidos: _____

Observação Geral:

GMFCS: _____

Visão: _____

Audição: _____

Respiração: _____

Cognição: _____

Uso de Equipamentos (órteses, andador, cadeira de rodas, bengala, etc):

Deformidades ortopédicas: _____

Tônus Muscular: segundo Ashorth modificada

0) nenhum aumento no tônus muscular;

1) leve aumento do tônus muscular, manifestado por uma tensão momentânea ou por resistência mínima, no final da amplitude de movimento articular (ADM), quando a região é movida em flexão ou extensão;

1+) leve aumento do tônus muscular, manifestado por tensão abrupta, seguida de resistência mínima em menos da metade da ADM restante;

2) aumento mais marcante do tônus muscular, durante a maior parte da ADM, mas a região é movida facilmente;

3) considerável aumento do tônus muscular, o movimento passivo é difícil;

4) parte afetada rígida em flexão ou extensão.

	Direito	Esquerdo
Abdutores de quadril		
Adutores de quadril		
Flexores de quadril		
Extensores de quadril		
Extensores de joelho		
Flexores de joelho		
Dorsiflexores do tornozelo		
Flexores plantares de tornozelo		

Amplitude de Movimento Articular:

	Ativo		Passivo	
	Direito	Esquerdo	Direito	Esquerdo
Abdutores de quadril				
Adutores de quadril				
Flexores de quadril				
Extensores de quadril				
Extensores de joelho				
Flexores de joelho				
Dorsiflexores do tornozelo				
Flexores plantares de tornozelo				
Tronco				

Força Muscular:

	Direito	Esquerdo
Abdutores de quadril		
Adutores de quadril		
Flexores de quadril		
Extensores de quadril		
Extensores de joelho		
Flexores de joelho		
Dorsiflexores do tornozelo		
Flexores plantares de tornozelo		



ANEXOS

Anexo A: Protocolo de Comitê de Ética



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA EM SERES HUMANOS

Via Washington Luiz, Km. 235 - Caixa Postal 676

CEP 13.565-905 - São Carlos - SP - Brasil

Fones: (016) 3351-8028 Fax (016) 3351-8025 Telex 162369 - SCUF - BR

cep.humanos@pover.ufscar.br

http://www.propp.ufscar.br

Parecer N^o. 363/2010

CAAE: 0084.0.135.000.10

Título do projeto: Controle Postural Estático e Dinâmico na Atividade Sentado para de Pé em Crianças com Paralisia Cerebral

Área de conhecimento: 4.00 - Ciências da Saúde / 4.05 - Fisioterapia e Terapia Ocupacional

Pesquisador Responsável: SILVIA LETICIA PAVAO

Orientador: Nelci Adriana Cicuto Ferreira Rocha

Processo número: 23112.003677/2010-01

Grupo: III

Análise da Folha de Rosto

A folha de rosto está devidamente preenchida e assinada.

Descrição sucinta dos objetivos e justificativas

A pesquisa tem como objetivo relacionar o controle postural estático em pé com o controle postural dinâmico, na atividade sentado para de pé em crianças típicas e crianças com paralisia cerebral.

A pesquisa justifica-se pela lacuna encontrada na literatura pesquisada pela autora, que avalie diretamente o controle postural estático de crianças com paralisia corporal, relacionando-o ao seu desempenho na atividade sentado para de pé, uma atividade funcional amplamente utilizada na rotina diária da criança.

Metodologia aplicada

Estudo transversal. A avaliação será feita em um único dia, sendo que será aplicado um questionário à mãe e/ou responsável pela criança. A pesquisadora menciona que se o responsável não tiver condições de ir à Unidade de Saúde, a pesquisadora providenciará transporte para a criança. A pesquisadora descreve os testes que serão realizados na criança e os critérios de inclusão e exclusão.

Identificação de riscos e benefícios

A autora relata que o método utilizado pode proporcionar como riscos desconforto e cansaço físico, contudo a pesquisadora afirma que os procedimentos são indolores e não invasivos. A autora observa que o teste será interrompido caso haja desconforto. A autora ressalta que a pesquisa proporcionará dados importantes sobre avaliação de crianças com paralisia cerebral em todos os seus âmbitos e que poderão ser utilizados como guia para a prática clínica.

Forma de recrutamento

Serão selecionadas 20 crianças com idade entre cinco e 12 anos em escolas e creches no município de São Paulo, sendo 10 crianças com desenvolvimento típico e 10 crianças com paralisia cerebral.

Cronograma

O cronograma está coerente com o desenvolvimento da pesquisa.

Orçamento financeiro detalhado

O projeto apresenta orçamento e a pesquisador declara que irá solicitar recursos nas instituições de pesquisa.

Adequação do TCLE

O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido contempla os tópicos necessários.

Identificação dos currículos dos participantes da pesquisa

O currículo da pesquisadora demonstra formação e experiência na área de pesquisa. O currículo da orientadora demonstra formação e sólida experiência no tema da pesquisa.

Parecer: O projeto atende a Resolução 196/96. **Aprovado.**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA EM SERES HUMANOS

Via Washington Luiz, Km. 235 - Caixa Postal 678

CEP 13.565-905 - São Carlos - SP - Brasil


Fones: (016) 3351-8028 Fax (016) 3351-8025 Telex 162369 - SCUF - BR

cephumanos@power.ufscar.br <http://www.ccepq.ufscar.br>

Normas a serem seguidas:

- O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 196/96 – Item IV.1.f) e deve receber uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (Item IV.2.d).
- O pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delimitada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS Item III.3.x), aguardando seu parecer, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade de regime oferecido a um dos grupos da pesquisa (Item V.3) que requeiram ação imediata.
- O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS Item V.4). É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – junto com seu posicionamento.
- Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projetos do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma, junto com o parecer aprobatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial (Res. 251/97, item III.2.e).
- Relatórios parciais e final devem ser apresentados ao CEP, inicialmente dentro de 1 (um) ano a partir desta data e ao término do estudo.

São Carlos, 13 de outubro de 2010.


Prof. Dr. Daniel Venruscolo
Coordenador do CEP/UFSCar

Anexo B: Artigo “Sit-to-stand movement in children with cerebral palsy: A critical review”

Research in Developmental Disabilities 32 (2011) 2243–2252



Contents lists available at ScienceDirect

Research in Developmental Disabilities



Review article

Sit-to-stand movement in children with cerebral palsy: A critical review

Adriana Neves dos Santos*, Silvia Leticia Pavão, Nelci Adriana Cicuto Ferreira Rocha

Department of Physiotherapy, Neuropediatrics Section, Universidade Federal de São Carlos, Rod. Washington Luis, km 235, 13565-905, São Carlos, SP, Brazil

ARTICLE INFO

Article history:

Received 11 April 2011

Received in revised form 17 April 2011

Accepted 3 May 2011

Available online 31 May 2011

Keywords:

Cerebral palsy

Sit-to-stand movement

Function

Children

ABSTRACT

Sit-to-stand (STS) movement is widely performed in daily life and an important pre requisite for acquisition of functional abilities. However, STS is a biomechanical demanding task which requires high levels of neuromuscular coordination, muscle strength and postural control. As children with cerebral palsy (CP) exhibit a series of impairments in body structures and functions, STS movement performance could be impaired in this population. Thus, this article aimed to review studies that had described how STS movement is performed by children with CP, the factors that influence it and the methodological procedures adopted in it analyses. A search was performed by one reviewer in relevant databases. In all, 12 articles were identified and 9 were selected for the present review. It was detected a large variation in sample characteristics and methodological issues among studies. In fact, standardization of the method applied to STS movement analysis is not fully established. With regard to STS performance, children with CP exhibited variations among them and also when compared with their typical peers. Moreover extrinsic factors appear to influence STS movement performance in these children and its manipulation could be incorporated into rehabilitation protocols. Moreover, the relationship between STS movement and functionality in reviewed articles was not reported. Therefore the review allowed to observe that STS movement has been under-explored in children with CP, with a lack of standardized methodologies and a not well established relationship between this movement and functionality. Thus, further studies about STS movement in CP are necessary.

© 2011 Elsevier Ltd. All rights reserved.

Contents

1. Introduction	2244
2. Materials and methods	2244
2.1. Study identification and selection	2244
2.2. Data extraction and analysis	2244
3. Results and discussion	2245
3.1. Participants	2245
3.2. Procedures and measurements of STS movement	2245
3.3. STS movement determinants	2245
3.4. Characterization of STS movement in children with CP	2250
3.5. Influence of extrinsic factors in STS movement	2250
3.6. Intervention protocols for STS movement	2251
4. Conclusion	2251
References	2251

* Corresponding author. Tel.: +55 16 3351 0467; fax: +55 16 3351 0467.
E-mail address: drinsantos@yahoo.com.br (A.N. dos Santos).

Anexo C: Artigo “International classification of functioning, disability and health in children with cerebral palsy”

Disability & Rehabilitation, 2011, 1–6, Early Online
Copyright © 2011 Informa UK, Ltd.
ISSN 0963-8288 print/ISSN 1464-5165 online
DOI: 10.3109/09638288.2011.631678

informa
healthcare

PERSPECTIVES IN REHABILITATION

International classification of functioning, disability and health in children with cerebral palsy

Adriana Neves dos Santos, Sílvia Leticia Pavão, Ana Carolina de Campos & Nelci Adriana Cicuto Ferreira Rocha

Department of Physiotherapy, Neuropediatrics Section, Universidade Federal de São Carlos, Rod. Washington Luis, São Carlos-SP, Brazil

Purpose: We intended to describe how concepts from recent models of disability have been studied for evaluation of children with cerebral palsy (CP) and their clinical implications. **Method:** We revised studies that focused on the components of the International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF) in children with CP. **Results:** Researchers have reported that children with CP exhibit impairments in various body functions/structures, limitations in functional activities performance and experience poorer participation outcomes than their typical peers. Moreover, it has been showed that participation of children with CP was affected by environmental factors. **Conclusion:** Therefore, evaluation and rehabilitation processes should be focused on the quality of life improvement by emphasizing what a child can and wants to execute within the environment. Also, environmental factors should be recognized so that barriers could be minimized and adaptations to the environment achieved. However, few studies have verified the interrelationship between contextual factors and the functioning and disability domains in children with CP. This would allow us to know about approaches specifically designed for these children's needs.

Keywords: Activity, environment, participation, quality of life

Introduction

Assessment of children with cerebral palsy (CP) and its intervention have been changed over the years according to the conceptualization of human functioning and disability. Recent models have begun to be applied in clinical and research fields because of their relevance for evidence-based practice. In this review, we describe models of disability according to the World Health Organization (WHO) and their theoretical bases. Moreover, we intend to describe how the recent concepts have been studied for evaluation of children with CP, including clinical implications. The knowledge about these

Implications for Rehabilitation

- Cerebral palsy is a disabling disease which impacts in body structures and functions, functional activities performance and social participation.
- ICF is a model of disability that focuses on the integration of these three dimensions.
- The knowledge about the concepts of ICF applied in children with CP allows an evidence-based practice.

concepts is important to optimize rehabilitation strategies based on improvements in the quality of life of children with CP and their families.

Models of health and disease according to the WHO

The World Health Organization (WHO) has published a family of classifications to code information about aspects of functioning and disability. In 1980, the WHO published the International Classification of Impairments, Disabilities and Handicaps (ICIDH), aiming to provide a code for the consequences of disease [1–3]. In this sense, ICIDH represented a complement to the International Classification of Diseases (ICD), which classifies diseases only according to their pathology and physiological mechanisms [1,4].

The ICIDH presented a model in which diseases were related to their impacts on the functioning and capability of a person to engage in society (Figure 1). Diseases were viewed as causing impairments, disabilities and handicaps in a linear and straightforward way [5,6]. Therefore, ICIDH focused on the consequences of diseases rather than on the components of health and functionality [4]. Moreover, environment was considered a secondary factor in the determination of health condition.

The ICIDH model was based on the biomedical model of disease, in which the role of professionals is to find and

Correspondence: Adriana Neves dos Santos, Rod. Washington Luis, km 235, 13565-905, São Carlos-SP, Brazil. Tel/Fax Number: 55 16 33518401. E-mail: drinsantos@yahoo.com.br